

GUIDE DE CONSERVATION

DES AMPHIBIENS, DES REPTILES ET DE LEURS HABITATS EN MILIEU AGRICOLE

Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent



ZOO ECOMUSEUM
SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE DE LA VALLÉE DU ST-LAURENT

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Sébastien Rouleau, M. Sc. Biologiste, chargé de projet, SHNVSL

Pierre-Alexandre Bourgeois, M. Sc. (M.E.I.) Biologiste, SHNVSL

Philippe Lamarre, M. Sc. Biologiste, SHNVSL

Émilie Sénécal, directrice des communications, SHNVSL

David Rodrigue, directeur général, SHNVSL

Gino Lévesque, DGE Biologiste, MAPAQ

Benjamin Ouellette, M. Env. Biologiste, MAPAQ

Bert Klein, Ph. D. Biologiste, MFFP

Yohann Dubois, M. Sc. Biologiste, MFFP

Stéphanie Mathieu, Agronome, MAPAQ

Francesca Müller, Agronome, MAPAQ

Louis Pérusse, SCV Agrologie

Monique Thomas, directrice générale, Association des producteurs de canneberges du Québec

RÉFÉRENCE À CITER

SHNVSL. 2015. Guide de conservation des amphibiens, des reptiles et de leurs habitats en milieu agricole. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent. Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec. 62 pages.

REMERCIEMENTS

Ce projet a été réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). Ce projet a également été rendu possible grâce au support financier de la Fondation de la faune du Québec (FFQ). Des ressources humaines et matérielles ont également été fournies par le Zoo Ecomuseum de la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) et par SCV Agrologie. Nous remercions toutes les personnes ayant contribué à la banque de photos figurant dans ce guide.



Équipe de réalisation.....	I		
Remerciements.....	II		
Table des matières.....	III		
1. INTRODUCTION.....	1		
2. BESOINS ET LIMITATIONS DES AMPHIBIENS ET DES REPTILES DU QUÉBEC.....	3		
2.1 À la découverte des reptiles et des amphibiens sur le territoire agricole québécois.....	3		
2.2 Perspectives de conservation des amphibiens et des reptiles du Québec.....	8		
3. PROTECTION DES REPTILES ET DES AMPHIBIENS.....	9		
3.1 Pourquoi se préoccuper des reptiles et des amphibiens ?.....	9		
3.2 Services écologiques offerts par les reptiles et les amphibiens.....	9		
3.3 Services écologiques liés aux habitats herpétofauniques.....	10		
3.4 Comment maintenir la diversité d'amphibiens et de reptiles en milieu agricole?.....	11		
4. ENJEUX ET RECOMMANDATIONS SELON LE TYPE DE CULTURE.....	13		
4.1 Enjeux généraux.....	14		
4.1.1 Bon voisinage avec les milieux naturels.....	14		
4.1.2 Les pesticides.....	14		
4.1.3 Lutte intégrée, culture bio et permaculture.....	16		
4.1.4 Machinerie et parcimonie.....	17		
4.1.5 La modernisation des infrastructures.....	17		
4.2 Grandes cultures.....	18		
4.2.1 Enjeux pour les reptiles et les amphibiens.....	18		
4.2.2 Exemples de pratiques favorables.....	18		
<i>Entre deux rangées.....</i>	19		
<i>Semis direct et travail réduit du sol.....</i>	19		
<i>Rotation et alternance des cultures.....</i>	19		
<i>Semis direct sous couvert végétal permanent (SCV).....</i>	19		
4.3 Cultures de petits fruits.....	20		
4.3.1 Enjeux pour les reptiles et les amphibiens.....	20		
<i>Cultures « courtes » : l'exemple de la fraise.....</i>	20		
<i>Cultures pérennes : le bleuet et la framboise.....</i>	21		
<i>La canneberge – entre deux périodes d'irrigation.....</i>	21		
4.3.2 Exemples de pratiques favorables.....	21		
<i>Les fraises avec engrais verts et couvre-sols.....</i>	21		
<i>Les cultures pérennes et le paillis).....</i>	21		
<i>Cultures d'espèces indigènes, en vogue ou émergentes.....</i>	21		
<i>Opter pour la lutte intégrée, le « bio » ou la permaculture.....</i>	22		
<i>Les bassins des cannebergières.....</i>	22		
4.4 Cultures fourragères.....	22		
4.4.1 Enjeux pour les reptiles et les amphibiens.....	22		
4.4.2 Exemples de pratiques favorables.....	23		
<i>Penser juste et viser haut!.....</i>	23		
<i>Une machinerie adaptée.....</i>	24		
<i>La barre d'effarouchement.....</i>	24		
4.5 Pâturages.....	25		
4.5.1 Enjeux pour les reptiles et les amphibiens.....	25		
4.5.2 Exemples de pratiques favorables.....	26		
<i>La gestion des pâturages, un outil de conservation.....</i>	26		
<i>Exclure le bétail des zones sensibles.....</i>	26		
4.6 Cultures d'arbres fruitiers.....	27		
4.6.1 Enjeux pour les reptiles et les amphibiens.....	27		
4.6.2 Exemples de pratiques favorables.....	27		
<i>Diversité et hétérogénéité des plantes couvre-sol.....</i>	27		
<i>Réduire l'impact des pesticides.....</i>	27		
<i>Irriguer à partir d'un bassin favorable à l'herpétofaune.....</i>	28		
4.7 Plantations d'arbres de Noël.....	28		
4.7.1 Enjeux pour les reptiles et les amphibiens.....	29		
4.7.2 Exemples de pratiques favorables.....	29		
<i>Privilégier la plantation naturelle ou s'en inspirer.....</i>	29		
<i>Couverture de plantes au sol.....</i>	30		
4.8 Acériculture.....	30		
4.8.1 Enjeux pour les reptiles et les amphibiens.....	30		
4.8.2 Exemples de pratiques favorables.....	30		
<i>Maintenir l'hétérogénéité de la canopée.....</i>	31		
<i>L'herpétofaune aime les chicots.....</i>	31		
<i>Les nutriments et la diversité des essences.....</i>	31		
<i>Les ruisseaux forestiers et les cuvettes humides, des milieux sensibles.....</i>	31		
5. OPTIONS D'AMÉNAGEMENTS.....	33		
5.1 Bandes riveraines végétalisées.....	34		
5.1.1 Largeur.....	35		
5.1.2 Composition végétale.....	36		
5.1.3 Qu'est-ce que l' « Amphiberge »?.....	36		
5.1.4 Matière organique au sol.....	37		
5.2 Haies brise-vent.....	37		
5.2.1 Largeur de la haie brise-vent et nombre de rangées.....	38		
5.2.2 La porosité.....	38		
5.2.3 Disposition et sélection des plantes.....	38		
5.2.4 Matière organique au sol.....	39		
5.2.5 Le corridor brise-vent herpétofaunique.....	39		
5.3 Plans d'eau artificiels.....	40		
5.3.1 Emplacement du site.....	41		
5.3.2 Le type de sol.....	41		
5.3.3 Approvisionnement en eau.....	41		
5.3.4 Forme.....	41		
5.3.5 Profondeur.....	41		
5.3.6 Pente des berges.....	41		
5.3.7 Des poissons ou non?.....	41		
5.3.8 Aménagement de plans d'eau temporaires.....	42		
<i>Mares en chapelet.....</i>	42		
<i>Étang vernal alimenté par la nappe phréatique.....</i>	42		
5.3.9 Protection des plans d'eau.....	42		

5.4 Fossés de drainage aménagés	42
5.4.1 Aménagements et mesures visant à prévenir la dégradation des habitats aquatiques et riverains	43
<i>Ensemencement et travail du tiers inférieur</i>	43
<i>Seuil de rétention</i>	43
<i>Trappe à sédiments</i>	43
5.4.2 Aménagements visant la création d'aires de reproduction pour les amphibiens	44
<i>Bassins de sédimentation ou marais filtrant avec seuil de rétention</i>	44
<i>Avaloirs adaptés pour la faune</i>	44
5.5 Traverses et ponceaux	44
5.5.1 Traverses en bois	45
5.5.2 Ponceau circulaire avec tuyau	45
5.5.3 Ponceau en arche	45
5.6 Hibernacle artificiel pour couleuvres	46
5.6.1 Faire le bon choix	46
5.6.2 Période de construction	46
5.6.3 Une question de survie	47
5.6.4 Priorité: qualité!	47
5.7 Abris pour l'herpétofaune	48
5.7.1 Matériaux	48
5.7.2 Assemblage	48
5.8 Sites de ponte pour tortues	49
5.8.1 Composition	49
5.8.2 Emplacement	49
5.8.3 Épaisseur	49
5.8.4 Suite à l'aménagement	49
5.9 Sites d'exposition au soleil pour tortues	50
5.9.1 Structures flottantes	50
<i>Ancrage</i>	50
<i>Troncs d'arbres flottants</i>	50
<i>Radeaux</i>	50
5.9.2 Rochers émergents	51
5.10 Rétablissement de méandres dans les cours d'eau agricoles	51
5.10.1 Reméandrage naturel	52
5.10.2 Reméandrage pour les crues	52
5.10.3 Reméandrage pour les crues avec étangs vernaux	52
5.10.4 Reméandrage permanent	52
6. OPTIONS DE PROTECTION DES HABITATS	53
7. CONCLUSION	54
8. OUVRAGES ET DOCUMENTS À CONSULTER	55
9. RÉFÉRENCES	56



1.

INTRODUCTION



Le dernier siècle a vu naître une véritable révolution du monde agricole. Le passage de l'agriculture traditionnelle à une pratique moderne intensive, appuyée par de nouveaux outils, a augmenté significativement la capacité des agriculteurs à nourrir l'humanité (Paarlberg et Paarlberg, 2007). Au Québec, comme ailleurs dans le monde, les nouvelles méthodes de travail ont apporté d'importants bénéfices en termes de rentabilité des exploitations agricoles, mais ont également engendré l'apparition de nouveaux défis. L'augmentation des surfaces en monoculture, l'utilisation importante d'engrais et de pesticides ainsi que l'irrigation et le drainage des terres comportent des impacts considérables sur la biodiversité et les écosystèmes (McLaughlin et Mineau, 1995). La prise de conscience des impacts humains sur l'environnement ainsi que le désir constant d'améliorer les pratiques constituent désormais un important moteur de recherche et de développement afin de contribuer à la durabilité des activités agricoles.



Figure 11. Paysage agricole

Il est reconnu que l'agriculture peut être compatible avec la conservation des milieux naturels et de la biodiversité. Pour y arriver, il est primordial de reconnaître et de mettre en valeur les composantes du paysage agricole pouvant servir à la fois aux producteurs agricoles et aux différents groupes fauniques. De plus, le maintien de la biodiversité en milieu agricole comporte une foule d'avantages pour les agriculteurs, incluant des bienfaits écologiques et économiques, mais aussi socio-culturels et esthétiques. L'herpétofaune, qui regroupe les reptiles et les amphibiens, constitue un groupe particulièrement important en raison de sa position dans la chaîne alimentaire (MacNeil *et al.*, 2013; Campbell et Campbell, 2001). Cependant, les reptiles et les amphibiens du Québec sont peu connus et leur contribution écologique est certainement sous-estimée dans le domaine agricole, que ce soit en tant que prédateurs de ravageurs, en tant que proies pour d'autres prédateurs de ravageurs ou encore en tant qu'indicateurs de la qualité d'un écosystème (Attademo *et al.*, 2005; Waddle, 2006).



Figure 12. Tortue serpentine en milieu agricole

Le présent guide vise à orienter les activités agricoles du Québec de manière à adopter des pratiques favorisant la conservation des reptiles, des amphibiens et de leurs habitats. Il s'adresse autant au producteur agricole soucieux de son environnement qu'aux intervenants du milieu pouvant lui fournir une aide précieuse. Les recommandations de ce guide permettront au producteur agricole d'exploiter sa terre tout en contribuant directement à la conservation d'espèces en situation précaire et en bénéficiant des services fournis par l'herpétofaune et la biodiversité. Il y est d'abord question de présenter la situation de l'herpétofaune québécoise et de son habitat en milieu agricole, d'exposer les enjeux et les recommandations liés à différentes cultures, d'y proposer des aménagements bénéfiques pour l'herpétofaune et d'y présenter des options de conservations utiles pour le producteur agricole.

2. BESOINS ET LIMITATIONS DES AMPHIBIENS ET DES REPTILES DU QUÉBEC

2.1 À LA DÉCOUVERTE DES REPTILES ET DES AMPHIBIENS SUR LE TERRITOIRE AGRICOLE

À l'exception de la tortue luth (*Dermodochelys coriacea*) qui vit dans les mers et de la rainette faux-grillon boréale (*Pseudacris maculata*) que l'on retrouve sur la rive sud de la Baie James, toutes les espèces de reptiles et d'amphibiens du Québec peuvent être observées sur le territoire agricole (AARQ, 2015; Desroches et Rodrigue, 2004) (Figure 2.1). Chacune de ces espèces y trouve les habitats requis pour répondre à ses besoins vitaux tout en faisant face à des défis par rapport à leur conservation (Tableau 1).

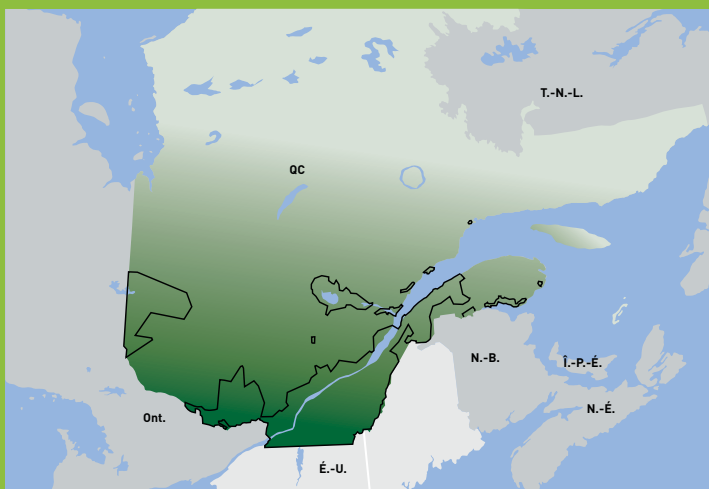


Figure 2.1. Richesse spécifique des amphibiens et des reptiles du Québec (vert plus foncé = plus d'espèces; vert plus pâle = moins d'espèces) par rapport à la limite du zonage agricole (ligne noire) (Conçue par SHNVSL).

HABITATS



TABLEAU 1.

Les reptiles et les amphibiens du Québec, leur statut, leurs habitats et les enjeux auxquels ils font face.

AMPHIBIENS			
GROUPE	ESPÈCE ET STATUT*	HABITATS PRINCIPAUX	MENACES
ANOURES	Crapaud d'Amérique	1-2-3-5-6-10	Perte et fragmentation des habitats
	Grenouille des bois	1-5-6	Modification des berges
	Grenouille léopard	2-3-5-10	Drainage des milieux humides
	Grenouille des marais	1-3-5-6-7	Pollution de l'eau
	Grenouille du Nord	4-5-10	Maladies infectieuses et parasites
	Grenouille verte	4-5-8-10	Introduction de poissons
	Ouaouaron	4-5-8-10	Mortalité routière
	Rainette crucifère	1-2-3-5-6	Acidification de l'eau
	Rainette faux-grillon de l'Ouest	2-3	Radiation UV
	Rainette faux-grillon boréale	2-3	
	Rainette versicolore	1-2-3-5-6	
SALAMANDRES	Necture tacheté	4-8-10	Perte et fragmentation des habitats
	Salamandre à points bleus	1-2-6	Modification des berges
	Salamandre maculée	1-2-6	Drainage des milieux humides
	Salamandre cendrée	6	Sédimentation des cours d'eau
	Salamandre à deux lignes	4-6-7-8	Pollution de l'eau
	Salamandre à quatre orteils	1-6	Introduction de poissons
	Salamandre pourpre	6-7	Abaissement de la nappe phréatique
	Salamandre sombre du Nord	6-7	Maladies infectieuses et parasites
	Salamandre sombre des montagnes	6-7	Radiation UV
	Triton vert	1-3-4-5-6-8-10	Acidification de l'eau

REPTILES			
GROUPE	ESPÈCE ET STATUT *	PRINCIPAUX HABITATS	MENACES
COULEUVRES	Couleuvre brune	3-11	Perte et fragmentation des habitats
	Couleuvre à collier	3-6-11	Mortalité routière
	Couleuvre d'eau	3-4-5-8-10-11	Persécution par l'humain
	Couleuvre mince	3-4-5-8-10-11	Modification des berges
	Couleuvre rayée	2-3-4-5-6-8-10-11	Drainage des milieux humides
	Couleuvre tachetée	3-6-11	
	Couleuvre à ventre rouge	3-6-11	
	Couleuvre verte	3-11	
TORTUES	Tortue des bois	3-6-8-9	Perte et fragmentation des habitats
	Tortue géographique	4-9-10	Modification des berges
	Tortue-molle à épines	4-8-9-10	Drainage des milieux humides
	Tortue mouchetée	5-9-10	Mortalité routière
	Tortue musquée	5-10	Pollution de l'eau
	Tortue peinte	4-5-8-9-10	Prédation accrue des nids
	Tortue ponctuée	5	Dérangement par l'activité humaine
	Tortue serpentine	4-5-8-9-10	
	Tortue luth	12	

HABITATS

- 1 Étang temporaire forestier
- 2 Étang temporaire en milieu ouvert
- 3 Friche herbacée/ arbustive
- 4 Grand plan d'eau
- 5 Marais /marécage
- 6 Forêt mature
- 7 Ruisseau forestier
- 8 Rivière sinueuse
- 9 Plage
- 10 Baie tranquille
- 11 Hibernacle
- 12 Mer

LÉGENDE

- Non en péril
- Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
- Vulnérable
- Menacée

*Loi sur les espèces menacées et vulnérables du Québec (RLRQ, ch. E-12.01)

LES AMPHIBIENS

Les amphibiens sont intimement liés aux milieux humides ou aquatiques. En général, leur cycle de vie comprend plusieurs stades, dont la naissance à partir d'un œuf gélatineux (terrestre ou aquatique), un stade larvaire aquatique, et la vie d'adulte en milieu terrestre ou aquatique selon les espèces (Desroches et Rodrigue, 2004).

Ils sont représentés au Québec par les anoures (grenouilles, rainettes, crapauds) et les urodèles (salamandres, tritons et nectures).

Les amphibiens sont des ectothermes, signifiant qu'ils ne peuvent contrôler eux-mêmes la température de leur corps et qu'ils sont donc dépendants des conditions météorologiques ambiantes (Pough, 1983). Cela explique pourquoi les salamandres et les anoures sont généralement actifs d'avril à octobre. Leur période de reproduction s'étend d'avril à août selon les espèces. Et, de novembre à mars, ils entrent en hibernation.

Ces animaux possèdent une peau perméable par laquelle ils respirent, ce qui les rend particulièrement vulnérables à la déshydratation et à la pollution (Gibbons *et al.*, 2000).



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 2.2 - Étang temporaire de reproduction de la rainette faux-grillon de l'Ouest en champ agricole

Saviez-vous que ?

Certaines grenouilles québécoises, comme la grenouille des bois, possèdent dans leur sang des substances cryoprotectrices agissant comme un antigel, leur permettant de survivre à des températures corporelles de -6°C!



Patrice Lavigne

Figure 2.3. Grenouille des bois

Anoures

Les anoures constituent le groupe d'amphibiens le plus diversifié et le plus répandu au Québec. Certaines espèces ne s'éloignent guère de l'eau, d'autres fréquentent les milieux ouverts tels que les friches ou les champs alors que certaines sont forestières ou même arboricoles. Il n'est pas rare d'observer des anoures dans le milieu agricole; la présence de certaines espèces comme la rainette faux-grillon de l'Ouest est d'ailleurs très fortement associée à ces habitats. En période de reproduction, les anoures se rassemblent dans les plans d'eau où ils chantent pour trouver leur partenaire sexuel. Certaines espèces préfèrent pondre dans des milieux humides temporaires alors que d'autres espèces, au stade larvaire plus long, dépendent plutôt de plans d'eau permanents (Desroches et Rodrigue, 2004). Une fois les œufs pondus et fécondés, les têtards émergent quelques jours ou semaines plus tard, selon les espèces, et se développent dans l'eau jusqu'au moment de leur métamorphose en adulte. Les anoures passent la saison froide enfouis dans le sol forestier ou au fond des plans d'eau (Figure 2.7).

Salamandres

La plupart des espèces de salamandres sont forestières, mais leur présence demeure étroitement liée à l'eau, sous forme d'eau vive ou stagnante, ou encore d'humidité au sol. On les retrouve dans les ruisseaux, les lacs et rivières et dans d'autres milieux humides comme les tourbières. Le cycle vital des salamandres ressemble sensiblement à celui des anoures. Les adultes s'assemblent autour des plans d'eau afin de s'accoupler, les femelles y pondant ensuite leurs œufs. Les larves s'y développeront avant de se métamorphoser en jeunes salamandres (Figure 2.8). La salamandre cendrée fait exception à cette règle et passe la totalité de son cycle de vie en milieu terrestre (Desroches et Rodrigue, 2004). Pour certaines espèces, la reproduction implique de migrer du milieu forestier vers l'habitat de reproduction sur plusieurs centaines de mètres (Regosin *et al.*, 2005). Les salamandres passent l'hiver enfouies dans la terre ou sous l'eau. La plupart des observations de ces animaux en milieu agricole correspondent le plus souvent à des mentions à l'intérieur ou en périphérie d'aires boisées longeant des cultures. On peut également les y observer pendant la migration vers les étangs de reproduction.



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 2.4. Salamandre à points bleus

LES REPTILES

Les reptiles sont représentés au Québec par les tortues et les serpents, ces derniers étant représentés par la famille des couleuvres. Au même titre que les amphibiens, les reptiles ne peuvent contrôler eux-mêmes la température de leur corps et sont donc dépendants des conditions climatiques ambiantes (Pough, 1983). Ce besoin de réguler leur température pousse les reptiles à se déplacer et à utiliser divers habitats pour se réchauffer ou pour se rafraîchir. Ils sont donc principalement actifs durant les mois les plus chauds de l'année, soit de mars à octobre. Selon les espèces, la mise bas des couleuvres et la ponte et l'éclosion des oeufs de tortues et de certaines couleuvres ont lieu entre mai et octobre. Ils entrent en hibernation, à l'abri du gel, entre novembre et mars.

Figure 2.5 Couleuvre tachetée



Couleuvres

Toutes les espèces de couleuvres du Québec sont inoffensives. De manière générale, on les retrouve dans les milieux ouverts et les zones de transition, telles que les rives et l'orée des bois, ce qui explique leur présence répandue en territoire agricole où ces habitats abondent. Durant l'été, les couleuvres ont besoin d'habitats tels que les friches, les clairières, les rives, les marais ou encore les bordures de champs et de boisés. Elles utiliseront des abris, souvent des pierres, des cavités dans le sol et autres débris organiques, pour se réfugier, contrôler la température de leur corps et trouver leur nourriture (Webb et Whiting, 2005). Elles peuvent s'avérer utiles pour l'agriculture, car elles s'alimentent d'une variété de proies trouvées dans les cultures telles que les vers, les gastéropodes, les insectes, les amphibiens et certaines espèces de rongeurs (Laporta-Ferreira et Salomao, 2004). En hiver, elles hibernent dans des sites appelés hibernacles qui sont sous la surface du sol à l'abri du gel et qui prennent la forme de terriers abandonnés, de remblais, de crevasses, de fourmilières ou d'anciennes fondations (Pisani, 2009) (Figure 2.9). L'accès des hibernacles à partir des habitats d'été est absolument critique pour la survie des populations de couleuvres (Shine et Mason, 2004). Au printemps, les couleuvres émergent, s'accouplent et, selon les espèces, donnent naissance à une portée ou à une ponte. Contrairement aux amphibiens et aux tortues, la plupart des couleuvres du Québec sont moins dépendantes des plans d'eau. Quelques espèces, dont la couleuvre rayée et la couleuvre mince, les utilisent toutefois fréquemment pour y dénicher des proies telles que des poissons, des amphibiens ou des invertébrés aquatiques. La couleuvre d'eau constitue la seule de nos couleuvres qui est intimement liée au milieu aquatique pour se nourrir de poissons et d'amphibiens.



Figure 2.6 - Tortue géographique

Tortues

Le Québec comporte huit espèces de tortues d'eau douce retrouvées dans une multitude d'habitats aquatiques et terrestres qui abondent dans le milieu agricole québécois. On les observe généralement lorsqu'elles s'exposent au soleil sur des branches ou des rochers émergents. Elles s'alimentent surtout dans l'eau mais parfois sur terre, comme c'est le cas pour la tortue des bois que l'on retrouve souvent dans les champs en été. Lors de la ponte, les femelles peuvent parcourir plusieurs centaines de mètres sur terre afin de trouver un sol meuble pour creuser un nid et y déposer leurs œufs (Reid, 2008). Les nouveau-nés doivent alors entamer la migration inverse vers le plan d'eau afin d'amorcer leur cycle de vie. Les tortues passent la saison froide dans le fond des rivières ou de divers plans d'eau (Figure 2.10).

Figure 2.7

CYCLE DE VIE DES ANOURES

La ponte des œufs, le développement des têtards et la métamorphose se font en milieu aquatique. Les adultes sont terrestres ou aquatiques. L'hibernation a lieu sur la terre ferme ou sous l'eau.

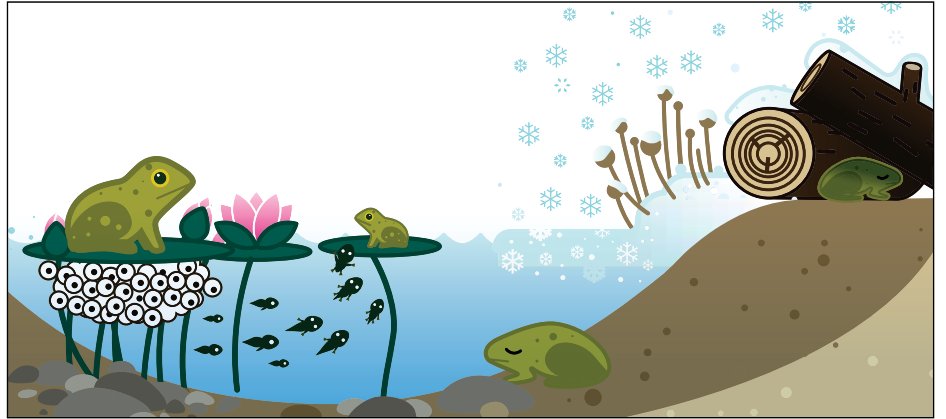


Figure 2.8

CYCLE DE VIE DES SALAMANDRES

Nos espèces de salamandres sont soit entièrement aquatiques, entièrement terrestres ou amphibies. La ponte a lieu le plus souvent dans l'eau mais peut aussi avoir lieu sur terre. Les larves se développent dans l'eau libre ou directement dans l'œuf, comme c'est le cas chez la salamandre cendrée (*Plethodon cinereus*). L'hibernation a lieu sous l'eau ou encore dans le sol forestier.

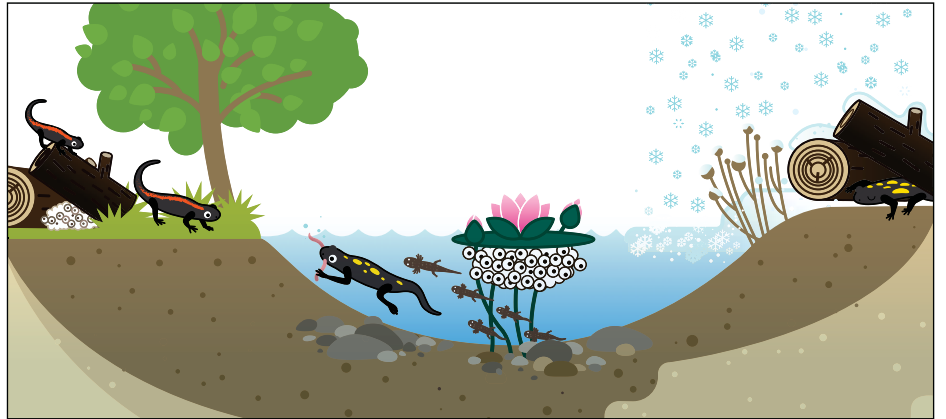


Figure 2.9

CYCLE DE VIE DES COULEUVRES

Nos couleuvres sont ovipares (ponte d'œufs) ou ovovivipares (mise bas de bébés déjà formés). L'alimentation et l'exposition au soleil se font en milieux ouverts ou sous des abris. L'hibernation a lieu dans une cavité sous terre.

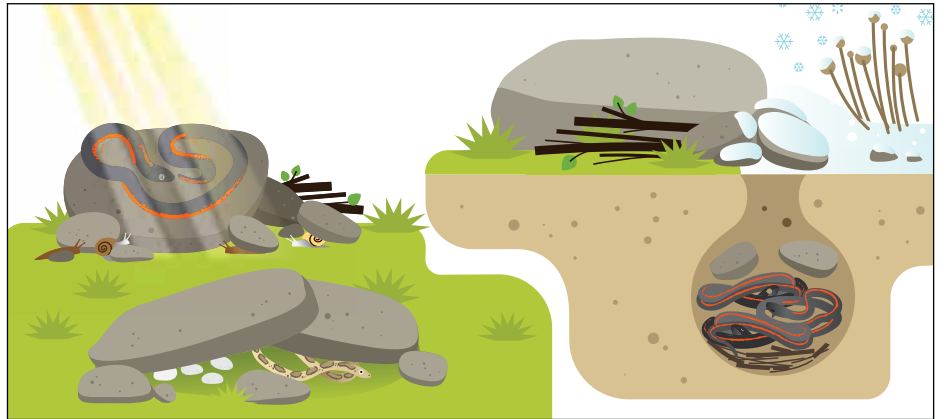
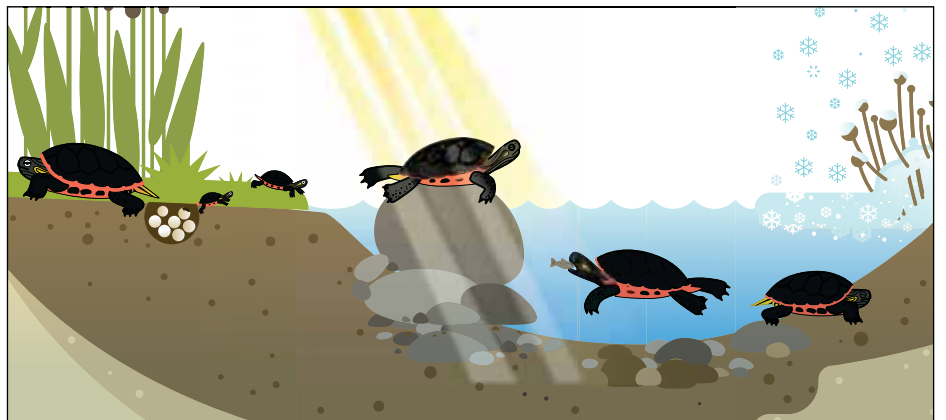


Figure 2.10

CYCLE DE VIE DES TORTUES

La ponte des œufs se fait sur la terre. Après l'éclosion, les bébés migrent vers les milieux aquatiques où ils vivent. L'exposition au soleil se fait sur un support émergent ou à la surface de l'eau. L'hibernation se passe au fond des plans d'eau.





Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 2.11 - Drainage d'un milieu humide

2.2. PERSPECTIVES DE CONSERVATION DES AMPHIBIENS ET DES REPTILES DU QUÉBEC

Partout dans le monde, les populations de reptiles et d'amphibiens ont vécu un important déclin au cours des dernières décennies (Gibbons *et al.*, 2000). Au Québec, c'est plus de 33 % des espèces d'amphibiens et 76 % des espèces de reptiles qui sont en situation précaire, ce qui représente les plus fortes proportions d'animaux dans cette condition peu enviable (MFFP, 2015) (Tableau 1). La perte et la transformation de leurs habitats et des connexions naturelles entre ceux-ci font partie des enjeux les plus récurrents pour la préservation de ces espèces, un contexte bien présent dans le milieu agricole (Lesbarrères *et al.*, 2014; Seburn et Seburn, 2000). Un habitat transformé peut en effet ne plus correspondre aux besoins d'une espèce qui y résidait ou qui l'utilisait. Selon la disponibilité en habitats restants ou alternatifs, même la destruction partielle d'un habitat de qualité peut engendrer des réductions importantes des populations locales, voire même leur extinction. Les menaces principales auxquelles font face les différents groupes herpétofauniques sont présentées dans le Tableau 1.

Puisque les amphibiens ont la peau perméable, ils sont particulièrement sensibles à la pollution, aux perturbations environnementales et à la disparition des milieux humides (Gibbons *et al.*, 2000). Un environnement

sain est donc primordial pour la pérennité de ces espèces. Par exemple, certaines salamandres en péril sont intimement liées à la présence de ruisseaux forestiers en bon état; des écosystèmes fragiles où une altération de la qualité de l'eau comme l'apport de sédiments peut avoir des répercussions importantes sur leurs populations (Jutras, 2003).

Les populations de tortues ont la particularité d'avoir un taux de recrutement naturellement faible (Congdon *et al.*, 1993). Cela signifie qu'un très faible pourcentage de nouveau-nés survivront jusqu'à maturité pour donner naissance, à leur tour, à la génération suivante. Leur pérennité repose sur leur grande longévité, qui permet aux femelles de se reproduire pendant de nombreuses années. De ce fait, la mort de seulement quelques femelles adultes peut entraîner la disparition complète d'une population (Heppel, 1998).

Quant aux couleuvres, en plus de voir les milieux ouverts qu'elles habitent convertis en développements résidentiels, commerciaux, industriels ou agricoles, elles sont souvent victimes d'accidents routiers et de la persécution des humains qui les craignent à tort (Lesbarrères *et al.*, 2014; Seburn et Seburn, 2000; Shine et Mason, 2004).

3.

PROTECTION DES REPTILES ET DES AMPHIBIENS

3.1 POURQUOI SE PRÉOCCUPER DES REPTILES ET DES AMPHIBIENS ?

Les reptiles et les amphibiens ont une relation particulière avec l'homme. En effet, ils peuvent provoquer des réactions très variées selon la valeur à laquelle on les associe. Qu'ils aient une importance mythique, charismatique, écologique ou économique, tous ne voient pas les amphibiens et les reptiles de la même façon. Ils peuvent être utilisés par les humains comme appât pour la pêche, être mangés, être transformés en ornements, être vendus comme animaux de compagnie, être adorés ou méprisés selon les croyances, être photographiés pour leur beauté ou encore servir d'indicateurs de l'intégrité écologique d'un écosystème (Ceriaco, 2012; Waddle, 2006).

Les tortues ont tendance à attirer davantage de sympathie de la part des gens en raison, notamment, de leur représentation en tant que Terre-Mère, une importante symbolique chez les Premières Nations d'Amérique du Nord (Caduto et Bruchac, 1988). Les couleuvres, quant à elles, conservent encore trop souvent une image négative. Les amphibiens, anoures ou salamandres, engendrent des réactions plus mitigées selon les cas. Très souvent, le regard plus ou moins apprécié que portent les gens sur les reptiles et les amphibiens provient d'une méconnaissance à leur égard (Seburn et Seburn, 2000).

Les amphibiens et les reptiles ont pourtant un rôle crucial à jouer dans de nombreux écosystèmes (Burton et Likens, 1975; Marcot et Heyden, 2001; Petranka et Murray, 2001). Protéger leurs populations ne permettra pas seulement la survie d'individus précis, mais aussi et surtout la protection de leurs habitats et des services écologiques qui en découlent et dont nous, les humains, bénéficions (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Limoges, 2009).

3.2 SERVICES ÉCOLOGIQUES OFFERTS PAR LES REPTILES ET LES AMPHIBIENS

Les écosystèmes produisent différents services écologiques dont dépend l'être humain, comme la production d'oxygène, la purification de l'eau, le contrôle de l'érosion et des inondations, la séquestration du carbone, et la production de nourriture et de combustible (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Limoges, 2009). Les reptiles et les amphibiens remplissent des fonctions écologiques importantes au sein de ces derniers, en contribuant au recyclage des nutriments à la fois en tant que prédateurs et proies (David et Welsh, 2004; Halliday, 2008; UICN, 2015). Puisque le fonctionnement des écosystèmes dépend du maintien des interactions entre les espèces qu'ils contiennent, la protection des reptiles et des amphibiens contribue à assurer la pérennité des écosystèmes et des services écologiques rendus à l'homme.

De plus, en milieu agricole, la protection des reptiles et des amphibiens peut permettre à un producteur de récolter des bénéfices écologiques intéressants et, dans une certaine mesure, certains avantages économiques. Par exemple, le contrôle des espèces nuisibles aux cultures s'avère un enjeu particulièrement important si l'on considère que de 18 à 26 % des produits agricoles au niveau mondial sont détruits par des arthropodes

dont les insectes ravageurs (Culliney, 2014), sans compter l'impact de certains rongeurs, escargots, limaces, nématodes, vers parasites et herbes indésirables.

De par leur position dans la chaîne alimentaire, les reptiles et les amphibiens sont de grands consommateurs de beaucoup de ces espèces qui nuisent aux cultures (Desroches et Rodrigue, 2004; Laporta-Ferreira et Salomao, 2004). De plus, leur présence attire des prédateurs plus grands qui consomment également des ravageurs des cultures (McNeil *et al.*, 2013). À titre d'exemple, les couleuvres sont d'avidés prédateurs de vers, d'insectes, de limaces et d'escargots (Ernst et Ernst, 2003; Laporta-Ferreira et Salomao, 2004). En même temps, elles s'avèrent des proies fréquentes pour de plus grands prédateurs tels que les visons et les renards, qui se nourrissent aussi d'une variété de rongeurs nuisibles pour les producteurs agricoles, comme le rat musqué (MacNeil *et al.*, 2013). Les amphibiens aussi sont de grands consommateurs d'invertébrés vivant dans l'eau, au sol ou sous terre (Petranka, 1998; Davic et Welsh, 2004; Dodd, 2013). Ainsi, ils peuvent contribuer au contrôle biologique d'insectes ravageurs, larves et adultes compris (Saini et Alvarado, 2001; Attademo *et al.*, 2005).

3.3 SERVICES ÉCOLOGIQUES LIÉS AUX HABITATS HERPÉTOFAUNIQUES

En plus des services écologiques liés directement à la présence de reptiles et d'amphibiens, la protection de leur habitat en zone agricole comprend de nombreux avantages, dont le maintien de la fonction des écosystèmes et d'une importante diversité d'alliés naturels des producteurs agricoles. Par exemple, les végétaux des boisés en milieu agricole et des milieux humides jouent un rôle important pour retenir les sols avec leurs racines tout en absorbant l'excès d'eau et de matière nutritive provenant des cultures (Avery et Audet-Grenier, 2005). Ces services naturellement rendus assurent alors une meilleure qualité de l'eau qui ruisselle des parcelles cultivées vers les cours d'eau, en plus de limiter l'apport en sédiments découlant de l'érosion des terres en culture (Beaudin, 2008a; Beaudin, 2008b).

De plus, outre le fait de servir d'habitat à de nombreuses espèces herpétofauniques, la présence de milieux humides à travers le paysage agricole permet de réduire les impacts des sécheresses sur les cultures et d'approvisionner en eau la nappe phréatique (Avery et Audet-Grenier, 2005). Il est d'ailleurs à noter qu'au Canada, la valeur des services écologiques fournis par les milieux humides avoisine 6 000 \$/ha contre 2 200 \$/ha de revenus moyens pour une terre transformée pour l'agriculture (Limoges, 2009). Les milieux humides permettent par ailleurs de créer un effet tampon contre les inondations en absorbant l'excès d'eau, et de limiter les dommages et la perte de terrain liée à l'érosion des berges lors de la crue des eaux (Mitsch et Gosselink, 2000). Ils attirent aussi plusieurs espèces contribuant à la lutte contre les ravageurs, notamment les libellules et les demoiselles qui sont d'avidés prédateurs insectivores (Henrikson, 1990), et le vison d'Amérique qui est le principal prédateur du rat musqué (Aleksiuk, 1986). Ces animaux constituent une ressource renouvelable qui ne requiert que la protection de leur habitat pour qu'ils puissent fournir leurs différents services écologiques.

Parmi les animaux alliés qui résident également dans les habitats des reptiles et des amphibiens, on compte les parasitoïdes, les pollinisateurs et de nombreux prédateurs de ravageurs retrouvés dans les milieux ouverts. Par exemple, les araignées, les scolopendres, les coccinelles et plusieurs oiseaux se nourrissent d'insectes nuisibles et sont des agents actifs du contrôle biologique des ravageurs (ICC, 2013). Les pollinisateurs, quant à eux, assurent la reproduction de la majorité des fruits cultivés dans le monde (Klein *et al.*, 2007). Cette forme de biodiversité comporte un impact économique majeur et le producteur agricole gagne à la préserver (Stoner, 1998).

Saviez-vous que ?

Un triton vert peut manger jusqu'à 315 larves de moustiques par jour!



Figure 2.4 Triton vert



Figure 3.1 - L'habitat de l'herpétofaune en milieu agricole

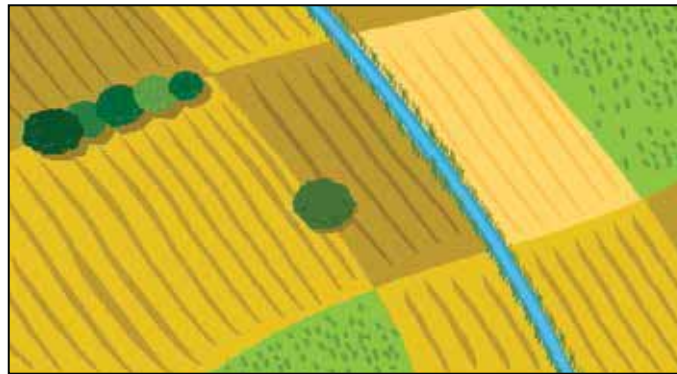
3.4. COMMENT MAINTENIR LA DIVERSITÉ D'AMPHIBIENS ET DE REPTILES EN MILIEU AGRICOLE ?

Le maintien des espèces de reptiles et d'amphibiens comporte une foule d'avantages pour la faune, la flore et les producteurs agricoles. La pérennité de ces espèces repose essentiellement sur le maintien, voire la restauration, d'habitats fonctionnels ; surtout lorsqu'on estime qu'environ 60 % des services fournis par les écosystèmes sont voués à être dégradés par les activités humaines (Limoges, 2009). Afin que leurs populations persistent dans les habitats naturels ou modifiés du paysage agricole, il est important de reconnaître les différents paramètres qui permettent la survie des reptiles et des amphibiens, à savoir :

- L'hétérogénéité du paysage;
- La taille et l'abondance des habitats;
- La connectivité entre les habitats.

Hétérogénéité du paysage : la diversité c'est la clé!

La complexité d'un paysage fournit de nombreux habitats naturels ou modifiés où l'herpétofaune peut répondre à ses différents besoins : se nourrir, se protéger des prédateurs, se reproduire et trouver un site d'hibernation. Par exemple, plusieurs espèces d'amphibiens nécessitent à la fois des habitats aquatiques et des habitats terrestres, sans lesquels ils ne peuvent être présents. Ainsi, les milieux homogènes comme les grandes cultures ininterrompues ou les ruisseaux redressés bordés d'une mince bande riveraine offrent peu d'opportunités à l'herpétofaune afin de satisfaire ses besoins vitaux (Wisler *et al.*, 2008; COGIRMA, 2010). Un paysage agricole idéal pour la conservation des reptiles et des amphibiens est composé d'un enchevêtrement d'une grande diversité d'habitats naturels interconnectés et de superficies agricoles diversifiées (Benton *et al.*, 2003; Guerra et Aráoz, 2015) (Figure 3.2).



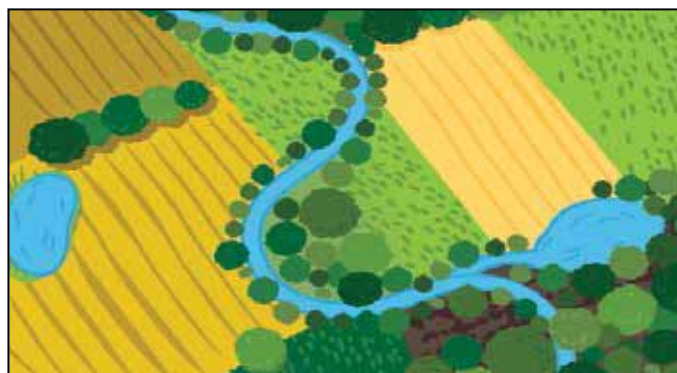
Hétérogénéité	⊖
Connectivité	⊖
Taille et abondance des habitats	⊖



Hétérogénéité	⊕
Connectivité	⊖
Taille et abondance des habitats	⊕



Hétérogénéité	⊕ ⊕
Connectivité	⊕
Taille et abondance des habitats	⊕ ⊕



Hétérogénéité	🐸!
Connectivité	🐸!
Taille et abondance des habitats	🐸!

Figure 3.2 - Paysage agricole présentant un potentiel croissant des habitats pour l'herpétofaune en milieu agricole au niveau de l'hétérogénéité, de la connectivité, de la taille et de l'abondance des habitats.

Taille et abondance des habitats : plus grands, plus nombreux

Pour qu'une population de reptiles ou d'amphibiens puisse se maintenir, il est primordial que les habitats présents soient suffisamment grands et abondants pour accommoder un certain nombre d'individus et permettre la complétion de leur cycle vital. Le fait de conserver des habitats trop petits les rend vulnérables aux variations environnementales et plus susceptibles de disparaître en cas de perturbation (Lande, 1993). Il est donc préférable de maintenir un maximum d'habitats pour l'herpétofaune, d'une taille suffisante pour permettre l'établissement ou la survie des populations locales ainsi que l'accomplissement des différentes étapes de leur cycle de vie. Les habitats de petite taille sont également d'une importance capitale car ils servent de refuge et facilitent les déplacements d'un milieu à un autre, connectant alors les habitats entre eux (Semlitsch et Bodie, 1998).

La question de la taille minimale d'un habitat à conserver pour protéger les populations de reptiles et d'amphibiens est toujours sujette à débat et dépend largement du contexte et de la population en question (Tear *et al.*, 2005; Flather *et al.*, 2011). Néanmoins, il a été démontré dans la littérature que des aires plus grandes comprenaient davantage d'habitats différents, une plus grande protection de leurs caractéristiques physiques (humidité, température, etc.) et, par conséquent, plus d'espèces (Connor et McCoy, 1979; Kallimanis *et al.*, 2008; Ricklefs et Lovette, 1999). Il est recommandé que la largeur de l'habitat terrestre des reptiles et des amphibiens vivant autour d'un plan d'eau soit de 300 mètres (Arvisais *et al.*, 2002; Ouellet et Leheurteux, 2007; Semlitsch et Bodie, 2003; Figure 3.3).

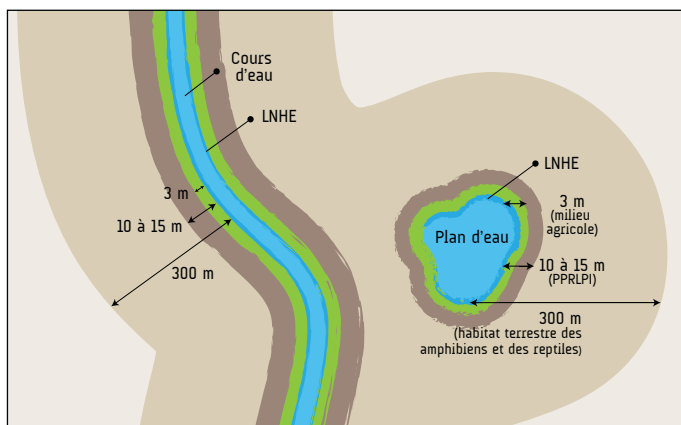


Figure 3.3. - Bande terrestre de 300 mètres à partir de la ligne naturelle des hautes eaux (LNHE) recommandée pour la protection des habitats des amphibiens et des reptiles. Une bande riveraine minimale de trois mètres doit être appliquée en milieu agricole (Martineau, 2014; Québec, 2015a). Une bande riveraine minimale de 10 à 15 mètres est proposée par la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI; Québec, 2015a).

Connectivité entre les habitats : des habitats continus

En plus d'être présents, les habitats doivent être accessibles pour répondre aux besoins des différentes espèces (Figure 3.4). Il est primordial que les déplacements soient possibles entre les habitats d'hiver, d'été, d'alimentation et de reproduction et que les individus puissent migrer d'une population à une autre. Contrairement à la pensée populaire, les habitats de petite taille ont beaucoup de valeur car ils font office de corridors de dispersion (Semlitsch et Bodie, 1998). De ce fait, ils permettent le maintien de certaines espèces à travers le paysage en permettant la recolonisation périodique des habitats où les populations se sont éteintes (Griffith *et al.*,

2010; Semlitsch, 2000). Ceci est essentiel pour plusieurs espèces, comme la rainette faux-grillon de l'Ouest dont les capacités de déplacement sont faibles et dont les individus migrants doivent souvent traverser des paysages très fragmentés et perturbés (Environnement Canada, 2015b).



Figure 3.4 - Corridor de dispersion sous forme de haies brise-vents et de bandes riveraines

Le choix des corridors de dispersion varie selon les besoins de chaque espèce en matière d'habitat, mais aussi selon leur capacité de dispersion et leur méthode de déplacement. Par exemple, afin d'éviter de se déshydrater, les amphibiens se déplacent davantage dans les milieux possédant un taux d'humidité plus élevé et favorisent donc l'usage de bandes riveraines larges et boisées, de haies brise-vents ou d'étangs temporaires pour se disperser (Burbrink *et al.*, 1998; Semlitsch et Bodie, 1998; Berry *et al.*, 2005). La présence de troncs d'arbres, de branches ou de pierres au sol favorise également la migration des reptiles et des amphibiens en créant des abris où les migrants pourront se reposer, s'hydrater et s'alimenter (Berry *et al.*, 2005). La largeur minimale pour un corridor encourageant la dispersion des reptiles et des amphibiens serait d'environ 30 mètres, mais il est recommandé de viser plus de 180 mètres de largeur afin de pallier aux effets de bordure et offrir une variété optimale d'habitats (Bentrup, 2008). Il est à noter que des largeurs minimales plus élevées s'appliquent toutefois pour assurer la propagation d'une plus grande diversité d'espèces fauniques, dont les oiseaux et les grands mammifères (Bentrup, 2008).

Par ailleurs, avant d'envisager d'améliorer ses pratiques agricoles pour assurer une meilleure conservation des habitats des amphibiens et des reptiles selon les principes énoncés plus haut, il est suggéré de s'informer sur le type et le nombre d'espèces présentes sur votre territoire d'activités. Les recommandations contenues dans ce guide visent parfois des espèces ou des groupes d'espèces précis qui peuvent être présents ou absents de votre territoire. À cet égard, il est conseillé de faire une demande d'informations sur les espèces communes et/ou à statut précaire pouvant être présentes dans votre territoire d'activités en contactant les organismes suivants :

- Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ; www.cdpmnq.gouv.qc.ca/demande.asp)
- Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ; www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca)
- Organisme de bassin versant (OBV) de votre région (robvq.qc.ca/obv)
- Direction régionale du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP; www.mffp.gouv.qc.ca/nousjoindre/nousjoindre-regions.jsp)
- Organismes de conservation locaux

4. ENJEUX ET RECOMMANDATIONS SELON LE TYPE DE CULTURE

Plusieurs types de cultures sont pratiqués dans le territoire agricole du Québec et les enjeux liés à la conservation de l'herpétofaune varient considérablement selon les différentes productions (Tableau 2). Ces enjeux réfèrent à des problématiques auxquelles font face les amphibiens et les reptiles dans le paysage agricole. À titre d'exemple, les grandes cultures, telles que celles du maïs et du soya, requièrent l'utilisation exclusive de la terre et présentent des répercussions plus importantes sur la faune que l'acériculture, où une grande partie

du milieu naturel est préservée (COGIRMA, 2010). Certains enjeux sont toutefois globaux, partagés par toutes les cultures, et sont traités plus en détails dans la section « Enjeux généraux » afin d'éviter la redondance. Cette section adresse les pratiques actuelles permises et n'aborde pas les pratiques contrevenant aux lois et normes environnementales en vigueur, notamment en ce qui a trait à l'entretien de la machinerie agricole et à l'entreposage des produits dangereux (ex : déversement d'hydrocarbures).

Elle vise à illustrer des enjeux selon les types de cultures et à proposer des pratiques plus favorables pour permettre la conservation des habitats des reptiles et des amphibiens. Dans cette section du guide, les cultures suivantes sont couvertes :

- Grandes cultures
- Petits fruits
- Fourrages
- Pâturages
- Arbres fruitiers
- Arbres de Noël
- Acériculture

TABLEAU 2.
Principaux enjeux pour la conservation de l'herpétofaune selon certaines cultures agricoles.

ENJEUX / ÉLÉMENT OU PRATIQUE AGRICOLE	GRANDES CULTURES	PETITS FRUITS			FOURRAGES	PÂTURAGES	ARBRES FRUITIERS	ARBRES DE NOËL	ACÉRICULTURE
		Fraises	Bleuets-framboises	Canneberges					
Application de pesticides	3	3	2	2	1	0	3	1	0
Application d'engrais	3	1	1	1	1	0	1	1	1
Mortalité liée à la machinerie	1	0	0	1	3	0	1	1	0
Homogénéisation de l'habitat	3	2	2	2	2	1	2	2	1
Érosion du sol	3	2	0	0	0	1	0	0	1
Piétinement et déjections	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Irrigation/drainage d'habitats aquatiques	2	0	0	2	1	1	0	0	1
Compaction du sol	2	1	0	0	1	1	1	1	2
Dessiccation	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Perte d'habitat	3	3	2	2	2	1	2	2	2*

RISQUE QUE L'ÉVÉNEMENT OU LA PRATIQUE SE MANIFESTE ET AIT DES IMPACTS ÉLEVÉS SUR L'HERPÉTOFAUNE

① Nul ou peu appréhendé ① Faible ② Modéré ③ Élevé

* La perte d'habitat en acériculture se manifeste entre autres en une modification de la composition du sous-bois et du sol forestier

4.1 ENJEUX GÉNÉRAUX

4.1.1 BON VOISINAGE AVEC LES MILIEUX NATURELS

L'herpétofaune peut être présente dans de nombreux milieux agricoles d'apparence inhospitaliers pour la faune, dont les grandes cultures, puisqu'elle peut faire usage d'autres éléments du paysage agricole en guise d'habitat. En effet, la proximité de boisés, de pâturages, d'étangs, de bandes riveraines, de haies brise-vents ou de fossés peut permettre la présence d'une grande diversité de reptiles et d'amphibiens en milieu agricole (voir section 5). Par exemple, les couleuvres peuvent être aperçues en train de se déplacer ou de se réchauffer en champ, mais demeurent néanmoins dépendantes d'autres éléments du paysage, notamment d'abris afin de s'alimenter et servir de refuges contre les prédateurs (Wisler *et al.*, 2008). S'assurer que des habitats soient disponibles et accessibles autour des cultures est donc primordial pour les reptiles et les amphibiens. Les cultures et les aménagements en milieu agricole dont ils peuvent profiter sont principalement les suivants :

- Bandes riveraines
- Haies brise-vent
- Fossés de drainage
- Cultures fourragères
- Pâturages
- Plans d'eau artificiels
- Amoncellements de débris (bois, pierre)
- Vieux bâtiments agricoles
- Terres abandonnées en friche
- Forêts en production acéricole



Figure 4.1 Parcelle d'habitat près d'une culture de maïs

4.1.2 LES PESTICIDES

Suite à leur application dans les milieux agricoles, les pesticides, leurs sous-produits et leurs adjuvants peuvent être transportés vers les habitats aquatiques, que ce soit par dérive aérienne, ruissellement ou lessivage (Wauchope, 1978; Kirk, 2000). Les pesticides regroupent les insecticides, les herbicides et les fongicides. Les amphibiens surtout, en raison de leur peau perméable, sont alors exposés aux pesticides qui se retrouvent dans l'eau, dans les sédiments et dans leurs tissus (Quarles, 2015).

Au Québec, une étude a examiné les circonstances entourant les malformations observées chez la grenouille verte, la grenouille léopard, le ouaouaron et le crapaud d'Amérique. Cette étude a révélé un taux de malformations de

12 % plus élevé en milieu agricole (cultures de maïs, de patates, de soya, de blés et d'orge) que dans des milieux naturels non exposés aux pesticides (Ouellet *et al.*, 1997). Allran et Karasov (2001) ont par ailleurs observé une plus faible biodiversité et moins d'amphibiens dans des sites situés près de champs agricoles par rapport à des sites situés en territoire non agricole. Certains des pesticides utilisés dans les cultures adjacentes aux milieux étudiés par Ouellet *et al.* (1997) étaient l'atrazine et le glyphosate. En effet, parmi les ingrédients actifs des pesticides les plus utilisés et les plus retrouvés dans les cours d'eau québécois, on retrouve principalement les composantes de trois herbicides : l'atrazine, le glyphosate et le S-métolachlore (Giroux, 2015). Aux États-Unis, le même constat a été rapporté en Californie et en Iowa (Smalling *et al.*, 2013; Smalling *et al.*, 2015). Dans ce pays, le glyphosate et l'atrazine font partie de 30 % de tous les pesticides utilisés (EPA, 2011). Le tableau 3 présente les différents effets de l'exposition des reptiles et des amphibiens à ces produits. Les concentrations toxiques dans l'eau ont été mesurées en laboratoire. Par contre, de telles mesures réalisées dans l'environnement peuvent s'avérer conservatrices puisque les pesticides ont eu le temps de s'intégrer aux sédiments et aux tissus des amphibiens avant que leurs concentrations ne soient mesurées dans l'eau. Les concentrations de pesticides alors mesurées dans les tissus des amphibiens et dans les sédiments peuvent dépasser de 2500 à 5000 fois les concentrations qui sont mesurées dans l'eau (Smalling *et al.*, 2013; Smalling *et al.*, 2015). Les larves d'amphibiens peuvent être exposés à ces niveaux élevés de pesticides dans les sédiments en se nourrissant tandis que les adultes le sont en hibernant dans le fond des plans d'eau (Smalling *et al.*, 2015).

TABLEAU 3.
Les effets d'ingrédients actifs de certains pesticides retrouvés dans les plans d'eau sur l'herpétofaune.

INGRÉDIENT ACTIF	EFFET SUR L'HERPÉTOFAUNE	RÉFÉRENCE
Glyphosate (avec POEA)	Hermaphrodisme	Howe <i>et al.</i> , 2004
	Toxicité (liée au surfactant POEA)	Tsui et Chu, 2003; Giesy <i>et al.</i> , 2000; Howe <i>et al.</i> , 2004
	Ralentissement du développement	Howe <i>et al.</i> , 2004
	Malformations	Howe <i>et al.</i> , 2004
	80 % de mortalité à 570 ppb* dans l'eau	Wagner <i>et al.</i> , 2014
Atrazine	Réduction de la taille des adultes	Diana <i>et al.</i> , 2000
	Suppression du système immunitaire à 21 ppb dans l'eau	Bishop <i>et al.</i> , 2010; Christin <i>et al.</i> , 2003; Christin <i>et al.</i> , 2004; Rohr <i>et al.</i> , 2008
	Hermaphrodisme	Hayes <i>et al.</i> , 2002; Hayes <i>et al.</i> , 2003
	Perturbateur endocrinien à 0,1 ppb dans l'eau	Hayes <i>et al.</i> , 2003; Rohr et McCoy, 2010
Endosulfan	Mortalité à 10 ppb dans l'eau	Lavorato <i>et al.</i> , 2013; Smalling <i>et al.</i> , 2013
S-métolachlore	Suppression du système immunitaire (synergie avec l'atrazine)	Hayes <i>et al.</i> , 2006
	Malformations	Osano <i>et al.</i> , 2002

*ppb=partie par milliard

Glyphosate

Les pesticides les plus utilisés à travers le monde sont les herbicides à base de glyphosate, qui sont souvent accompagnés d'un surfactant, le POEA (polyoxyéthylène amine), un adjuvant facilitant leur assimilation par les plantes et que l'on trouve dans certaines formules de Roundup® (Relyea et Jones, 2009). Malgré le fait que la toxicité des pesticides à base de glyphosate et de leurs produits dérivés (AMPA) soit considérée faible à modérée chez les amphibiens, des études ont démontré que la toxicité du POEA comportait des risques importants pour l'herpétofaune; une toxicité parfois 400 fois plus élevée (Tsui et Chu, 2003; Howe *et al.*, 2004; Relyea et Jones, 2009; Wagner *et al.*, 2013).

Atrazine

L'atrazine est un composé actif utilisé comme herbicide dont le risque de persistance dans l'environnement et le potentiel de lessivage vers les plans d'eau sont élevés (Sage pesticides, 2015). Cet ingrédient, qui agit chez les animaux comme un perturbateur endocrinien, a pour effet d'interférer avec le développement des organes reproducteurs mâles et d'engendrer des cas d'hermaphrodisme produisant alors des troubles au niveau de la reproduction chez les amphibiens et les tortues, mais également chez les poissons et les mammifères (Hayes *et al.*, 2002; Hayes *et al.*, 2011). Une concentration de seulement 0,1 ppb perturbe le système hormonal des amphibiens tandis que des concentrations de plus de 100 ppb sont fréquemment mesurées dans les plans d'eau et les milieux humides adjacents aux cultures (Bishop *et al.*, 2010; Hayes *et al.*, 2002; Hayes *et al.*, 2003; Rohr et McCoy, 2010). L'atrazine a même été détectée dans l'eau de pluie à des concentrations de 0,4 ppb (Hall *et al.*, 1993). En milieu terrestre, l'application directe de pesticides contenant de l'atrazine peut résulter à des taux de mortalité de près de 80 % chez les grenouilles (Relyea, 2005). L'atrazine fait d'ailleurs l'objet d'une initiative de la Stratégie québécoise sur les pesticides 2015-2018 visant à réduire son utilisation (MDDELCC, 2015). Ce pesticide a été interdit en Europe puisqu'il contaminait les eaux souterraines (Quarles, 2015).

S-métolachlore

Les études réalisées sur le S-métolachlore portent à croire que les effets directs de ce pesticide sur les amphibiens sont modestes (Mazanti *et al.*, 2003; Hayes *et al.*, 2006). Néanmoins, un des produits qui en dérive, le 2-éthyl-6-methylaniline, engendre des risques de malformations (ex: anomalies des yeux, déformation des membres), de suppression du système immunitaire et de mortalité chez

les amphibiens (Osano *et al.*, 2002). De plus, il peut agir de manière synergique avec d'autres contaminants, comme l'atrazine, et amplifier les effets néfastes de ces contaminants, dont la suppression du système immunitaire et la mort (Mazanti *et al.*, 2003; Hayes *et al.*, 2006). Le S-métolachlore comporte un risque de persistance modéré dans l'environnement ainsi qu'un potentiel de lessivage élevé (Sage pesticides, 2015).

Les combinaisons synergiques

Au même titre que le S-métolachlore et l'atrazine, les combinaisons de deux ou plusieurs pesticides, tels que les insecticides endosulfan et diazinon, peuvent comporter des effets synergiques augmentant leurs effets toxiques sur l'herpétofaune (Hayes *et al.*, 2006; Relyea, 2009). L'endosulfan est un des seuls insecticides organochlorés encore sur le marché; le DDT et ses dérivés ayant été retirés en raison de leur toxicité et de leur persistance dans l'environnement (Quarles, 2015). Des concentrations trop élevées d'endosulfan dans l'eau peuvent être mortelles pour les amphibiens (Smalling *et al.*, 2013). Par ailleurs, il est de plus en plus rapporté que les pesticides, en réduisant ou supprimant les réponses immunitaires des amphibiens, diminueraient leur tolérance à d'autres menaces qui les guettent en milieux naturels, notamment les infections causées par les parasites, les virus (ex: ranavirus), les champignons virulents tels que *Batrachochytrium dendrobatidis*, l'exposition aux rayons UV et d'autres sources de contamination de l'eau (Relyea et Mills, 2001; Kiesecker, 2002; Christin *et al.*, 2003; Gendron *et al.*, 2003; Relyea, 2003; Bérubé *et al.*, 2005; Rohr *et al.*, 2008). Ces effets mèneraient alors à des pertes de poids et de taille, notamment observées chez le ououaron et la grenouille léopard, et à des malformations réduisant la résistance des amphibiens aux stress naturels (Christin *et al.*, 2003; Bérubé *et al.*, 2005; Boily *et al.*, 2005).

L'application peut faire la différence

Le produit utilisé, la dose appliquée, la méthode d'épandage, le moment choisi et la machinerie utilisée peuvent avoir un impact sur les risques que les pesticides employés soient exportés vers les habitats adjacents des reptiles et des amphibiens. Par exemple, l'épandage de petits volumes à la fois, tout en respectant les normes de l'homologation, peut permettre de faciliter l'absorption par les plantes tout en réduisant la concentration de contaminants auxquels les amphibiens sont exposés (Jones *et al.*, 2010). Le choix et l'ajustement de la machinerie peut également contribuer

à réduire la dérive des pesticides en installant des équipements spécialisés. Notamment, les buses antidérive pour les pulvérisateurs à rampe (grandes cultures, cultures de petits fruits) et à jet porté (vergers, vignobles, arbres de Noël) permettent de réduire de 50 à 85 % la dérive des pesticides (Piché, 2008). De plus, le fait de procéder à l'application lorsque les conditions météorologiques sont favorables, c'est-à-dire en l'absence de vent et de précipitations prochaines, contribue à réduire la quantité de pesticides qui seront exportés vers l'environnement, que ce soit en raison de la dérive aérienne, du ruissellement ou du lessivage (Piché, 2008). Enfin, de façon générale, les amphibiens et les reptiles se disperseront dans les champs en culture durant leur période la plus active de l'année, soit environ de la fin mai au début d'octobre (Desroches et Rodrigue, 2004). Durant la journée, ils se disperseront lorsque la température sera suffisamment élevée pour être actifs, ce qui va du début de l'avant-midi à la fin de l'après-midi. Le moment d'épandage recommandé est donc le même que ce qu'il est conseillé pour réduire l'impact des pesticides sur les abeilles, soit tôt le matin ou en fin de journée (Stéphanie Mathieu, comm. pers.).

Pour davantage de détails concernant l'équipement à favoriser pour réduire la dérive, consulter le document *La dérive des pesticides : prudence et solutions* (Piché, 2008).

La protection

Il est possible de limiter le temps d'exposition des larves d'amphibiens en protégeant les abords des plans d'eau. Par exemple, le POEA ajouté au glyphosate comporte une demi-vie estimée à 7 à 14 jours au sol pour environ 21 à 42 jours dans les milieux aquatiques comme les lacs, les étangs et les rivières (Giesy *et al.*, 2000). Le fait de ralentir le parcours de l'eau et d'augmenter le temps entre l'application et l'arrivée dans les plans d'eau peut limiter la période d'exposition des amphibiens à ce produit. Notamment, le maintien d'une zone tampon ou d'une bande riveraine végétalisée peut agir comme un filtre et intercepter ou ralentir le passage des eaux de ruissellement. De cette manière, le produit a le temps de se dégrader avant d'atteindre les milieux aquatiques ou y demeure actif moins longtemps que s'il s'y était rendu plus rapidement par ruissellement (Madrigal *et al.*, 2002).

Afin de se renseigner sur les risques associés aux différents pesticides par rapport à la santé et à l'environnement, il est recommandé de consulter la *Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture* (MAPAQ, 2011) et les sites web suivants : sagepesticides.qc.ca ou encore irpeqexpress.qc.ca (MAPAQ, 2015a).

Recommandations

De manière à réduire les impacts des pesticides sur les populations de reptiles et d'amphibiens, il serait favorable de :

- Choisir de préférence des pesticides sans POEA lorsque le glyphosate doit être utilisé
- Réduire ou bannir l'utilisation de pesticides contenant de l'atrazine, de l'endosulfan et du S-métolachlore
- Choisir des pesticides dont la toxicité ou l'indice de risque environnemental (IRPe) est moindre que des produits équivalents
- Utiliser une machinerie adaptée
- Effectuer un réglage de l'équipement de manière à avoir un bon contrôle sur le dosage et sur l'application des produits afin d'utiliser la dose minimale requise
- Éviter d'appliquer lorsque des conditions météorologiques sont peu propices (vent, pluies imminentes) pour éviter les pertes liées à la dérive aérienne et au ruissellement
- Effectuer un dépistage des mauvaises herbes afin d'identifier le produit adéquat à appliquer et afin de pulvériser lorsque les herbes indésirables sont de petite taille
- Maintenir une bande riveraine végétalisée ou des haies brise-vent pour intercepter les pesticides exportés hors des champs cultivés
- Respecter les zones tampon recommandées dans le Code de gestion des pesticides de la Loi sur les pesticides (Québec, 2015b):
 - Appliquer à plus de 30 mètres d'un plan d'eau ou d'un cours large de plus de 4 mètres lorsque le dispositif d'application est à moins de 5 mètres de hauteur par rapport au sol
 - Appliquer à plus de 60 mètres d'un plan d'eau ou d'un cours large de plus de 4 mètres de large lorsque le dispositif d'application est à plus de 5 mètres de hauteur par rapport au sol
 - Appliquer à plus de 3 mètres d'un plan d'eau, d'un cours d'eau de moins de 4 mètres de large ou d'un fossé dont l'aire d'écoulement (largeur moyenne multiplié par la hauteur moyenne) de la partie du cours d'eau ou du fossé est supérieure à 2 mètres carrés
 - Appliquer à plus de 1 mètre d'un cours d'eau de moins de 4 mètres de large, incluant les cours d'eau intermittents, ou d'un fossé dont l'aire d'écoulement de la partie du cours d'eau ou du fossé est inférieure à 2 mètres carrés
- Si accessibles et souhaitées, envisager des alternatives aux pesticides

4.1.3. LUTTE INTÉGRÉE, CULTURE BIO ET PERMACULTURE

La lutte intégrée s'avère une option intéressante pour limiter les impacts des pesticides sur les milieux naturels. La réduction de l'usage des pesticides contribue en effet à améliorer la qualité des sols et de l'eau pour l'herpétofaune et pour une foule d'alliés naturels des cultures présents dans les habitats naturels périphériques (MRNF, 2007 ; MAPAQ, 2011). La lutte intégrée implique, tel qu'indiqué dans la section 4.1.2, un choix astucieux du moment de l'application des pesticides, de la dose appliquée, de la méthode d'application et du produit utilisé. Cette approche intègre également des méthodes telles que le désherbage manuel, le lâcher de parasitoïdes, la capture de parasites et les cultures de couverture (PELI, 2014). Pour de plus amples informations, vous pouvez consulter la *Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture* (MAPAQ, 2011) et le site du Pôle d'excellence en lutte intégrée à l'adresse suivante : www.lutteintegree.com (voir section 8).

La culture biologique vise, entre autres, à éliminer l'usage de pesticides conventionnels de synthèse en se limitant à une certaine gamme de produits homologués biologiques (biopesticides). Cette pratique vise à assurer la protection de la fertilité des sols et de la diversité biologique de manière à favoriser une agriculture durable (Gouvernement du Canada, 2011). De plus, des petits fruits aux grandes cultures, la culture biologique ouvre des parts de marché intéressantes pour le producteur agricole tout en réduisant les impacts des pesticides sur l'habitat des reptiles et des amphibiens (Agri-Protection, 2014). Il est important de garder en tête que les bienfaits écologiques de cette culture sont intimement liés aux concepts sous-jacents de protection de la biodiversité, de l'eau et des sols (MDDEP, 2011). Par exemple, le travail intensif du sol peut être pratiqué en culture biologique, malgré qu'il soit incompatible avec la conservation des sols et de la faune. Par ailleurs, il est à noter que les biopesticides peuvent contenir du cuivre, du soufre ou même de l'acide acétique. Une prudence s'impose toutefois quant à la considération de ces produits comme n'ayant aucun impact sur l'environnement et la faune.

La permaculture s'avère une méthode prometteuse d'agriculture à petite échelle utilisant les différentes propriétés structurales et physico-chimiques des végétaux pour optimiser les rendements agro-alimentaires. Cette technique utilise les propriétés répulsives d'une diversité de plantes aromatiques pour repousser les ravageurs ainsi que l'utilisation de diverses strates végétales pour optimiser l'efficacité des alliés des cultures (Veteto et Lockyer, 2008). Cette diversité résulte en un large éventail d'opportunités d'habitats bénéfiques pour les reptiles et les amphibiens, tout en évitant le recours aux intrants qui dégradent les sols et les milieux aquatiques environnants.



Coeleuvre verte

4.1.4 MACHINERIE ET PARCIMONIE

L'utilisation parcimonieuse de la machinerie agricole permet de limiter les risques de compaction du sol, les émissions de gaz à effet de serre (GES) et la mortalité chez les amphibiens et les reptiles qui sont tout aussi vulnérables aux roues qu'aux lames de la machinerie (Erb et Jones, 2011; Soane *et al.*, 2012). Par exemple, l'adoption de la technique de semis direct peut permettre de réduire et même d'éliminer le travail du sol, ce qui peut entraîner une réduction des nombreux passages par rapport à une régie de travail du sol avec labour. Cette approche permet de diminuer les risques de compaction du sol, mais également les rencontres fâcheuses entre l'herpétofaune et la machinerie (voir section 4.2) (Figure 4.2). D'ailleurs, au même titre que pour la pulvérisation de pesticides, il est préférable de concentrer les passages de la machinerie tôt le matin ou en fin de journée, soit lorsque la dispersion de l'herpétofaune en champ est plus limitée.



Figure 4.2 Compaction du sol par la machinerie

4.1.5 LA MODERNISATION DES INFRASTRUCTURES

Il est connu que les infrastructures agricoles comme les bâtiments, les fondations en ruines et abandonnées et les anciens murets de pierres peuvent servir de refuges pour de nombreuses espèces animales telles que les hirondelles, les chauves-souris et les petits mammifères (Paquin, 2003; Prescott et Richard, 2013) (Figure 4.3 et 4.4). Elles sont tout aussi fréquentées par des reptiles et des amphibiens, notamment par la couleuvre tachetée et la couleuvre brune (Williams, 1988; Desroches et Rodrigue, 2004). Ces structures peuvent servir de protection contre les intempéries, de site d'hibernation et aussi de source de nourriture lorsqu'elles abritent des populations de proies, tels que des rongeurs. Le retrait d'infrastructures utilisées par l'herpétofaune constitue, en soi, une perte d'habitat. Afin de favoriser la présence de reptiles et d'amphibiens, il est donc important d'identifier et de protéger les différentes structures du paysage agricole qui pourraient constituer un habitat de choix pour eux. Par exemple, les couleuvres utilisent fréquemment les fondations d'anciens bâtiments ou les anciens murets agricoles comme site d'hibernation (Costanzo, 1986; Desroches et Rodrigue, 2004; Shine et Mason, 2004). La destruction de ces cavités peut alors nuire à la survie de leurs populations. Ainsi, dans la mesure du possible, il est conseillé de conserver d'une façon ou d'une autre les structures utilisées abondamment par l'herpétofaune.



Figure 4.3 Vieille grange



Figure 4.4 Fondations en ruine



Figure 4.5 Bâtiments modernes



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 4.7 Grande culture (maïs)



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 4.8 Fossé de drainage en champ



SCV Agroglobe

Figure 4.9 Plantes de couverture

4.2 GRANDES CULTURES

Les grandes cultures façonnent de nombreux paysages du sud du Québec et côtoient de nombreux habitats d'intérêt pour l'herpétofaune. En 2013, les principales grandes cultures à travers la province, qu'elles soient à grand interligne ou cultivées sur de grandes superficies, étaient les cultures céréalières et protéagineuses (maïs, soya, orge, avoine, blé, canola) et les cultures maraîchères (légumes et pommes de terre) (MAPAQ, 2015b).

4.2.1 ENJEUX POUR LES REPTILES ET LES AMPHIBIENS

La majorité des reptiles et des amphibiens nécessite des milieux hétérogènes pour répondre à leurs besoins vitaux. Les grandes cultures, de par leur uniformité et les surfaces qu'elles occupent, s'avèrent des milieux peu propices pour l'herpétofaune en raison de l'absence d'habitats qui leur sont essentiels. De plus, puisque ces espèces se déplacent généralement lentement, la traversée de vastes champs pour passer d'un habitat à un autre s'avère difficile pour elles en raison de risques accrus de se déshydrater et d'être exposés aux prédateurs, surtout lorsque les champs ne sont pas en culture et que le sol est à nu (Marsh *et al.*, 2004; Cushman, 2006). Le travail du sol, la plantation, la récolte ou toute autre activité nécessitant l'emploi de machinerie comporte des risques de blessures ou de mortalité pour les reptiles et les amphibiens (voir section 4.1.4). L'érosion des sols peut également dégrader les habitats naturels avoisinants par l'exportation de pesticides, de sédiments et d'engrais (CRAAQ, 2010; MEQ, 2003; voir section 4.1).

4.2.2 EXEMPLES DE PRATIQUES FAVORABLES

Pour les grandes cultures, on favorisera les pratiques suivantes :

- Préserver ou augmenter la présence de milieux naturels : l'hétérogénéité du paysage
- Intégrer des cultures intercalaires ou des plantes de couverture (en associations ou à la dérobée) (Figure 4.9)
- Réduire le travail du sol et favoriser le maintien de résidus au sol
- Pratiquer la rotation des cultures
- Limiter l'utilisation de la machinerie
- Réduire l'emploi de pesticides : lutte intégrée et culture biologique

Parmi ces recommandations, trois s'avèrent plutôt particulières aux grandes cultures : l'intégration de cultures intercalaires, le maintien d'une couche de résidus avec la réduction du travail du sol ainsi que la rotation des cultures.

**Opportunités
d'aménagements
Sections 5.1 à 5.4, 5.10**



Louis Pérusse

Figure 4.10 Grenouille verte dans un champ en semis direct



Louis Pérusse

Figure 4.11 Soya en semis direct

Entre deux rangées

Intégrer des cultures d'engrais verts, en intercalaire dans la culture principale ou encore une culture de couverture, ouvre un monde d'opportunités pour les reptiles et les amphibiens dans les grandes cultures (Figure 4.9). En effet, ces cultures couvrent le sol, ce qui contribue à son enrichissement, à lutter contre sa compaction et à y maintenir un plus haut taux d'humidité (MAPAQ, 2005; Martin *et al.*, 2011). Elles réduisent alors le lessivage des pesticides et des éléments fertilisants vers les milieux aquatiques, limitent l'érosion et facilitent la dispersion des amphibiens qui sont sensibles à la dessiccation (Spight, 1968; Marsh *et al.*, 2004; Cosentino *et al.*, 2011).

Pour favoriser l'herpétofaune, une plante de couverture adéquate devrait être une plante annuelle ou un mélange de plantes annuelles qui ne nécessitent aucun brûlage ou roulage au printemps, qui couvre bien le sol et qui peut former un paillis pour la culture subséquente. On pense par exemple à la vesce commune qui meurt à l'hiver mais démarre rapidement lorsqu'elle est plantée au printemps et qui peut être accompagnée de seigle ou d'avoine afin de l'aider à entrer en compétition avec les mauvaises herbes (Martin *et al.*, 2011). La vesce se cultive bien en intercalaire dans le maïs-grain ou alors à la dérobée suite à la récolte de ce dernier. Le choix des espèces à employer varie selon les besoins du producteur, la machinerie disponible, les propriétés du sol et les objectifs de cultures (Martin *et al.*, 2011).

Pour davantage d'informations sur le choix des différentes cultures de plantes à cultiver en intercalaire ou à la dérobée en guise de couverture végétale, consulter le guide *Les cultures de couvertures : les pratiques agricoles de conservation* (Martin *et al.*, 2011) (voir section 8).

Semis direct et travail réduit du sol

Le semis direct et le travail réduit sont des pratiques développées pour combattre l'érosion des sols et la dégradation des habitats aquatiques (CPVQ, 2000; Robert, 2015) (Figure 4.11). Ces méthodes impliquent une réduction du travail du sol ainsi que le maintien d'une couche de résidus. Pour ces pratiques, il est important de gérer adéquatement les résidus et la hauteur de la coupe. En effet, hausser la coupe à au moins 100 millimètres et préférablement à 150 millimètres du sol limite la quantité de tiges qui entrent dans la moissonneuse-batteuse, ce qui améliore l'efficacité de la machinerie et peut contribuer à réduire la mortalité et les blessures des reptiles et des amphibiens se déplaçant au sol (Humbert *et al.*, 2009; Erb et Jones, 2011; MFFP, 2015).

Rotation et alternance des cultures

La rotation annuelle des cultures permet d'exploiter en alternance des cultures comme le maïs, le soya et les engrais verts. Cette hétérogénéité temporelle permet au sol de maintenir un plus haut taux de fertilité tout en réduisant les risques liés à la prolifération des mauvaises herbes et de maladies (Pouleur, 2014). De plus, l'alternance de cultures voisines variées permet à l'herpétofaune d'y retrouver une certaine hétérogénéité structurale qui leur est favorable.

Semis direct sous couvert végétal permanent (SCV)

Les grands principes à la base du semis direct sous couvert végétal permanent sont l'absence de travail de sol par les outils mécaniques, le maintien d'une couverture végétale en permanence (morte et/ou vivante) et l'intégration, dans une rotation de cultures diversifiées, de plantes de couverture aux fonctions agronomiques (Séguy et Chabanne, 2005). Cette approche systémique, qui compte sur les différentes propriétés et interactions entre les espèces cultivées, prend pour modèle l'écosystème forestier (Séguy et Chabanne, 2005). Cette méthode permet d'augmenter l'humidité au sol, de réduire le lessivage des nutriments et des sédiments, de maintenir la fertilité du sol par l'apport continu en carbone et d'augmenter la productivité des champs (Séguy et Chabanne, 2005). Ultiment, adopter ces pratiques fournit une plus grande possibilité d'habitats terrestres pour l'herpétofaune, contribue à réduire les risques d'érosion et de dégradation des habitats aquatiques avoisnants (Scopel *et al.*, 2005; Razafindramanana *et al.*, 2012), et réduit des risques de déshydratation des amphibiens qui tenteraient de traverser les champs (Spight, 1968; Marsh *et al.*, 2004; Cosentino *et al.*, 2011).

Pour davantage d'informations sur l'implantation du SCV au Québec, consulter le site de SCV Agrologie : www.scvagrologie.com (voir section 8).

Saviez-vous que ?

La couleuvre rayée, très commune au Québec, peut occasionnellement utiliser les grandes cultures pour se déplacer, trouver des proies et se cacher des prédateurs. Elle consomme volontiers plusieurs petits animaux et a même développé une résistance aux toxines d'un triton extrêmement toxique (Williams *et al.*, 2010). Le fait de varier les pratiques culturales lui fournit un plus grand éventail d'opportunités pour trouver un refuge contre ses prédateurs, se disperser et s'alimenter.



Figure 4.12 Couleuvre rayée

4.3 CULTURES DE PETITS FRUITS

Les pratiques varient beaucoup entre les différentes cultures de petits fruits, qu'il s'agisse de peuplements naturels aménagés pour le bleuet nain, de cultures inondables pour la canneberge ou encore de champs pour la fraise, la framboise, le raisin et le bleuet géant. Plusieurs de ces cultures sont pérennes et ne nécessitent que peu de travail du sol alors que certaines peuvent comporter des défis plus importants pour la conservation de l'herpétofaune.



Figure 4.13 Bleuetière en champ

4.3.1 ENJEUX POUR LES REPTILES ET LES AMPHIBIENS

L'utilisation des pesticides et la perte d'habitat naturel constituent les principaux enjeux pour l'herpétofaune au sein de la culture des petits fruits en champ (raisins, framboises, fraises, bleuets) (voir section 4.1.2). Les cultures des petits fruits varient, entre autres, au niveau de la durée des cultures, du travail du sol et de l'utilisation d'intrants. Par exemple, certains fruits comme la fraise sont cultivés sur des champs nus sur une période bi-annuelle alors que d'autres, comme la framboise et le bleuet géant, sont cultivés sur des périodes plus longues et dans des champs avec une végétation de couverture (Duval, 2003b; Thireau et Lefebvre, 2014). La culture de la canneberge présente une différence notable du fait qu'elle doit être inondée de manière périodique. Ce bouleversement au niveau de l'habitat pouvant être utilisé par l'herpétofaune peut alors avoir un impact sur leurs populations.

Cultures « courtes » : l'exemple de la fraise

La fraise est cultivée sur une période de deux ans et s'avère particulièrement exigeante par rapport au travail du sol et à l'utilisation de pesticides (Thireau et Lefebvre, 2014). En effet, le contrôle des mauvaises herbes est primordial pour la culture de la fraise et nécessite un travail important du sol lors de la préparation du site et lors des sarclages aux 10 jours en saison, peu de temps après la plantation (Thireau et Lefebvre, 2014). Des pesticides sont également utilisés à de nombreuses reprises, notamment lors de la préparation du site, de la pré-plantation, de l'entretien des cultures en saison, de la rénovation et de la préparation des plants pour la dormance (Thireau et Lefebvre, 2014). L'utilisation fréquente de pesticides nocifs pour l'herpétofaune, dont le S-métolachlore (voir section 4.1.2), jumelée à un travail fréquent du sol, augmente les chances d'érosion et d'exportation de pesticides et de sédiments vers les habitats aquatiques de l'herpétofaune. De plus, l'absence de couverture au sol offre un milieu ouvert et sec peu propice aux reptiles et aux amphibiens, que ce soit pour y vivre ou s'y disperser.



Éric Labonté, MAPAQ

Figure 4.14 La récolte des canneberges

Cultures pérennes : le bleuet et la framboise

Le bleuet géant et la framboise sont cultivés en rang avec une végétation de couvre-sol sur des périodes allant de 10 à 30 ans en plus de ne nécessiter que peu de fertilisants et de travail du sol (Duval, 2003a; Duval, 2003b) (Figure 4.13). Néanmoins, l'utilisation des pesticides pour le contrôle des ravageurs et des mauvaises herbes peut présenter des risques pour l'herpétofaune (voir section 4.1.2.).

La canneberge - entre deux périodes d'irrigation

En production de canneberges, l'irrigation des bassins de rétention pour inonder les cultures a pour effet d'assécher partiellement des plans d'eau temporaires où est emmagasinée l'eau. Plusieurs espèces de salamandres, d'anoures et de tortues peuvent être attirées par ce type de bassins qui y trouvent un plan d'eau idéal pour y vivre et se reproduire. Cependant, leur cycle de vie aquatique peut se voir perturbé lorsque le niveau d'eau de ces bassins est abaissé pour irriguer les cannebergières ou encore pour l'arrosage (Wen, 2010; Wen, 2015).

4.3.2 EXEMPLES DE PRATIQUES FAVORABLES

Voici les principales recommandations visant à favoriser l'herpétofaune au sein des cultures de petits fruits :

- Utiliser des cultivars indigènes résistants et peu exigeants
- Adopter la culture biologique
- Utiliser des cultures de couverture
- Effectuer la rotation des cultures
- Utiliser du paillis
- Réduire les perturbations des bassins de rétention des cannebergières

Les fraises avec engrais verts et couvre-sols

L'utilisation de diverses espèces végétales peut contribuer à contrôler la prolifération des mauvaises herbes dans les plantations de fraises tout en permettant au sol de maintenir ses propriétés pour les cultures (Carroll *et al.*, 2010). Des engrais verts peuvent en effet être cultivés comme végétation de couverture puis être intégrés au sol afin de le fertiliser tout en limitant le développement de mauvaises herbes au cours de la croissance des

plants. Cette mesure, accompagnée par le désherbage manuel, la rotation des cultures et l'ajout de paillis protecteur pour l'hiver (de la fin-novembre à avril), peut contribuer à réduire l'utilisation de pesticides et donc la contamination des habitats des amphibiens et des reptiles. De plus, la présence de plantes de couverture en cultures de fraises fournira alors un meilleur potentiel comme habitat ou milieu de dispersion pour l'herpétofaune; plusieurs espèces se dispersant plus favorablement dans des milieux plus couverts (Cosentino *et al.*, 2011; Marsh *et al.*, 2004).

Une des façons les plus utilisées pour réduire l'emploi de pesticides pour la culture de la fraise s'avère le travail du sol (Carroll *et al.*, 2010). Néanmoins, le travail du sol peut favoriser l'érosion et la dégradation des habitats aquatiques de l'herpétofaune adjacents aux cultures. Des mesures de protection de ces habitats doivent donc être adoptées telle que l'aménagement d'une bande riveraine élargie qui interceptera à la fois les sédiments et les contaminants (voir section 5.1.).

Les cultures pérennes et le paillis

Les cultures pérennes comme la framboise et le bleuet géant favorisent la faune en raison du peu de travail du sol qu'elles nécessitent, mais aussi de la présence de végétation de couverture entre les rangées cultivées qui limite l'érosion et la perte de nutriments en plus d'intercepter les pesticides. L'utilisation d'un paillis au pied des cultures ainsi que l'utilisation d'une plante de couverture contribuent également à limiter le développement des mauvaises herbes et donc l'exportation de pesticides vers les milieux naturels tout en favorisant la croissance des plants (Duval, 2003a; Duval, 2003b). Ces mesures contribueront à la persistance des reptiles et des amphibiens autour des cultures de bleuets et de framboises.

Cultures d'espèces indigènes, en vogue ou émergentes

Les cultures émergentes de certaines plantes indigènes, comme l'amélanancier, offrent des options de cultures très intéressantes (Boivin, 2003). En effet, malgré le fait que le marché soit peu développé pour ces fruits, certaines de ces espèces sont de bonnes candidates pour la culture au Québec car plusieurs d'entre elles, comme l'aronia et le pimbina, sont résistantes aux ravageurs, aux maladies et aux intempéries d'ici, sont peu exigeantes en matière d'engrais et poussent dans des terres considérées peu hospitalières (Croisetière et Richer, 2006). Ces espèces ne nécessitent donc pas une application aussi élevée en pesticides, ce qui peut réduire les coûts et le travail à effectuer au champ.

Néanmoins, certaines de ces cultures présentent des défis importants par rapport à leur mise en marché et à leur productivité en champ (Agrinova, 2008). Plusieurs de ces petits fruits s'avèrent toutefois d'excellents candidats pour être inclus dans des aménagements tels que les bandes riveraines végétalisées (voir section 5.1) ou encore les haies brise-vents qui favorisent l'herpétofaune (voir section 5.2) (Vézina, 2012).

Opter pour la lutte intégrée, le « bio » ou la permaculture

La régie biologique, la permaculture et la lutte intégrée limitent l'utilisation de pesticides de synthèse et offrent des solutions qui limitent les enjeux de ces produits envers l'environnement (Duval, 2003a ; MAPAQ, 2011). De plus, malgré les pertes plus élevées liées aux ravageurs, il a été démontré que ce mode de culture peut s'avérer particulièrement intéressant, entre autres chez la fraise et chez la framboise en raison du prix de vente plus élevé des fruits biologiques, tout en favorisant la conservation des reptiles et des amphibiens (Duval, 2003a; Duval, 2003b). Le Québec s'avère d'ailleurs le premier producteur mondial de canneberges biologiques (MAPAQ, 2010).

Les bassins des cannebergières

Bien qu'ils soient destinés aux opérations culturales, les bassins de rétention peuvent bénéficier à certaines espèces herpétofauniques, dont des anoues et des salamandres, s'ils ont l'opportunité d'y réaliser leur cycle de vie aquatique entre l'inondation printanière et celle de l'automne (Wen, 2010) (Figure 4.14). Réduire la variation des niveaux d'eau dans les bassins durant les périodes d'irrigation (printemps et automne) et entre celles-ci laisse davantage de temps aux jeunes amphibiens pour y compléter leur développement, ce qui contribue alors à la survie de leurs populations. Une réduction drastique du niveau d'eau des bassins pourrait entraîner la mort des larves et des adultes et constituer une trappe écologique pour les populations locales d'amphibiens. Pour éviter d'aspirer des amphibiens (œufs, juvéniles ou adultes) lors des différents traitements dans les bassins, il est possible de :

- Réduire la vitesse de la pompe
- Installer l'embout du tuyau au fond du bassin
- Protéger l'embout à l'aide d'une cage de filtration grillagée ou d'un enrochement

Pour protéger efficacement les amphibiens contre l'aspiration, la dimension de la cage de filtration doit être adaptée à la puissance de la pompe tout en permettant un débit raisonnable. À titre d'exemple, une cage de filtration pourrait être composée tout simplement d'une cage d'un mètre cube recouverte de moustiquaire avec une ouverture pour l'embout du tuyau. Il peut être nécessaire d'effectuer des tests pour s'assurer que la mesure employée convient à l'équipement en place.

Les altérations du niveau des bassins affectent principalement les oeufs et les larves de certains amphibiens faisant usage d'étangs permanents tels que le triton vert, la grenouille léopard, le ouaouaron, la grenouille du Nord et la grenouille verte. Étant très aquatiques, mêmes les adultes de ces espèces peuvent être plus à risque d'être aspirés par les pompes. Des espèces de tortues telles que la tortue peinte et la tortue serpentine peuvent aussi être affectées par la baisse du niveau de l'eau dans l'optique où ce niveau n'est plus suffisamment haut pour assurer un habitat propice à l'hibernation de ces espèces (Desroches et Rodrigue, 2004).

Opportunités d'aménagements Sections 5.1, 5.3, 5.4, 5.7 à 5.9

Saviez-vous que ?

Le ouaouaron est le plus gros anoué québécois. Il peut atteindre jusqu'à 20 centimètres de long (Desroches et Rodrigue, 2004). Cette grenouille vorace consomme pratiquement tout ce qu'elle peut trouver, incluant des individus de sa propre espèce. Elle est elle-même élevée comme nourriture pour consommation humaine aux États-Unis (Helfrich *et al.*, 2009)! Le ouaouaron peut être observé dans les bassins d'irrigation des fermes de canneberges. Le fait d'y maintenir un certain niveau d'eau en permanence lui permet de compléter son cycle de vie, qui inclut une phase de deux à trois ans sous forme de têtard (Desroches et Rodrigue, 2004).



Figure 4.15 Ouaouaron

4.4 CULTURES FOURRAGÈRES

La culture de plantes fourragères forme des prairies et sert à l'exportation du fourrage hors site (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2013). Ces prairies, cultivées ou laissées à elles-mêmes, s'apparentent en quelque sorte à la friche herbacée et ont le potentiel d'accueillir bon nombre d'espèces d'amphibiens et de reptiles, en particulier lorsqu'elles sont à proximité de forêts, de milieux humides, de bandes riveraines ou de haies brise-vent (Knutson *et al.*, 1999; MFFP, 2013a). Les cultures fourragères sont fauchées et récoltées plusieurs fois par année.

4.4.1 ENJEUX POUR LES REPTILES ET LES AMPHIBIENS

Chacune des étapes de la récolte des plantes fourragères comportent des risques de blessures ou de mortalité pour les reptiles et les amphibiens, que ce soit au moment de la coupe, du conditionnement du fourrage, du séchage en andains ou du pressage (CQPF, 2002; Humbert *et al.*, 2009).

Le passage de la machinerie provoque également une importante transformation de la prairie, modifiant l'habitat de l'herpétofaune au niveau des conditions d'ensoleillement, de température, d'humidité, d'abondance de nourriture et de refuges contre la prédation (Oppermann *et al.*, 2000 dans Humbert *et al.*, 2009; Gardiner et Hassall, 2009).

4.4.2 EXEMPLES DE PRATIQUES FAVORABLES

Pour la culture fourragère, les exemples de pratiques favorables sont :

- Ajuster la technique et la hauteur de la fauche
- Conserver des parcelles non fauchées ou fauchées en alternance
- Privilégier les faucheuses à barres et une machinerie de petite taille
- Utiliser une barre d'effarouchement

Penser juste et viser haut !

L'élaboration d'un plan de récolte du fourrage adapté pour les reptiles et les amphibiens peut permettre de limiter les contacts herpétofaune-machinerie. Voici quelques exemples de considérations à prendre lors de l'élaboration de ce plan dans le but de conserver l'herpétofaune et ses habitats lors de la fauche :

- Ajuster la hauteur de coupe à au moins 100 millimètres et préférentiellement à 150 millimètres du sol afin de limiter un maximum de risques de blessures et de mortalité chez les amphibiens et les tortues qui seraient au sol (Erb et Jones, 2011). Couper plus haut permet également une reprise plus rapide de la prairie, une meilleure circulation de l'air sous l'herbe fauchée et donc un séchage plus efficace (OMAFRA, 2010) ;
- Effectuer une fauche circulaire de l'intérieur du champ vers l'extérieur de manière à laisser les animaux fuir vers les habitats périphériques (Réseau

Agri-Faune, 2015) (Figure 4.16). Si un plan d'eau, un milieu humide ou un boisé sont présents, il est préférable de faucher en débutant par la partie du champ la plus éloignée de ces habitats pour que la faune y trouve refuge (Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2009) ;

- Faucher en deux temps ou faucher des sections par alternance permet de maintenir des aires non touchées servant de refuge pour la faune ;
- Laisser des bandes ou des proportions de prairie intacte comme refuge lors des opérations de fauchage, ce qui accélèrera aussi la reprise de la prairie (Wiersma *et al.*, 2007; Oppermann 2007 dans Humbert *et al.*, 2009). Il est recommandé de laisser des bandes d'au moins 10 % de la superficie cultivée en guise de refuge pour la faune, préférentiellement en bordure de milieux naturels existants (Humbert *et al.*, 2012).

L'adoption de ces mesures contribuera à réduire la mortalité chez l'herpétofaune qui fréquente les prairies dont la couleuvre tachetée, la rainette faux-grillon de l'Ouest et la tortue des bois (Desroches et Rodrigue, 2004). La fauche plus élevée permettra à la fois d'obtenir un fourrage moins ligneux et de meilleure qualité, d'éviter les dommages à la machinerie liés aux pierres et de favoriser une meilleure aération et un séchage plus rapide des andains qui ne seront pas posés à même le sol (Wiersma *et al.*, 2007; Gauthier et Brisson, 2009).

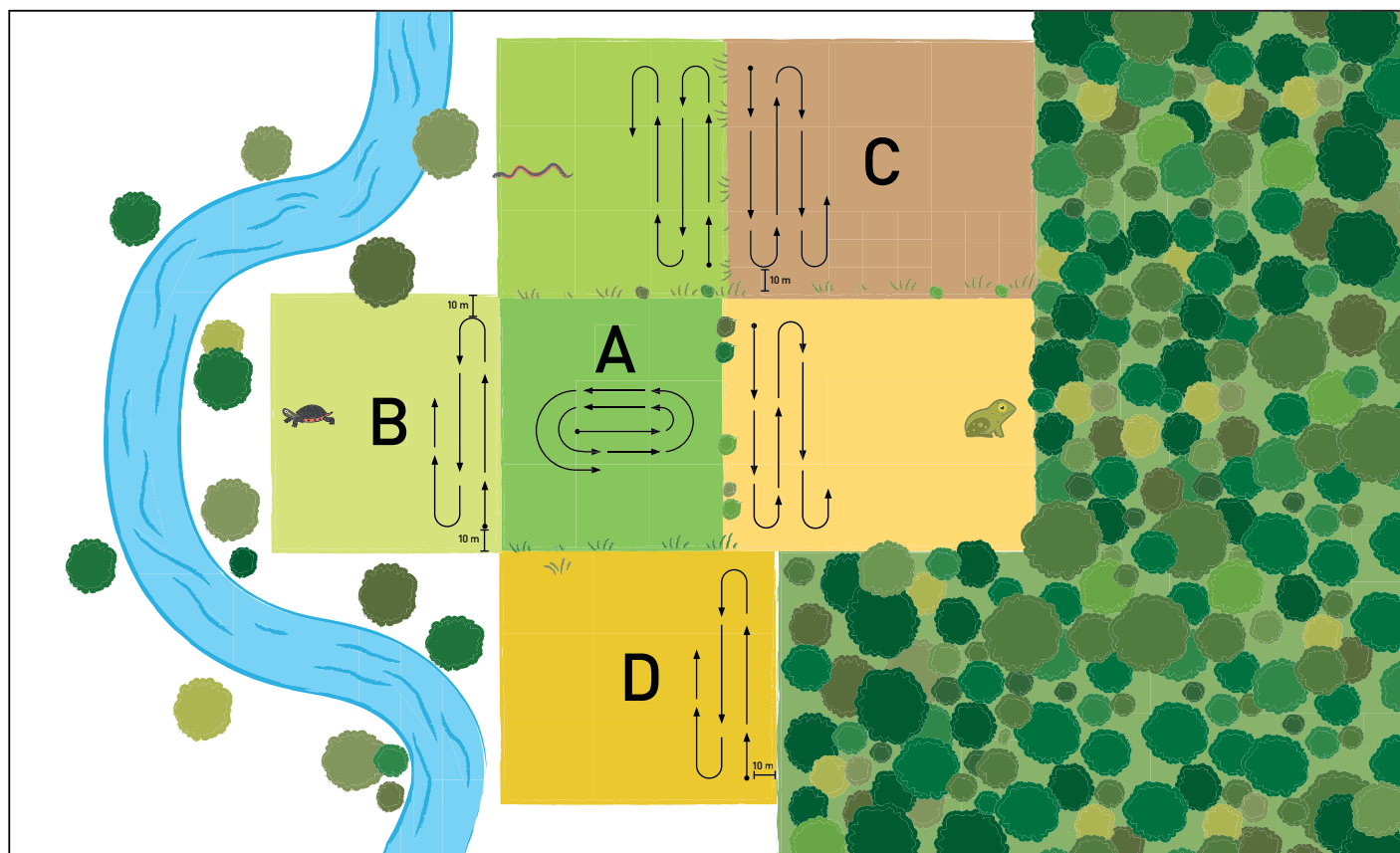
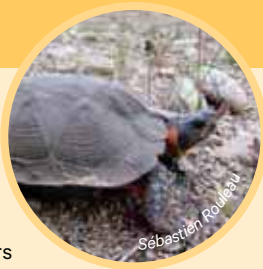


Figure 4.16 Fauchage stratégique de la prairie en fonction des habitats périphériques. Lorsqu'aucun habitat ne borde le champ, débiter au milieu de manière concentrique (A). Lorsqu'un cours d'eau ou un boisé borde l'extrémité d'un champ, débiter la portion la plus éloignée de ces habitats (B et C). Lorsqu'un champ est bordé à la fois par un boisé et un cours d'eau, débiter par faucher la partie près du boisé (D). En tout temps, laisser une bande de 10 mètres autour du champ pour ne la faucher qu'en dernier (Inspiré de Réseau Agri-Faune, 2015 et Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2009).

Tortue des bois - VULNÉRABLE -

La tortue des bois parcourt les bandes riveraines et les pâturages à la recherche de nourriture telle que des vers. Elle tambourine alors le sol avec ses pattes avant pour simuler les vibrations de la pluie et inciter les vers à sortir!



Au Québec, près de la moitié du territoire utilisé par l'espèce est exploité par les activités agricoles (COSEPAC, 2007). La tortue des bois vit dans les rivières méandreuses et les habitats humides et aquatiques adjacents tels que les ruisseaux, les étangs, les marécages et les méandres morts. En milieu terrestre, elle affectionne les prairies, les aulnaies, les pâturages, les champs agricoles abandonnés et les forêts. Afin d'y pondre ses œufs, elle a aussi besoin de plages et de berges de sable et de gravier sableux sans végétation (COSEPAC, 2007; Ernst et Lovich, 2009; ÉRTQ, 2014). La tortue des bois peut s'aventurer jusqu'à 300 mètres du cours d'eau principal de son habitat (Arvais et al., 2002). Il est toutefois reconnu qu'une bande riveraine d'une largeur de 200 mètres couvre la majorité des observations et des besoins vitaux de l'espèce (MRN, 2002; Environnement Canada, 2015c). Cette largeur fait d'ailleurs partie de la description officielle et légale de l'habitat de la tortue des bois (Environnement Canada, 2015c; Québec, 2015c).

La perte et la modification de l'habitat de la tortue des bois causées par le redressement des cours d'eau, par la stabilisation des berges, par les interventions forestières, et par la conversion des terres pour l'agriculture, les carrières, les routes et les habitations constituent ses menaces principales (COSEPAC, 2007; ÉRTQ, 2014). Les individus adultes sont particulièrement affectés par la mortalité causée par les routes et la machinerie agricole, forestière et des carrières, par la prédation excessive, et par la collecte, la garde en captivité et le commerce illégal (COSEPAC, 2007; Saumure et al., 2007; ÉRTQ, 2014).

Recommandations :

- Ne pas effectuer de travaux dans la bande riveraine de 200 mètres du 15 avril au 15 septembre et dans la bande riveraine de 50 mètres du 15 septembre au 15 octobre puisqu'il s'agit des périodes où la tortue des bois se déplace en milieu terrestre (Bisaillon, 2010).
- Débuter par faucher la partie du champ la plus loin du cours d'eau afin de permettre aux tortues de prendre le temps de retourner à la rivière (Saumure et al. 2007). Voir section 4.4.
- Hausser la hauteur de coupe du fourrage à au moins 100 millimètres afin que les lames de la machinerie évitent les individus se trouvant au champ (Saumure et al., 2007; Bisaillon, 2010). Une hauteur de coupe de 150 millimètres est toutefois à privilégier pour éviter un maximum de blessures et de mortalité (Erb et Jones, 2011). Voir section 4.4.
- Stabiliser les berges qui présentent une pente trop accentuée ou des signes d'érosion. Voir section 5.1.

Une machinerie adaptée

Le choix d'une machinerie de coupe appropriée permet de réduire les impacts de la récolte des plantes fourragères sur l'herpétofaune vivant dans les prairies. En effet, des études ont révélé que l'utilisation de faucheuses à barre de coupe provoquait une incidence deux fois moins importante de mortalité ou de blessures pour les amphibiens par rapport aux faucheuses rotatives (Oppermann et Classen, 1998 dans Humbert et al., 2009). Les petits modèles comme les motofaucheuses sont avantageuses sur des petites superficies car elles sont plus légères et leurs roues plus étroites, ce qui réduit les risques de compaction du sol et de contact avec les animaux. Malgré le fait qu'elle soit largement répandue, l'utilisation d'une conditionneuse augmente considérablement les chances de blesser des amphibiens et des reptiles et serait à éviter (Humbert et al., 2009).

La barre d'effarouchement

La barre d'effarouchement est une barre installée à l'avant d'un tracteur à laquelle sont suspendues des chaînes à un intervalle de 30 centimètres qui passent à ras le sol pour faire fuir la faune avant qu'elle ne soit blessée par la faucheuse (Figure 4.17) (Réseau Agri-Faune, 2015). Son utilisation contribue grandement à réduire la mortalité des oiseaux ce qui laisse croire qu'elle serait également bénéfique pour certaines espèces d'anoues ou de couleuvres qui ont la capacité de se déplacer plus rapidement (Champe, 2007). De plus, le fait d'éviter le contact entre les lames et les animaux permet d'éviter des dommages coûteux à la machinerie.

Pour davantage d'informations sur la fabrication d'une barre d'effarouchement et la récolte du fourrage, consulter (voir section 8) :

- *The Flushing Bar Project*
(www.theflushingbarproject.net/#!current-designs)
- *Les pratiques de fenaison pour préserver la petite faune de la plaine* (www.chassefranchecomte.fr/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=163&Itemid=17)



Figure 4.17 La barre d'effarouchement. Les chaînes doivent toucher au sol pour que la barre soit efficace. L'utilisation de cloches n'est pas nécessaire pour l'herpétofaune, bien qu'elle peut l'être pour d'autres espèces animales.

Opportunités d'aménagements
Sections 5.1 à 5.3, 5.6 à 5.9

Couleuvre tachetée - SUSCEPTIBLE D'ÊTRE DÉSIGNÉE MENACÉE OU VULNÉRABLE -

Une légende veut que, pendant la nuit, la couleuvre tachetée pénètre dans les étables pour boire le lait des vaches, d'où son nom anglais de "milk snake", soit le serpent laitier. Le lait ne fait bien sûr pas partie de la diète de cette espèce qui préfère de loin les rongeurs qu'elle peut capturer près des granges (Lamond, 1994). La couleuvre tachetée est étroitement associée aux habitats des milieux ruraux du sud-ouest du Québec tels que les prairies, les pâturages, les friches, les alentours de vieux bâtiments et les bordures de boisés, mais aussi les rivages et les affleurements rocheux (Desroches et Rodrigue, 2004; COSEPAC, 2014). Cette espèce préfère les grandes parcelles d'habitats de plus de 10 hectares (Kjoss et Litvaitis, 2001).



La fragmentation des habitats, le développement agricole intensif, le développement urbain et industriel, et la modernisation des bâtiments agricoles perturbent son habitat et auraient réduit la disponibilité de ses proies (COSEPAC, 2014; Environnement Canada, 2015a). La couleuvre tachetée peut aussi être victime de la machinerie agricole, de la persécution, de la mortalité routière et de la prédation excessive (COSEPAC, 2014; Environnement Canada, 2015a).

Recommandations :

- Selon l'emplacement des hibernacles, protéger une surface minimale d'habitats propices de 100 mètres par 100 mètres en périphérie ou autour des hibernacles confirmés de la couleuvre tachetée (Kjoss et Litvaitis, 2001). Une bande tampon de 300 mètres protégera une plus grande diversité et abondance d'amphibiens et de reptiles (Semlitsch et Bodie, 2003).
- Si la présence de l'espèce est confirmée, maintenir les habitats naturels présents et favoriser les cultures fourragères et les pâturages sur les terres où des activités agricoles sont prévues.
- Faucher le champ en débutant par la partie la plus éloignée des bordures de boisés, des rives et des vieux bâtiments agricoles. Voir section 4.4.
- Hausser la hauteur de coupe du fourrage à plus de 100 millimètres et préférablement 150 millimètres du sol afin que les lames de la machinerie évitent les couleuvres se trouvant au champ, au même titre que pour la tortue des bois (Saumure *et al.*, 2007; Bisailon, 2010). Voir section 4.4.
- Conserver les vieux bâtiments agricoles qui peuvent fréquemment servir de refuges, d'aires d'alimentation et d'hibernacles pour l'espèce. Voir section 4.1.
- Si la destruction de vieux bâtiments est prévue, aménager des hibernacles et des abris compensatoires. Voir sections 5.6 et 5.7.

4.5 PÂTURAGES

Les pâturages servent à la consommation sur place de l'herbe par le bétail et sont semblables aux cultures fourragères puisque ces deux cultures forment des prairies s'apparentant à la friche herbacée. De ce fait, les pâturages offrent un potentiel d'habitat très intéressant pour l'herpétofaune où la présence de plusieurs habitats (milieux humides, boisés isolés) et d'abris (pierres, troncs, souches, etc.) entravent moins l'activité agricole. De plus, l'usage réduit de la machinerie et le broutage contrôlé sont tous deux compatibles avec la conservation des habitats des reptiles et des amphibiens (Marty, 2005).



Figure 4.18 Bétail qui se nourrit au champ

4.5.1 ENJEUX POUR LES REPTILES ET LES AMPHIBIENS

Un broutage trop excessif et le piétinement intensif des troupeaux peuvent dégrader l'habitat terrestre, mettre le sol à nu et l'exposer à l'érosion (Figure 4.19). Les déjections animales se voient alors davantage susceptibles d'être exportées par lessivage vers les milieux humides et aquatiques avoisinants où vivent des reptiles et des amphibiens (Jansen et Healey, 2003; Declercq *et al.*, 2006). Les milieux aquatiques et humides peuvent aussi être rapidement dégradés s'ils ne sont pas protégés puisque les rejets des troupeaux peuvent mener à l'enrichissement excessif des plans d'eau menant alors à leur eutrophisation et ainsi affecter le développement des larves d'amphibiens qui s'y trouvent (Jofre et Karasov, 1999; Schmutzer *et al.*, 2008). Enfin, des blessures et de la mortalité chez les reptiles et les amphibiens peuvent être causées par le piétinement des troupeaux (Burton *et al.*, 2009).



Figure 4.19 Étang temporaire piétiné

4.5.2 EXEMPLES DE PRATIQUES FAVORABLES

- Diminuer la pression de broutage afin de maintenir l'habitat
- Protéger les habitats sensibles du piétinement par le bétail

La gestion des pâturages, un outil de conservation

La gestion du broutage peut se révéler un véritable outil de conservation dans les pâturages. La gestion extensive des pâturages implique le broutage d'une faible densité d'animaux, ce qui limite les effets du piétinement et la quantité de déjections animales dans le pâturage. De plus, le fait de maintenir un broutage régulier mais de faible intensité permet de garder la végétation à une hauteur qui limite la quantité d'eau qui sera évaporée par les plantes, ce qui maintient l'humidité au sol (Marty, 2005). Ce type de gestion contribue alors à la préservation d'étangs temporaires malgré la présence du bétail (Bremer *et al.*, 2001; Freilich *et al.*, 2003; Hayes et Holl 2003), des habitats critiques pour de nombreuses espèces d'amphibiens dont la rainette faux-grillon de l'Ouest, qui ne se reproduit que dans ce type d'habitat (COSEPAC, 2008).

Par opposition, la gestion intensive des pâturages implique un contrôle du temps durant lequel les parcelles de pâturage sont exposées au broutage (Vignola et Fournier, 2007). Elle permet donc au producteur d'exclure, pendant une certaine période de temps, le bétail de certaines zones qu'il estime sensibles, par exemple les étangs temporaires et leur bordure. De ce fait, les deux approches de gestion des pâturages peuvent être compatibles

avec la conservation des reptiles et des amphibiens, dans la mesure où leur habitat est maintenu et où les aires sensibles sont protégées.

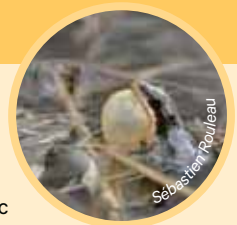
Exclure le bétail des zones sensibles

Afin d'éviter la dégradation des habitats, il est préférable d'installer une clôture d'exclusion autour des zones sensibles au piétinement et à l'érosion, dont les étangs temporaires (Figure 4.19), qui peuvent facilement être identifiés suite à la fonte des neiges (voir section 5.3) (Belsky *et al.*, 1999; Jansen et Healey, 2003; Declerck *et al.*, 2006).

Des zones sans broutage peuvent aussi être créées par endroits afin d'augmenter la disponibilité des habitats pour les reptiles et les amphibiens, notamment pour relier entre eux des habitats naturels présents (ex : un étang temporaire et un milieu forestier). De plus, ces zones peuvent être combinées à des aménagements (ex : création d'abris sous forme d'enrochement ou de matière organique, voir section 4) afin d'augmenter l'efficacité de l'intervention.

Opportunités d'aménagements Sections 5.1 à 5.4, 5.6 à 5.10

Rainette faux-grillon de l'Ouest - VULNÉRABLE -



Mesurant moins de quatre centimètres, la rainette faux-grillon de l'Ouest est le plus petit et le plus menacé des anoues du Québec. Elle se camoufle si bien qu'elle n'est pratiquement détectable qu'en période de reproduction où les mâles chantent près des étangs temporaires des prairies, des pâturages, des friches, des cultures fourragères et des arbustales. Cette rainette peut aussi se reproduire dans les marais, les marécages et les fossés de drainage peu profonds et généralement exempts de prédateurs aquatiques (COSEPAC, 2008; ÉRRFGOQ, 2014; Environnement Canada, 2015b). Elle se retrouve donc dans les milieux ouverts et humides du territoire agricole et autour des villes du sud-ouest du Québec.

La conversion des pratiques agricoles vers les grandes cultures a provoqué la diminution de près de 90 % de l'aire de répartition de l'espèce en Montérégie (ÉRRFGOQ, 2014). En Outaouais, les pâturages et les cultures fourragères, des cultures plus compatibles avec les besoins en habitat de l'espèce, dominant pour plus de 80 % des usages agricoles (MAPAQ, 2014b). La succession végétale, le nettoyage des fossés, la contamination des plans d'eau par les pesticides, les maladies, et la mortalité causée par le passage de machinerie agricole et l'expansion du réseau de routes et de sentiers affectent également les populations de la rainette faux-grillon de l'Ouest (COSEPAC, 2008; ÉRRFGOQ, 2014; Environnement Canada, 2015b).

Recommandations :

- Protéger un périmètre de 300 mètres autour des habitats de reproduction (Desroches *et al.*, 2002; Angers *et al.*, 2007; Ouellet et Leheurteux, 2007; Environnement Canada, 2015). Cette largeur est intégrée à la description officielle de l'habitat de l'espèce protégé selon les lois en vigueur au niveau fédéral (Environnement Canada, 2015b) et provincial (Québec, 2015).
- En terre agricole, favoriser les cultures fourragères et les pâturages au lieu des grandes cultures dans et autour des zones où des étangs de reproduction ont été recensés (Knutson *et al.*, 2009).
- Exclure le bétail des étangs temporaires et leurs pourtours qui se forment au printemps lors de la fonte des neiges en érigeant des clôtures d'exclusion et en appliquant la gestion intensive et extensive des pâturages. Voir section 4.5.
- Éviter que les produits agrochimiques tels que les pesticides et les fertilisants ne se rendent dans les habitats de reproduction et limiter au minimum leur application dans l'habitat terrestre de 300 mètres (Bugg et Trenham, 2003). Voir section 4.1.2.
- Ne pas remblayer ou perturber l'intégrité des dépressions peu profondes qui sont inondées tôt au printemps par la fonte des neiges, car ils peuvent servir d'habitats de reproduction (Bugg et Trenham, 2003). La destruction ou la modification des milieux humides, même les plus petits, peut contrevenir aux lois en vigueur au Québec (MDDEP, 2005).
- Aménager de nouveaux étangs temporaires de reproduction (Bugg et Trenham, 2003). Voir section 5.3.
- Conserver ou aménager des abris en milieu terrestre (ex: friches et parcelles de prairies non cultivées, tas de branches) (Bugg et Trenham, 2003). Voir section 4.1.2.



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 4.20 Verger



P.-A. Thériault, MAPAQ

Figure 4.21 Pulvérisateur à jet

4.6 CULTURES D'ARBRES FRUITIERS

Au Québec, l'exploitation d'arbres fruitiers comprend la culture de la poire, de la prune et surtout de la pomme, représentée par plus de 4876 hectares en culture en 2013 (MAPAQ, 2014a). Les vergers offrent à la fois des habitats ouverts herbacés et arborescents pour l'herpétofaune. Ces habitats sont permanents puisque la récolte, une fois par saison à la fin de l'été, n'engendre pas le retrait des éléments du paysage.

4.6.1 ENJEUX POUR LES REPTILES ET LES AMPHIBIENS

L'enjeu le plus important lié aux arbres fruitiers relève de la contamination des milieux avoisinants par les pesticides (Giroux, 2014). Les vergers en production traditionnelle peuvent recevoir jusqu'à douze traitements phytosanitaires par année et exporter des pesticides dans l'environnement par le ruissellement et par la dérive aérienne lors de l'application (MAPAQ, 2015c). Cette culture implique souvent le maintien d'une végétation de couverture au sol, ce qui contribue à réduire l'érosion et le lessivage des contaminants, mais ne suffit pas à éviter la contamination des milieux environnants. La couverture herbacée au sol est maintenue basse par la tonte.

4.6.2 EXEMPLES DE PRATIQUES FAVORABLES

Afin de favoriser la présence et la diversité de reptiles et d'amphibiens, on préconisera les mesures suivantes dans les cultures d'arbres fruitiers :

- Augmenter la diversité et la hauteur des plantes couvre-sol
- Réduire l'impact des pesticides
- Opter pour la culture biologique
- Irriguer à l'aide d'un bassin aménagé favorable à l'herpétofaune

Diversité et hétérogénéité des plantes couvre-sol

Les plantes couvre-sol peuvent être diversifiées par endroit afin d'offrir une mosaïque d'habitats combinant hauteur et composition variable du couvert végétal. Le maintien d'une couche de végétation au sol contribue à y maintenir l'humidité tout en réduisant les risques de ruissellement des pesticides et d'engrais vers les milieux aquatiques (Giroux, 2014). Pour l'herpétofaune, cette couverture sert à la fois de refuge contre la prédation et la dessiccation ainsi que de dispersion entre deux habitats d'importance (Wells, 2007). De plus, il est reconnu que le maintien d'un certain niveau de végétation s'avère bénéfique car il permet la persistance de prédateurs des ravageurs, comme les coccinelles qui s'attaquent aux tétranyques et aux pucerons (Smith *et al.*, 1989).

Réduire l'impact des pesticides

La réduction de l'utilisation des pesticides permet de réaliser des économies au niveau de l'achat des produits, encourage l'adoption d'un contrôle rigoureux des pesticides lors de l'application et peut s'avérer intéressant afin d'éviter des dommages aux cultures avoisinantes, aux êtres humains ou aux habitats aquatiques et terrestres (Chouinard *et al.*, 2014). Voici quelques exemples de méthodes considérées hautement efficaces pour réduire les risques de contamination par les pesticides des habitats utilisés par l'herpétofaune, que ce soit en raison du lessivage ou de la dérive aérienne lors de l'application (Bereswill *et al.*, 2014; MAPAQ, 2011; Chouinard *et al.*, 2014; Nature-Action Québec, 2013) :

- Effectuer le réglage et l'étalonnage du pulvérisateur annuellement
- Ajouter des équipements anti-dérive au pulvérisateur tels que des buses anti-dérive, un réducteur du débit d'air, des déflecteurs ou encore un détecteur optique de végétation
- Effectuer des vérifications avant l'application, dont la fermeture des buses qui ne sont pas dirigées vers les pommiers
- Éviter les conditions météorologiques propices à la dérive (vent)

- Déterminer des zones qui seront libres d'épandage afin qu'elles servent de refuges
- Adopter une approche de production fruitière intégrée (PFI) (Chouinard, 2015)
- Établir des brise-vents autour du verger pour limiter la dérive (voir section 5.2)

Pour davantage d'informations sur la production fruitière intégrée, consulter le *Guide de référence en production fruitière intégrée* (Chouinard, 2015) (voir section 8).

Irriguer à partir d'un bassin favorable à l'herpétofaune

Pour que le système d'irrigation d'un verger puisse contribuer à la conservation de l'herpétofaune, il est important que le bassin d'irrigation soit libre de toute contamination liée aux pesticides et aux engrais. Pour y arriver, une zone tampon végétalisée d'un minimum de trois mètres peut agir comme un filtre et assurer sa protection tout en fournissant un habitat pour les reptiles et les amphibiens. De plus, les pompes du système d'irrigation doivent se situer dans le fond du bassin et être protégées par un grillage de manière à éviter d'aspirer la faune qui y vit. Davantage de détails sur l'élaboration d'un plan d'eau pour l'herpétofaune sont fournis dans la section 5.3.

Pour davantage d'informations sur une utilisation responsable et respectueuse des pesticides en milieu agricole, consulter la *Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture* (MAPAQ, 2011).

Opportunités d'aménagements Sections 5.1 à 5.4, 5.6, 5.7

Saviez-vous que ?

La rainette versicolore vit dans les arbres des boisés et des vergers où l'on peut entendre les mâles chanter lors des soirées chaudes d'été. Cette rainette demeure difficile à observer, car elle possède la capacité de changer de couleur pour se fondre dans son entourage, passant en quelques minutes du vert au brun et même au gris (Desroches et Rodrigue, 2004). Réduire l'utilisation de pesticides dans les vergers où elle vit peut certainement entraîner des bénéfices directs pour cette espèce.



Figure 4.22 Rainette versicolore

4.7 PLANTATIONS D'ARBRES DE NOËL

Les plantations d'arbres de Noël sont des cultures dont la période de croissance en champ peut s'étendre sur huit à dix ans. Elles offrent par ailleurs des aires boisées partageant des similitudes avec l'habitat forestier pouvant favoriser certains reptiles et amphibiens. Toutefois, les plantations comportent généralement une diversité de reptiles et d'amphibiens inférieure à celle de milieux naturels (Hartley, 2002). Les principales essences utilisées comme arbres de Noël sont le sapin baumier (*Abies balsamea*) et le sapin de Fraser (*Abies fraseri*) (MAPAQ, 2015d). Ce type de culture a ainsi le potentiel d'offrir des habitats pour l'herpétofaune pendant une longue période avant qu'il n'y ait récolte d'arbres (Felton *et al.*, 2010; Pettigrew, 2011).

Dans les Maritimes et en Colombie-Britannique, les arbres de Noël sont exploités en milieu forestier et sont issus de la régénération naturelle des forêts, que l'on appelle plantation naturelle (Josiah, 1999; Pettigrew, 2011). Au Québec, la culture des arbres de Noël se fait principalement en plantation cultivée, où les arbres issus de pépinières spécialisées grandissent en champ dans un milieu exempt d'espèces compétitrices (Figure 4.23) (Pettigrew, 2011).

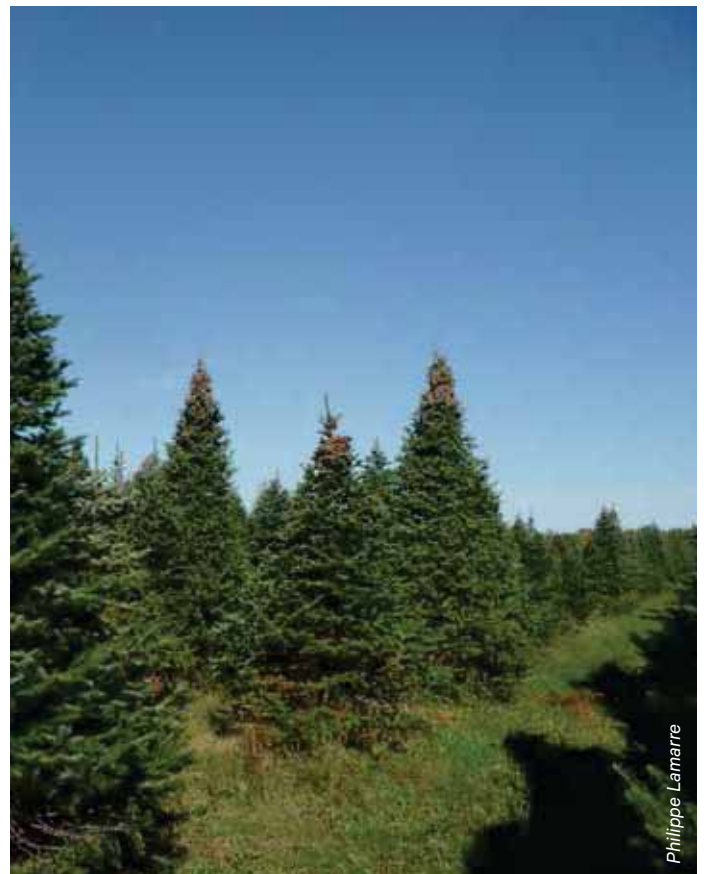


Figure 4.23 Rangées dans une plantation d'arbres de Noël

4.7.1 ENJEUX POUR LES REPTILES ET LES AMPHIBIENS

Les enjeux principaux liés aux plantations d'arbres de Noël pour la conservation de l'herpétofaune sont l'application de pesticides lors de l'entretien, l'homogénéisation de l'habitat et la récolte des arbres (Pettigrew, 2005). De plus, l'acidification du sol par les résineux affecte l'abondance du couvert herbacé et arbustif et modifie considérablement l'environnement forestier, ce qui limite alors la présence d'espèces sensibles à un pH plus bas, dont plusieurs salamandres (deMaynadier et Hunter, 1995). Ultimement, le prélèvement des arbres lors de la récolte constitue une perte d'habitat pour les espèces herpétofauniques s'étant établies dans la plantation.

4.7.2 EXEMPLES DE PRATIQUES FAVORABLES

Les plantations peuvent être aménagées pour favoriser l'herpétofaune.

Voici comment :

- Privilégier la plantation naturelle
- Diversifier l'âge des arbres d'un même champ
- Améliorer et diversifier la couverture des plantes au sol

Privilégier la plantation naturelle ou s'en inspirer

La plantation dite naturelle et basée sur le régime de régénérescence des forêts s'avère définitivement le meilleur choix pour la conservation des reptiles et des amphibiens puisqu'elle offre une certaine hétérogénéité dans l'habitat et qu'elle est pratiquée à même le sol forestier, auquel les arbres sont adaptés. De ce fait, cultiver et entretenir des arbres se développant en milieu naturel nécessite moins de travail du sol et moins d'utilisation d'intrants tout en offrant à l'herpétofaune une éclaircie dans le milieu forestier environnant. Néanmoins, la culture d'arbres en plantation comporte également un bon potentiel pour la conservation de la biodiversité si elle est pratiquée dans le respect de cette dernière (Hartley, 2002; Hartmann et al., 2010). Par exemple, l'incorporation dans une même plantation de différentes classes d'âge d'arbres permet à la fois de maintenir des milieux ouverts et des milieux plus ombragés qui seront utilisés par différentes espèces (Figure 4.24). Cette pratique permet d'assurer l'intégrité d'une partie de l'habitat suite à la récolte, car seulement une petite proportion des arbres est prélevée au cours d'une année. Le Tableau 4 suggère quelques recommandations qui peuvent être adoptées pour favoriser le maintien de l'herpétofaune dans les cultures d'arbres de Noël.



Figure 4.24 Hétérogénéité dans la plantation d'arbres de Noël

TABLEAU 4.
Recommandations pour la conservation de l'herpétofaune sur une plantation d'arbres de Noël

ÉTAPES	RECOMMANDATIONS
Avant la plantation	Maintenir des parcelles d'habitats naturels et leur connectivité entre les habitats terrestres et les plans d'eau
	Protéger adéquatement les bandes riveraines
Plantation et croissance	Favoriser les espèces indigènes (ex: sapin baumier)
	Diversifier l'espacement entre les arbres
	Incorporer dans une même plantation des arbres d'âges différents afin de maintenir en permanence la présence d'habitats ouverts et fermés utilisés par l'herpétofaune
	Réduire l'utilisation des pesticides en suivant un plan de lutte intégrée
À la récolte	Appliquer une dose réfléchie d'engrais au moment où elle bénéficiera le plus aux arbres tout en limitant les pertes vers l'environnement
	Prélever selon des chemins définis et quand le sol est gelé, lorsque possible, pour éviter la compaction du sol
	Éviter les travaux autour de milieux humides
	Laisser des arbres morts, des débris, des chicots et des souches de manière à maintenir l'humidité au sol et à créer des abris
	Conservier des îlots de forêt naturelle comme refuge pour l'herpétofaune suite à la récolte
Laisser vieillir certaines plantations au-delà de leur maturité financière ou biologique	

Couverture de plantes au sol

Pour les plantations naturelles ou cultivées, on favorisera autant que possible le maintien d'une couche de végétation au sol, ce qui contribuera à y maintenir l'humidité tout en réduisant les risques de ruissellement des pesticides et des engrais (Giroux, 2014). Cette végétation herbacée sert à la fois de refuge pour l'herpétofaune ainsi que d'aire de dispersion (Wells, 2007).

Opportunités d'aménagements

Sections 5.1, 5.3, 5.6, 5.7

Saviez-vous que ?

L'unique espèce de crapaud du Québec, qui est un grand consommateur de vers et d'insectes, peut être aperçu dans les plantations d'arbres de Noël. Contrairement à la croyance populaire, son contact avec la peau ne provoque pas l'apparition de boutons. Les glandes parotides, situées derrière sa tête, sécrètent toutefois des toxines qui servent à dissuader les prédateurs de le manger (Hayes, 1989).

Le fait de maintenir une structure d'âges variés dans une plantation et de ne récolter qu'une proportion des arbres à la fois offre au crapaud un habitat où se cacher de ses prédateurs, se déplacer et trouver ses proies.



Figure 4.25 Crapaud d'Amérique

4.8 ACÉRICULTURE

En 2013, le Québec comptait 6613 exploitations acéricoles (MAPAQ, 2015b). Les terres exploitées en acériculture sont localisées dans les forêts de feuillus du sud de la province qui abritent une biodiversité impressionnante par rapport aux forêts mixtes et résineuses du nord, ce qui se reflète également au niveau de la richesse en amphibiens et en reptiles (MRNF, 2004; AARQ 2015). De plus, les érablières dans lesquelles coulent des ruisseaux peuvent abriter de nombreuses espèces d'amphibiens, dont des salamandres intimement dépendantes de l'intégrité de ces cours d'eau (Desroches et Rodrigue, 2004). De manière générale, l'acériculture est propice à la conservation de l'herpétofaune, entre autres parce qu'elle ne comprend que peu de modifications du milieu naturel. En effet, les érablières exploitées sont souvent des forêts naturelles aménagées où peu de produits sont nécessaires pour gérer les insectes ravageurs et pour fertiliser le sol (Marquis, 2001).



Figure 4.26 Une érablière sur tubulures

4.8.1 ENJEUX POUR LES REPTILES ET LES AMPHIBIENS

Le dépérissement des forêts est le principal enjeu pour les érablières depuis les 20 à 30 dernières années, ce qui encourage occasionnellement un enrichissement du sol pouvant à son tour représenter un enjeu pour les reptiles et les amphibiens (Roy *et al.*, 2004). Ces forêts déperies se sont vues graduellement envahir par le hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia*) au cours des dernières années. Cette problématique a quelquefois nécessité des aménagements forestiers de la part des acériculteurs pouvant altérer l'habitat de l'herpétofaune (Duchesne *et al.*, 2006). Certains types d'aménagements intensifs impliquant des fossés de drainage ou encore le retrait de chicots et d'autres essences d'arbres peuvent aussi rendre l'habitat moins hospitalier pour certaines espèces de reptiles et d'amphibiens (Galois et Ouellet, 2005; COGIRMA, 2010).

4.8.2 EXEMPLES DE PRATIQUES FAVORABLES

Les érablières sont des milieux peu modifiés et propices à l'herpétofaune. Voici quoi faire pour y favoriser les reptiles et les amphibiens :

- Maintenir l'hétérogénéité au niveau de la canopée
- Laisser une abondance de chicots
- Préserver une diversité végétale
- Protéger les ruisseaux forestiers et les cuvettes humides

Opportunités d'aménagements

Sections 5.5, 5.7



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 4.27 Couleuvre à collier en milieu forestier



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 4.28 Matière ligneuse au sol



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 4.29 Ruisseau forestier

Maintenir l'hétérogénéité de la canopée

Les reptiles et les amphibiens sont particulièrement sensibles aux conditions d'ensoleillement et d'humidité. Dans les productions acéricoles, le prélèvement d'arbres matures est quelquefois nécessaire pour favoriser la croissance des semis d'érables, ce qui crée des ouvertures de la canopée qui peut avantager certaines espèces de reptiles (MRN, 2004). Ces éclaircies offrent des opportunités pour les couleuvres de s'exposer au soleil sans toutefois réchauffer et modifier outre mesure les paramètres physico-chimiques du sol (Figure 4.27). Par contre, en considérant le fait que les salamandres et plusieurs amphibiens sont retrouvés en plus grande abondance et diversité dans les milieux forestiers, de pareilles modifications les affectent significativement. Les amphibiens, dont la très forestière salamandre cendrée, sont sensibles aux variations de l'humidité, du pH et de la température du substrat (Sugalski et Claussen, 1997; Frisbie et Wyman, 1992; Wyman et Jancola, 1992; Patrick *et al.*, 2006). Par conséquent, les ouvertures de la canopée pratiquées en acériculture sont à appliquer avec parcimonie dans l'optique de réduire certains des impacts qu'elles ont sur plusieurs amphibiens.

L'herpétofaune aime les chicots

Les arbres morts, les branches et les chicots sont souvent prélevés dans le but de nettoyer les érablières et limiter les dommages aux installations (MRNF, 2004). Cependant, le fait de laisser sur place cette matière organique, sous forme d'amas ou non, permet un important retour de nutriments en même temps que le maintien de l'humidité et la création d'abris naturels pour l'herpétofaune (Figure 4.28) (Marquis, 2001). Préserver les chicots et du bois mort au sol est effectivement important pour de nombreux anoures, couleuvres et salamandres qui y trouvent refuge, hibernent, régulent leur température, pondent leurs oeufs et trouvent leurs proies (Whiles et Grubaugh, 1996; Butts et McComb, 2000; Patrick *et al.*, 2006).

Les nutriments et la diversité des essences

Contrairement à la pensée populaire, les feuilles d'érables sont pauvres en nutriments et contribuent à l'acidification du sol, ce qui a pour effet de réduire la disponibilité de nombreux éléments nutritifs dans l'érablière (Côté et Fyles, 1994). Un sol forestier présentant un pH trop bas peut ralentir la croissance voire même induire de la mortalité chez certaines espèces d'amphibiens dont la salamandre cendrée, la grenouille des bois et le triton vert (Pierce, 1985; Wyman et Hawksley-Lescault, 1987; Wyman, 1988; Wyman et Jancola, 1992). Maintenir la présence de multiples essences d'arbres bénéficie donc autant à l'érablière qu'à l'herpétofaune. La présence de tilleuls, de bouleaux et de frênes aide notamment à réduire l'acidité du sol alors que le chêne rouge et le hêtre augmentent la résistance du peuplement au verglas (Poisson, 2013).

Les ruisseaux forestiers et les cuvettes humides, des milieux sensibles

La présence de milieux sensibles dans les érablières, comme les ruisseaux forestiers et les cuvettes humides, peut nécessiter de prendre des précautions particulières pour protéger la biodiversité, notamment celle des salamandres de ruisseaux (Jutras, 2003). Ces milieux sont vulnérables à la dégradation de la qualité de l'eau par l'apport en contaminants et en sédiments ou par l'altération de leur lit et de leur rive. Afin de protéger les ruisseaux, il est possible d'aménager des ponceaux et de limiter les travaux près des rives et des zones à risque (voir section 5.5).

Les cuvettes humides en milieu acéricole, aussi appelées étangs vernaux, servent de milieu de reproduction à de nombreuses espèces d'amphibiens forestiers, dont la grenouille des bois, la rainette crucifère et la salamandre à points bleus (Desroches et Rodrigue, 2004). La réduction du passage de la machinerie et des activités acéricoles autour de ces habitats est recommandée afin de favoriser la reproduction des amphibiens. Il est alors conseillé d'effectuer des travaux uniquement lorsque le sol est gelé, ou d'établir une zone de conservation d'un minimum de 30 mètres autour des cuvettes humides dans laquelle aucun ou peu d'arbres seraient prélevés de manière à assurer le maintien de l'intégrité de ces étangs temporaires pour l'herpétofaune (Calhoun *et al.*, 2005; deMaynadier *et al.*, 2007).

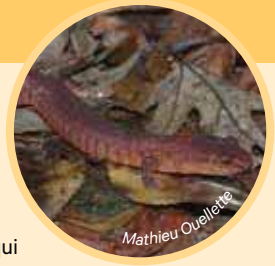
Saviez-vous que ?

La salamandre sombre du Nord, peu commune au Québec, peut être vue aux abords de ruisseaux forestiers dans les érablières (Desroches et Rodrigue, 2004). Cette espèce peut exercer l'autotomie, c'est-à-dire qu'elle peut perdre sa queue volontairement afin d'échapper à un prédateur (Mufti et Simpson, 1972). Comme les autres salamandres de ruisseaux, la salamandre sombre du Nord est sensible à la sédimentation et à la qualité de l'eau. La construction de traverses et de ponceaux perturbant peu l'intégrité des cours d'eau peut prévenir des impacts négatifs sur l'habitat de cette espèce.



Figure 4.30 Salamandre sombre du Nord

La salamandre pourpre - VULNÉRABLE -



La salamandre pourpre est notre plus grande salamandre de ruisseau, pouvant atteindre 23 centimètres de long (Desroches et Rodrigue, 2004). Cette espèce nocturne ne s'aventure guère loin des ruisseaux, peut demeurer active tout l'hiver sous la glace, et peut vivre jusqu'à 10 ans! On la trouve au Québec dans les paysages montagneux des Appalaches qui peuvent aussi bien être exploités en tant que pâturages, productions acéricoles ou cultures fourragères qu'en foresterie. Les ruisseaux dans lesquels elle vit doivent avoir un substrat rocheux, une rive boisée et une eau permanente, fraîche et bien oxygénée, et doivent être dépourvus de poissons prédateurs (MRNF, 2008; COSEPAC, 2011; Environnement Canada, 2014).

La salamandre pourpre peut être lourdement affectée par l'altération de la qualité de l'eau des ruisseaux, que ce soit causée par la contamination par les pesticides, l'acidification, la réduction des concentrations d'oxygène ou l'envasement (Jutras, 2003; COSEPAC, 2011; Environnement Canada, 2014). Le captage de l'eau souterraine à des fins agricoles, résidentielles et commerciales peut entraîner un abaissement de la nappe phréatique qui peut sévèrement affecter le caractère permanent des ruisseaux où cette espèce vit (Environnement Canada, 2014). Enfin, la salamandre pourpre est aussi vulnérable à l'élimination du couvert forestier dans les bandes riveraines et par l'introduction de poissons prédateurs tels que l'omble de fontaine (Jutras, 2003; COSEPAC, 2011; Environnement Canada, 2014).

Recommandations:

- Si aucune coupe d'arbres n'est prévue, protéger l'intégrité de l'habitat forestier (sous-bois, litière, débris naturel au sol, etc.) sur une largeur de 60 mètres de bande riveraine, et sur une distance de 500 mètres en amont et en aval d'une observation (MRNF, 2008). Une bande riveraine de 300 mètres est à privilégier afin de protéger les habitats de plusieurs espèces d'amphibiens et de reptiles (Semlitsch et Bodie, 2003).
- Si des travaux sylvicoles sont prévus (MRNF, 2008):
 - Protéger intégralement 20 mètres de bande riveraine si un prélèvement sylvicole de moins de 30 % de la surface terrière adjacente est réalisé
 - Protéger intégralement 40 mètres de bande riveraine si un prélèvement sylvicole entre 30 et 50 % de la surface terrière adjacente est réalisé
 - Protéger intégralement 60 mètres de bande riveraine si un prélèvement sylvicole de plus de 50 % de la surface terrière adjacente est réalisé
- Laisser les déchets de coupes sur place à l'intérieur de la bande riveraine protectrice de 60 mètres. Voir section 4.8 et 5.7.
- Inspecter et améliorer les ponceaux existants afin d'empêcher toute sédimentation du cours d'eau (MRNF, 2008). Voir section 5.5.
- Éviter tout drainage dans un rayon de 500 mètres entourant la bande riveraine protectrice de 60 mètres (MRNF, 2008).
- Éviter l'utilisation de toute machinerie lourde dans la bande riveraine protectrice (MRNF, 2008).
- Corriger toute situation entraînant la sédimentation du cours d'eau où l'espèce a été recensée. Voir section 5.1 et 5.5.
- Aménager des abris en disposant des grosses roches plates le long des ruisseaux utilisés par l'espèce. Voir section 5.7.
- Éviter ou faire le suivi rigoureux du captage de l'eau souterraine à des fins agricoles sur le niveau de la nappe phréatique.

5. OPTIONS D'AMÉNAGEMENTS

Les aménagements proposés dans cette section visent à améliorer les habitats des reptiles et des amphibiens en leur offrant des structures qui leur permettent de répondre à leurs besoins vitaux dans un contexte où ces éléments sont absents ou peu abondants. La réalisation d'aménagements visant à favoriser l'herpétofaune peut s'avérer abordable, simple et comporter des bénéfices surprenants lorsqu'ils sont réalisés dans un contexte favorable. Par exemple, un simple remblai de pierres, de branches et de terre en bordure d'un boisé peut servir à la fois de refuge, d'aire d'alimentation, de site d'hibernation et même de site de ponte pour certains reptiles et amphibiens. Le Tableau 5 présente quelques exemples de telles situations spécifiques aux paysages agricoles du Québec et pour lesquelles des aménagements seraient appropriés.



Grenouille léopard

Avant d'entreprendre une initiative d'aménagement, il est important de prendre en considération les trois éléments suivants:

- La réalisation d'un aménagement faunique n'est pas garante de succès, ne compense pas la destruction d'un habitat mais vise plutôt à compléter celui-ci. La priorité demeure avant tout la conservation des habitats naturels existants et le maintien de leur intégrité.
- Plusieurs aménagements, notamment ceux touchant aux milieux aquatiques et aux rives, requièrent des autorisations qui relèvent des autorités fédérales, provinciales ou municipales. Il est primordial d'obtenir les autorisations nécessaires à la réalisation des différents aménagements avant de les entreprendre.
- Des sources de financements sont disponibles pour encourager les aménagements favorisant la biodiversité en milieu agricole.

Où trouver du support ?

- **Programme Prime-Vert du MAPAQ**
www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Formulaires/ProgrammePrime-Vert.pdf
 - volet 1 (pratiques agricoles – exploitation agricole)
 - volet 2 (gestion de l'eau par bassin versant)
 - volet 4 (développement et transfert de connaissances en agroenvironnement)
- **Clubs-conseils en agroenvironnement (CCAÉ)**
www.clubsconseils.org
 - Services variés relatifs à la mise en œuvre de pratiques agricoles durables
- **Fondation de la faune du Québec**
www.fondationdelafaune.qc.ca/initiatives/programmes_aide
 - Programme de mise en valeur de la biodiversité en milieu agricole
 - Programme « Faune en danger »
- **Programme d'intendance de l'habitat pour les espèces en péril d'Environnement Canada**
<https://ec.gc.ca/hsp-pih>
 - Restauration et aménagement d'habitats pour les espèces en péril au niveau fédéral

TABLEAU 5.

Propositions d'aménagements selon différents exemples de contexte agricole.

		EXEMPLES DE CONTEXTES AGRICOLES					
		Culture bordée d'un boisé	Culture avec cours d'eau	Érablière parcourue par un cours d'eau	Champs secs et absence de milieux humides	Monoculture à grande échelle, milieux naturels isolés	Verger entouré de boisés
AMÉNAGEMENTS POSSIBLES POUR FAVORISER OU PROTÉGER L'HERPÉTOFAUNE	Bande riveraine végétalisée ou élargie (Section 5.1)		X			X	
	Haie brise-vent (Section 5.2)	X				X	
	Plans d'eau artificiels (Section 5.3)	X			X	X	X
	Fossés de drainage aménagés (Section 5.4)	X	X		X	X	X
	Aménagement de traverses et ponceaux (Section 5.5)		X	X			
	Hibernacle de couleuvres (Section 5.6)	X	X		X		X
	Abris pour l'herpétofaune (Section 5.7)	X	X	X	X	X	X
	Site de ponte pour tortues (Section 5.8)		X				
	Site d'exposition au soleil pour les tortues (Section 5.9)		X				
	Restauration de méandres abandonnés (Section 5.10)		X			X	

5.1 BANDES RIVERAINES VÉGÉTALISÉES

Les bandes riveraines végétalisées ou élargies visent à limiter l'érosion et le lessivage des nutriments et pesticides en bordure d'un cours d'eau (Schultz et al., 2004). Les fossés de drainage sont exclus de cette section et font l'objet de la section 5.4. La bande riveraine constitue le dernier filtre pour les eaux issues du ruissellement avant qu'elles ne rejoignent les milieux aquatiques, des milieux d'une importance cruciale pour l'herpétofaune.

De plus, des études ont démontré que puisque les bandes riveraines végétalisées favorisent la conservation de la biodiversité, elles supportent la présence d'alliés des cultures, dont des reptiles et des amphibiens, contribuant ainsi au contrôle des espèces nuisibles (Figure 5.1) (Maisonneuve et Rioux, 1998). L'aménagement de bandes riveraines engendre donc un certain nombre d'avantages pour l'herpétofaune en ce qui a trait à la facilitation de leurs déplacements, ainsi qu'à la présence de nourriture et de refuges. Par ailleurs, Maisonneuve et Rioux (1998) ont observé que plusieurs espèces d'amphibiens et de reptiles utilisent les bandes riveraines. Dans cette étude, une plus grande richesse d'espèces faisaient usage de la bande riveraine arbustive tandis qu'une plus grande abondance d'individus par espèce était répertoriée dans la bande riveraine boisée (Maisonneuve et Rioux, 1998). L'utilisation de différentes bandes végétalisées témoigne des besoins écologiques distincts entre les espèces et laisse croire qu'une bande riveraine hétérogène composée d'herbacées, d'arbustes et d'arbres bénéficierait à un maximum d'espèces. Le Tableau 6 présente quelques options de bandes riveraines végétalisées et leur contribution pour les reptiles et les amphibiens.



Figure 5.1 Bande riveraine

TABLEAU 6.
Options de végétalisation
de bande riveraine

**Aménagement
idéal lorsque...**

Les cultures sont près
de milieux aquatiques

Il y a une faible diversité ou
abondance d'habitats naturels
dans le paysage

Il y a un manque de connectivité
entre des habitats essentiels au
cycle de vie des amphibiens et
des reptiles (ex: entre des boisés
et des milieux humides)

Des engrais et des pesticides sont
utilisés, ou le travail du sol est
effectué

Il y a présence de signes
d'érosion sur les berges

TYPE D'AMÉNAGEMENT	AVANTAGES PARTICULIERS	BÉNÉFICES POUR L'HERPÉTOFAUNE	EXEMPLES D'ESPÈCES VÉGÉTALES À UTILISER
Bande riveraine herbacée	Effet filtrant lié au ruissellement Peu coûteux	Aire d'exposition au soleil Zone d'alimentation Corridor de dispersion	Panic érigé, fétuque élevée, le carex, la scirpe, plantes fourragères
Bande riveraine arbustive	Meilleure stabilisation des berges Entretien minimal	Aire d'exposition au soleil Zone d'alimentation Corridor de dispersion Refuge contre les prédateurs	Amélanchier, myrique, beaumier, cornouiller stolonifère, aronie noire, sureau du Canada, viorne trilobée, aulne rugueux, noisetier
Bande riveraine arborescente	Réduction de l'érosion Ombrage sur le plan d'eau Réduction de la dérive de pesticides Effet brise-vent	Augmentation de l'humidité du sol Zone d'alimentation Corridor de dispersion Refuge contre les prédateurs	Chêne rouge, érable argenté, frêne blanc, micocoulier occidental
Amphiberge	Stabilisation des berges Effet filtrant Réduction de la dérive de pesticides Effet brise-vent Ombrage sur le plan d'eau	Aire d'exposition au soleil Zone d'alimentation Corridor de dispersion Refuge contre les prédateurs Augmentation de l'humidité du sol Augmentation de l'abondance et de la diversité en espèces	Mélange d'espèces citées dans les trois sections précédentes

5.1.1 LARGEUR

Une bande riveraine offre davantage de bénéfices lorsqu'elle est plus large et la détermination de la largeur à protéger dépend de la fonction que l'on veut lui attribuer (COGIRMA, 2010; Burbrink *et al.*, 1998; Lafrance *et al.*, 2013a; Lafrance *et al.*, 2013b). Par exemple, dans l'objectif de préserver la qualité des milieux aquatiques, il est suggéré de se référer à la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (PPRLPI) (Québec, 2015a). Cette dernière impose la protection d'une bande riveraine minimale de 10 à 15 mètres de large selon la pente et la hauteur du talus. Néanmoins, en milieu agricole, le sol peut y être cultivé à la condition qu'une bande d'au moins trois mètres soit protégée, mesurée à partir de la limite naturelle des hautes eaux (Martineau, 2014; Québec, 2015a). En présence d'un talus dont la hauteur se situe à moins de trois mètres de la ligne naturelle des hautes eaux, une distance minimale d'un mètre additionnel doit être protégée sur le replat. Il est à noter que des municipalités peuvent se doter d'une politique de protection supplémentaire au niveau des rives. La largeur à respecter fait office de suggestion minimale et ne doit pas être interprétée comme un critère suffisant pour assurer la protection des rives et des milieux aquatiques (Gagnon et Gangbazo, 2007). (Figure 5.2)

Par ailleurs, afin que la bande riveraine puisse remplir de manière optimale une fonction de corridor de dispersion pour les reptiles et les amphibiens, il est recommandé de protéger entre 30 à 180 mètres d'habitat (Bentrup, 2008). De plus, lorsque l'objectif de la bande riveraine est de fournir un habitat pour l'herpétofaune, il est recommandé de protéger des habitats sur une largeur de 300 mètres à partir de la ligne naturelle des hautes eaux. Cette largeur assure à une variété d'espèces appartenant à plusieurs

groupes d'amphibiens et de reptiles de pouvoir accomplir toutes les étapes de leur cycle vital pour ainsi maintenir leurs populations (Semlitsch et Bodie, 2003) (voir section 3.2).



Jean-Louis Daigle

Figure 5.2
Bande riveraine
A) en bon état



Simon Pelletier

B) en mauvais état

5.1.2 COMPOSITION VÉGÉTALE

Un assemblage de plusieurs strates végétales crée une plus grande variété d'habitats qui peuvent héberger une plus importante diversité d'amphibiens, de reptiles et d'alliés des cultures. Une étude a en effet démontré qu'une bande riveraine composée d'herbacées, d'arbustes et d'arbres comporte près de 2,4 fois plus d'espèces d'insectivores alliées des cultures (amphibiens, micromammifères et insectes) que les bandes composées uniquement d'herbacées (Maisonneuve et Rioux, 1998). Certaines exploitations agricoles (bois d'œuvre, petits fruits, champignons) peuvent être pratiquées dans la bande riveraine élargie. Toutefois, la règle du trois mètres recommandée par la PPRLPI doit être respectée au minimum.

Il est à noter que le Code de gestion des pesticides interdit l'application de pesticides dans la bande riveraine selon le type de cours d'eau dans le cadre de la *Loi sur les pesticides* (Québec, 2015b). De plus, la Financière agricole du Québec applique depuis 2008 une mesure d'écoconditionnalité à sa politique et retranche les bandes riveraines des superficies assurables (FAQC, 2015).

Pour plus d'informations sur le choix et l'implantation de végétaux en bande riveraine, consulter les documents suivants (voir section 8):

- *Guide pour la réalisation d'aménagements agroforestiers* (Tartera, 2014)
- *Guide de bonnes pratiques: aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines* (banderiveraine.org/wp-content/uploads/2013/07/FIHOQ_guide_2013_print_144.pdf)
- *Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines* (www.fihq.qc.ca/medias/D1.1.5B-1.pdf)
- *Aménagement de bandes riveraines* (www.agrireseau.qc.ca/documents/Document_90499.pdf)
- *Guide d'interprétation de la politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (MDDÉLCC, 2015b)* (www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/guide-interpretationPPRLPI.pdf)

- *Guide des bandes riveraines en milieu agricole* (www.agrireseau.qc.ca/documents/Document_88852.pdf)

5.1.3 QU'EST-CE QUE L' « AMPHIBERGE » ?

L'Amphiberge est un concept développé en guise d'alternative à la politique agricole de la protection de trois mètres de bande riveraine dans l'optique de favoriser la conservation des habitats aquatiques de l'herpétofaune. Ce concept de bande riveraine a été développé à partir d'éléments de différentes techniques existantes (Figure 5.3) (Martineau, 2014; Tartera, 2014; Tanguay, 2015). La pente des deux berges est stabilisée par les racines d'une rangée d'arbustes et, du côté sud de la rive, deux rangées composées d'une alternance d'arbres et d'arbustes sont plantées à partir d'un mètre sur le replat du talus. La présence d'arbres du côté sud assure de l'ombrage au plan d'eau tout en maintenant un ensoleillement optimal des cultures. De plus, l'alternance des arbres et des arbustes contribue à créer un effet brise-vent et anti-érosion (Schultz *et al.*, 2004; Vézina, 2008). Afin de créer une diversité d'habitats, les rangées d'arbres sont composées d'au moins trois ou quatre genres botaniques de feuillus, chaque arbre étant séparé d'un espace de trois mètres ponctué d'arbustes de deux ou trois genres botaniques différents (Tartera, 2014). Il peut être bénéfique de laisser volontairement une trouée dans la rangée d'arbres en n'y plantant que des arbustes. Cette méthode laissera certaines zones d'ensoleillement sur le plan d'eau et sur les rives afin de permettre à l'herpétofaune de se réchauffer au soleil.

Les deux rives de l'Amphiberge sont bordées d'une rangée de deux mètres de large réservée à l'implantation d'arbustes. Cette rangée sert à stabiliser la rive grâce au système racinaire des arbustes, sans toutefois comprendre le poids des arbres pouvant altérer la stabilité de la berge, ni leur importante production de débris ligneux (Sedell *et al.*, 1990; Abernethy et Rutherford, 2000; Schultz *et al.*, 2004). Une bande d'herbacée d'une largeur de cinq mètres de part et d'autre de la bande riveraine optimise l'effet filtrant des gros sédiments tout en offrant un habitat de choix pour les espèces de milieux ouverts tels que les couleuvres et certains anoures (Madison *et al.*, 1992; Dillaha *et al.*, 1989; Gharabaghi, 2002).

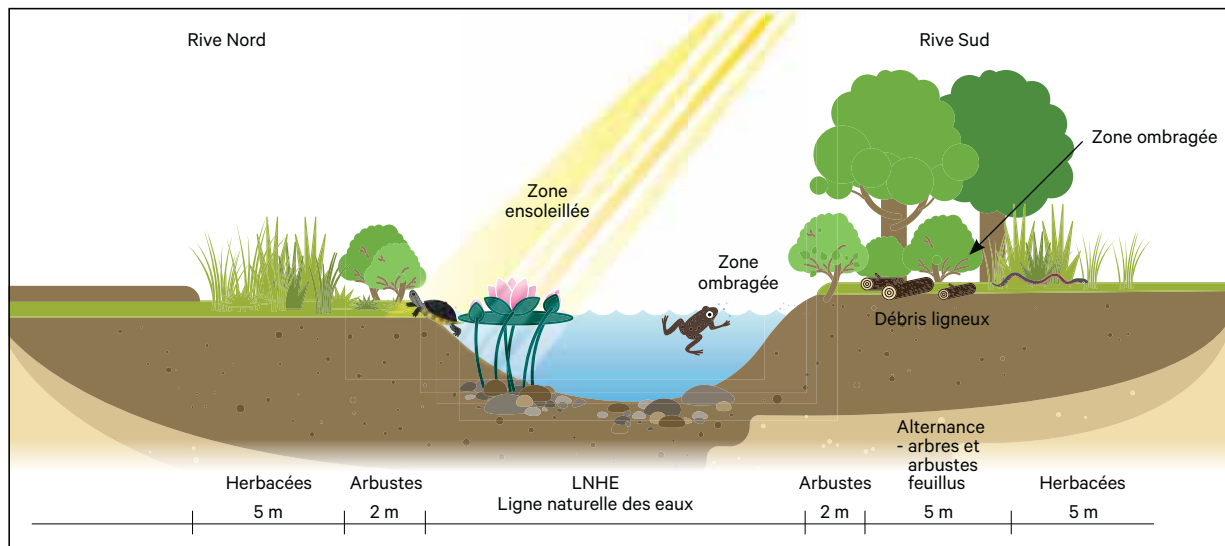


Figure 5.3
Caractéristiques de l'Amphiberge et perspectives des différentes options de largeur de bandes riveraines.



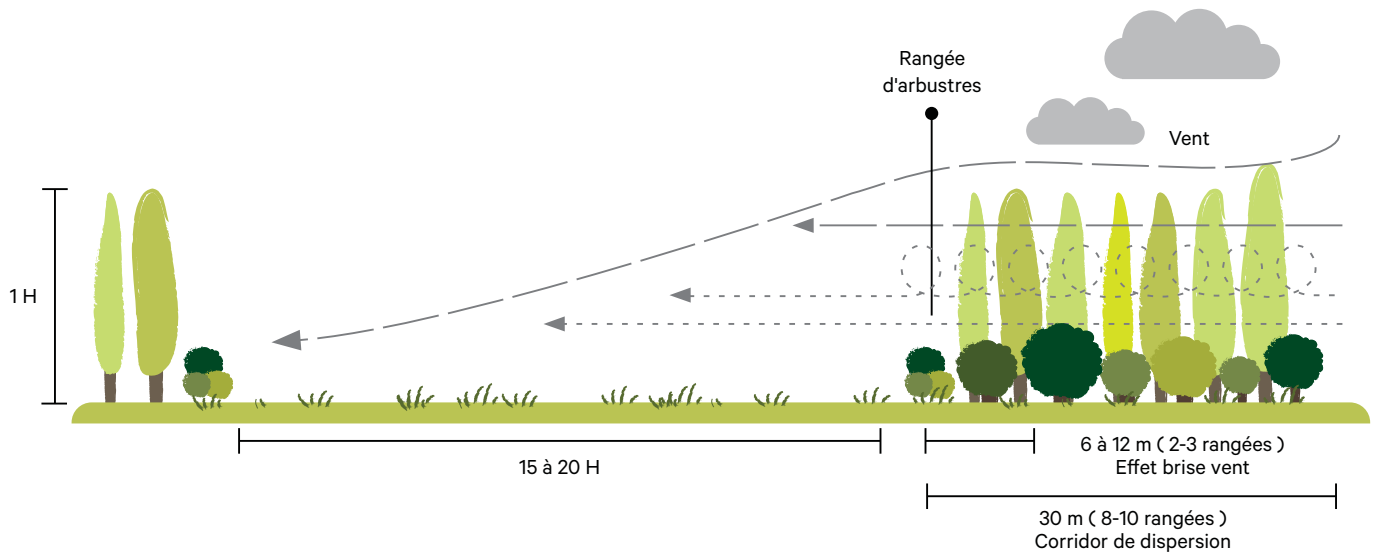


Figure 5.5. Distance optimale entre les haies et largeur des haies mesurées en nombre de fois la hauteur de la haie brise-vent (H) et selon les bénéfices pour l'herpétofaune. Une distance de 15 à 20 H entre les haies limite de façon optimale les effets du vent sur la production. Une première rangée d'arbustes limite les effets négatifs de l'ombrage sur la production. Une haie de deux à trois rangées d'arbustes et d'arbres procure un effet brise-vent et peut être utilisée par quelques espèces d'amphibiens et de reptiles. Une haie de 30 mètres de large constitue un corridor de dispersion optimal pour l'herpétofaune. (Inspiré de De Villele, 1985)

Sur la rive sud du cours d'eau, une zone de cinq mètres de large est dédiée à deux rangées d'arbres espacées de trois mètres et alternées d'arbustes. Cette zone arborée offre à la fois de l'ombrage au cours d'eau sans compromettre l'ensoleillement de la rive nord ainsi qu'un effet stabilisant de la rive et un effet brise-vent. Dans l'optique de bonifier l'effet brise-vent de la section arborescente alternée d'arbustes, il est possible d'y ajouter une troisième rangée (Vézina, 2008) et de l'élargir à environ huit mètres.

L'objectif de l'Amphiberge est d'offrir une protection minimale de l'habitat aquatique de l'herpétofaune en milieu agricole. Opter pour un élargissement additionnel de la bande riveraine contribuera à en améliorer la performance. Lorsque l'objectif de cette bande riveraine est d'assurer une fonction de corridor de dispersion optimal pour l'herpétofaune, la portion terrestre de l'Amphiberge doit comprendre un minimum de 30 mètres d'espace protégé à partir du plan d'eau (Bentrup, 2008). Si l'objectif est la pleine protection de l'habitat de l'herpétofaune, une largeur de 300 mètres est alors nécessaire (Semlitsch et Bodie, 2003).

5.2 HAIES BRISE-VENT

Les haies brise-vent servent principalement à limiter l'érosion créée par le vent, à intercepter la matière organique avec leurs racines profondes et à réduire la dérive des pesticides (Lesage, 2009). Leur présence peut augmenter la productivité d'une culture en la protégeant contre l'assèchement lié aux vents dominants (Figure 5.5). Les haies brise-vent peuvent constituer une barrière efficace contre la dérive des pesticides et offrir différentes productions (fruits, bois, champignons) présentant des sources de revenus diversifiés pour les producteurs agricoles (Vézina et Talbot, 2011; Vézina *et al.*, 2012). De plus, elles constituent des corridors fauniques dont la présence peut être déterminante pour la conservation de l'herpétofaune à l'échelle du paysage (Lesage, 2009).

Pour qu'une haie brise-vent soit efficace au niveau de la protection du champ et de sa fonction de corridor pour l'herpétofaune, on doit considérer la porosité, le choix des espèces végétales, la disposition et le nombre de rangées à planter (Tableau 7; Vézina *et al.*, 2008; Tartera, 2014).

5.1.4 MATIÈRE ORGANIQUE AU SOL

La matière organique au sol produite par les bandes riveraines peut remplir plusieurs fonctions pour l'herpétofaune, dont la création de refuges et d'aires d'alimentation, ou encore contribuer au maintien de l'humidité, un paramètre important pour plusieurs amphibiens (Whiles et Grubaugh, 1996; Welsch et Droege, 2001). Il est donc bénéfique de laisser au sein de la bande riveraine les débris ligneux ainsi que la litière forestière produite par la chute des feuilles. Les débris ligneux produits par l'entretien ou la mortalité des arbres peuvent également être amoncelés pour créer des abris (voir section 5.7).



Figure 5.4 Tortue des bois dans les herbes hautes

Aménagement idéal lorsque...

Le paysage agricole et les cultures sont vastes et homogènes

Il y a un manque d'abris et d'habitats pour l'herpétofaune

Des habitats d'intérêt pour l'herpétofaune sont isolés les uns des autres et difficiles d'accès



Figure 5.6 Haie à deux rangées

TABLEAU 7.
Contexte et avantages des haies brise-vent pour les producteurs agricoles et l'herpétofaune

TYPE D'AMÉNAGEMENT	AVANTAGES PARTICULIERS	BÉNÉFICES POUR L'HERPÉTOFAUNE	ESPÈCES VÉGÉTALES À UTILISER
BRISE-VENT - RANGÉE SIMPLE -	Entretien minimal Réduction des effets du vent sur les cultures Peu coûteux	Refuge contre les prédateurs Zone d'alimentation	Arbres : Chêne rouge, érable argenté, frêne blanc, micocoulier occidental. Arbustes : Amélanthier, myrique beaumier, cornouiller stolonifère, aronie noire, sureau du Canada, viorne trilobée, aulne rugueux, noisetier.
BRISE-VENT - PLUSIEURS RANGÉES -	Meilleur effet brise-vent, car porosité optimisée Meilleur potentiel herpétofaunique	Corridor de dispersion Zone d'alimentation Refuge contre les prédateurs Maintien de l'humidité Augmentation de l'abondance et de la diversité en espèces	

5.2.1 LARGEUR DE LA HAIE BRISE-VENT ET NOMBRE DE RANGÉES

Créer un brise-vent d'une seule rangée d'arbre est une option économique mais de valeur moindre pour l'herpétofaune et qui s'avère plus longue à renouveler qu'un brise-vent de plusieurs rangées suite à la perte de certains arbres. Les brise-vents plus larges offrent une plus grande quantité et variété d'habitats, ce qui bénéficie à davantage d'espèces. Ces brise-vents plus larges offrent aussi la possibilité d'exploiter les essences plantées (ex : petits fruits, bois d'œuvre, etc.) (Vézina, 2012). Une largeur de deux à trois rangées d'arbres permet aux cultures de bénéficier de la protection des arbres tout en minimisant les coûts liés à l'entretien et à la perte de surfaces cultivées (Vézina, 2008) (Figure 5.6). Il a été démontré que moins de neuf ans après son implantation, une haie arborescente de 5,5 mètres de large composée de peupliers hybrides offre un milieu qui permet le recrutement des espèces végétales forestières et la dispersion de certaines espèces de reptiles et d'amphibiens dont la grenouille léopard, la couleuvre rayée et la salamandre maculée (Pageault, 2013; Boothroyd-Roberts *et al.*, 2013). Une haie brise-vent étroite (deux à trois rangées) aura pour effet de favoriser la dispersion des espèces les plus mobiles alors qu'une haie plus large (plus de trois rangées) et plus dense contribuera également au déplacement d'espèces plus sédentaires et plus sensibles aux conditions d'humidité, dont la salamandre cendrée (Rothermel et Semlitsch, 2002).

Lorsque l'objectif premier du brise-vent est d'assurer la connectivité entre des habitats et de favoriser la dispersion des reptiles et des amphibiens, la largeur à favoriser se situe plutôt entre 30 et 180 mètres (Bentrup, 2008).

5.2.2 LA POROSITÉ

Une haie trop opaque peut mener à la création de tourbillons de vent qui nuisent à l'efficacité du brise-vent tandis qu'une haie trop espacée expose les cultures aux intempéries (Soltner, 1984; Vézina, 2008). La porosité souhaitée est de 40 à 60 %, ce qui permet de ralentir le vent sans toutefois créer de tourbillons, protégeant alors les cultures avoisinantes (Bentrup, 2008). Pour y arriver, la création d'une haie clairsemée composée d'arbres

et d'arbustes peut permettre la circulation du vent, tout en demeurant un milieu favorable pour la dispersion des reptiles et des amphibiens de milieux ouverts et, dans une certaine mesure, de milieux forestiers (Maisonneuve et Rioux, 2001).

5.2.3 DISPOSITION ET SÉLECTION DES PLANTES

Une haie brise-vent optimale assure une protection contre l'érosion éolienne en culture sur une distance estimée de 15 à 20 fois la pleine hauteur (H) des arbres. Cette performance est atteinte lorsque la largeur de la haie est de 11,5 H (Bentrup, 2008; Vézina *et al.*, 2008). Selon la distance estimée des bénéfices qu'apportent ce type de haie à la production agricole, une deuxième haie peut être installée à une distance de 15 à 20 H de la première, ou encore là où s'estompent les bénéfices de l'aménagement en place. Une haie brise-vent efficace peut être réalisée en espaçant les arbres de trois à quatre mètres et en alternant les arbres et les arbustes de manière à obtenir la porosité voulue (Vézina *et al.*, 2008) (Figure 5.5). L'ajout d'une rangée d'arbustes en bordure permettra de favoriser les espèces de milieux ouverts par rapport aux espèces forestières qui préféreront l'intérieur de la haie pour leurs déplacements, d'augmenter l'ensoleillement au champ et de réduire les risques que la machinerie agricole ne soit entravée par la présence de débris ligneux en provenance de la haie.

Bien que des conifères soient souvent utilisés dans la composition des haies brise-vent, il est préférable de favoriser une composition d'arbres et d'arbustes feuillus de deux espèces de deux genres botaniques différents (Tanguay, 2015). Cette diversité aura pour effet de limiter les risques de perte liée aux maladies ou aux ravageurs (Vézina, 2008) et de favoriser la présence de l'herpétofaune. En effet, les milieux composés de conifères sont caractérisés par un sol plus sec et plus acide qu'en forêt décidue, ce qui, notamment, entraîne une diversité faible d'amphibiens (Degraaf et Rudis, 1990; Hanlin *et al.*, 2000; Wyman et Hawkey-Lescault, 1987). Par ailleurs, il peut être envisagé de planter des arbustes ou des arbres fruitiers qui pourront offrir un habitat pour l'herpétofaune, mais aussi une opportunité d'apport à la production agricole d'une exploitation.

5.2.4 MATIÈRE ORGANIQUE AU SOL

Indépendamment de la composition de la haie brise-vent, l'entretien des arbres et leur mortalité occasionnelle peuvent induire une production de débris ligneux dont la présence au sol s'avère bénéfique pour l'herpétofaune (Whiles et Grubaugh, 1996). Pour favoriser les reptiles et les amphibiens, il est possible de les laisser au sol ou encore de les amonceler pour créer des abris (voir section 5.7). De plus, de nombreuses espèces sensibles aux conditions d'humidité, comme la salamandre maculée et la salamandre cendrée, se dispersent de préférence dans les habitats forestiers plutôt que dans les milieux ouverts où le risque de se déshydrater est plus important (Rothermel et Semlitsch, 2002). La présence d'une litière forestière joue un rôle important pour ces espèces, car il s'agit d'un microhabitat où elles se nourrissent et se réfugient (Welsch et Droege, 2001). Le fait de maintenir les feuilles et les débris ligneux au sol favorisera donc l'utilisation de la haie brise-vent par les espèces sensibles à la déshydratation qui ne pourraient se disperser dans un habitat trop sec.

5.2.5 LE CORRIDOR BRISE-VENT HERPÉTOFAUNIQUE

La haie brise-vent idéale pour l'herpétofaune allie les paramètres contribuant à la productivité des champs en culture à ceux favorisant la dispersion des reptiles et des amphibiens :

- **Largeur :**
30 mètres, ou huit à dix rangées d'arbres espacés de trois à quatre mètres
- **Composition :**
Feuillus (arbres et arbustes) de plusieurs genres botaniques
- **Disposition :**
Arbres espacés de trois à quatre mètres alternés d'arbustes avec une rangée d'arbustes de part et d'autre de la haie
- **Porosité :**
Clairsemé (40 à 60 %)
- **Espacement entre les haies :**
15 à 20 H (H = pleine hauteur des arbres)
- **Maintien de la matière organique au sol :**
litière forestière, débris ligneux

Pour davantage d'informations sur le choix et l'implantation de végétaux pour les haies brise-vents, consulter les documents suivants (voir section 8) :

- *Guide pour la réalisation d'aménagements agroforestiers* (Tartera, 2014)
- *Guide de bonnes pratiques: aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines* (www.banderiveraine.org/wp-content/uploads/2013/07/FIHOQ_guide_2013_print_144.pdf)
- *Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines* (www.fihq.qc.ca/medias/D1.1.5B-1.pdf)





Philippe Lamarre

Figure 5.8 Étang aménagé

5.3 PLANS D'EAU ARTIFICIELS

L'aménagement de plans d'eau permet de créer des habitats aquatiques plutôt propices pour les reptiles et les amphibiens (Monello et Wright, 1999). La présence d'eau temporaire ou permanente permettra ou non à certaines espèces de s'y reproduire. Par exemple, un étang temporaire ne convient pas aux amphibiens dont les larves doivent y passer plusieurs mois ou quelques hivers avant de se métamorphoser, ce qui est notamment le cas de la grenouille léopard et du ouaouaron (Desroches et Rodrigue, 2004). Cependant, un plan d'eau permanent contenant des prédateurs peut ne pas convenir aux espèces se reproduisant principalement dans des étangs temporaires, telles que la salamandre à points bleus et la rainette faux-grillon de l'Ouest (Desroches et Rodrigue, 2004; Pro Natura, 2013). L'aménagement d'un ou l'autre de ces plans d'eau comportera donc des avantages variés pour les producteurs agricoles et pour l'herpétofaune (Tableau 8).

Un plan d'eau artificiel peut être creusé à même le sol, provenir de l'accumulation de l'eau derrière une digue ou un barrage, ou encore être créé par la combinaison des deux méthodes (Canada Illimités Canada, 2015). Les plans d'eau naturels et aménagés sont bien sûr sensibles à la pollution et doivent être libres de polluants pour permettre la pérennité de l'herpétofaune (Pro Natura, 2013).

TABLEAU 8.
Contexte et avantages de l'aménagement de plans d'eau.

TYPE D'AMÉNAGEMENT	AVANTAGES PARTICULIERS	BÉNÉFICES POUR L'HERPÉTOFAUNE	BESOINS PARTICULIERS
PLAN D'EAU TEMPORAIRE	Réalisation facile Peu coûteux Peu encombrant	Aire de reproduction Aide à la dispersion d'espèces sensibles à la déshydratation	Doivent s'assécher en cours d'été Doivent être protégés de toute perturbation
PLAN D'EAU PERMANENT	Potentiel faunique à l'année	Aire de reproduction Zone d'alimentation Refuge contre les prédateurs Augmentation de la disponibilité en proies (vertébrés et invertébrés) Site d'hibernation	Doivent avoir de l'eau en permanence Doivent demeurer libres de contaminants Doivent idéalement demeurer libres de poissons

5.3.1 EMPLACEMENT DU SITE

Pour qu'un étang artificiel soit adopté par l'herpétofaune, il doit être accessible via les milieux naturels avoisinants où vivent déjà des reptiles et des amphibiens (Brown *et al.*, 2012). La majorité des amphibiens utilisant des étangs pour se reproduire vivent à moins de 90 mètres de ceux-ci (Rittenhouse et Semlitsch, 2007; Harper *et al.*, 2008). Il est donc important d'assurer la connectivité entre les habitats existants lors de la planification de l'aménagement d'un plan d'eau artificiel. Le simple fait d'aménager une large rive végétalisée en arbres et jonchée d'amas de roches et de troncs d'arbres au sol aide un peu plus d'espèces telles que la salamandre maculée et la grenouille des bois à compléter leur cycle de vie (Calhoun *et al.*, 2005). Un boisé mature avoisinant ou un large corridor de dispersion vers d'autres habitats d'importance viendra bonifier davantage un plan d'eau artificiel.

EMPLACEMENT
→ Connectivité

FORME
→ Diversité d'habitats

PROTECTION
→ Zone tampon

PENTE
→ Diversité d'habitats
→ Réduction de l'érosion

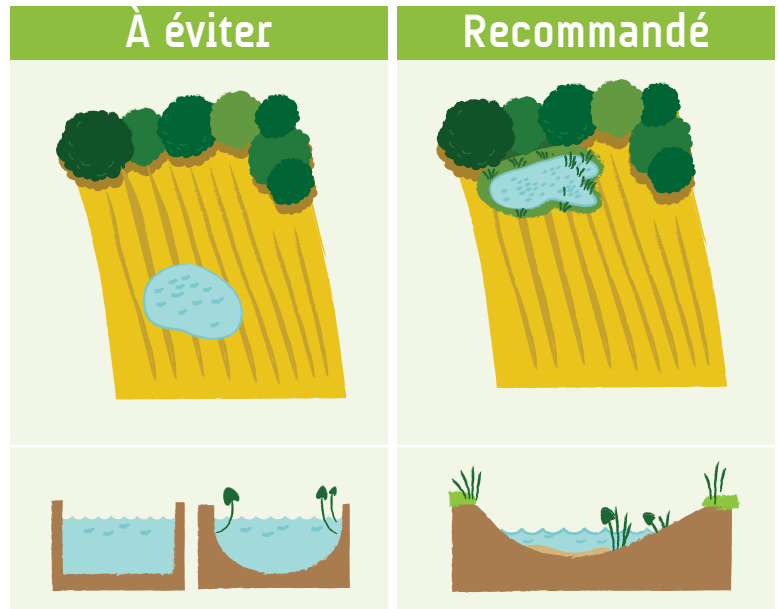


Figure 5.9. Recommandations pour optimiser la valeur et le rôle d'un plan d'eau aménagé pour l'herpétofaune

5.3.2 LE TYPE DE SOL

Afin d'implanter un étang permanent, une couche minimale de 60 centimètres de sol argileux est recommandée pour empêcher les pertes d'eau liées à l'infiltration dans le sol. Un sol composé d'une certaine proportion de gravier, de sable ou de calcaire favorisera les pertes d'eau et conviendra davantage à un étang temporaire alors que les sols argileux ou limoneux permettront l'aménagement de plans d'eau permanents (Canards Illimités Canada, 2015).

5.3.3 APPROVISIONNEMENT EN EAU

L'eau de l'étang peut provenir d'une source naturelle, du ruissellement des eaux, de la fonte des neiges, de la nappe phréatique, ou d'un puits de surface ou artésien. En considérant la grande sensibilité des amphibiens à la qualité de l'eau, il est primordial de s'assurer que l'étang ne soit pas alimenté en contaminants (engrais, pesticides). Le fait de ne pas épandre ce type de produits à proximité, d'établir une zone tampon végétalisée autour du plan d'eau ou encore d'aménager un fossé collecteur en amont peut contribuer à réduire les risques de contamination de ce plan d'eau (Canards Illimités Canada, 2015).

5.3.4 FORME

L'aménagement de bordures irrégulièrement sinueuses multiplie le nombre de microhabitats offerts par l'étang, favorisant alors un plus grand nombre d'espèces herpétofauniques (Pro Natura, 2013) (Figure 5.9). Plus un milieu humide ou aquatique a une forme irrégulière, plus il offrira des habitats de bordure tels que de petites baies et recoins (Pro Natura, 2013; Canards Illimités, 2015). Les plantes aquatiques et émergentes s'y installeront alors davantage, et les larves et les adultes des amphibiens pourront s'y réfugier et y trouver bon nombre de proies (Hartel *et al.* 2007).

5.3.5 PROFONDEUR

La profondeur du plan d'eau a un impact sur son utilisation par les reptiles et les amphibiens (Porej et Hetherington, 2005). La plupart des tortues, les amphibiens et même certaines couleuvres bénéficient des zones peu profondes pour s'alimenter, se reproduire et/ou s'exposer au soleil. Des aires plus profondes peuvent toutefois servir aux espèces qui passent l'hiver sous la glace, qu'elles demeurent actives ou qu'elles y hibernent (Desroches et Rodrigue, 2004; Tattersall et Ultsch, 2008) (Figure 5.9) Si des poissons sont présents dans le plan d'eau, la création de zones peu profondes et végétalisées permettra de servir de refuges aux larves d'amphibiens et de réduire la prédation (Hartel *et al.*, 2007)..

5.3.6 PENTE DES BERGES

Le degré d'inclinaison de la pente des berges joue un rôle sur l'abondance de la végétation et sur la disponibilité des microhabitats pour les amphibiens et les reptiles (Porej et Hetherington, 2005). Une pente faible de 5 à 20 % sur tout le pourtour de l'étang est recommandée afin de favoriser l'implantation de la végétation aquatique, un habitat critique pour les amphibiens (Hartel *et al.*, 2007; Nelms *et al.*, 2012; Pro Natura, 2013) (Figure 5.9).

5.3.7 DES POISSONS OU NON ?

De nombreuses espèces liées à la pêche sportive constituent un facteur limitant pour l'abondance des amphibiens (Knutson *et al.* 2004; Julian *et al.*, 2006). Il en va de même pour les poissons d'ornement, dont le poisson rouge et le koi, des espèces potentiellement envahissantes et présentes au Québec, qui peuvent réduire de manière importante le succès de reproduction de certains amphibiens (Winandy et Denoël, 2013; MFFP, 2013b). Les poissons doivent être exclus des plans d'eau dédiés à la reproduction des anoues et des salamandres. Si la présence du poisson est désirée, des zones peu profondes et denses en végétation doivent être aménagées afin de servir de refuges aux amphibiens (Nelms *et al.*, 2012).



Figure 5.10 Mares temporaires créées par des roues de tracteurs

5.3.8 AMÉNAGEMENT DE PLANS D'EAU TEMPORAIRES

Des plans d'eau temporaires peuvent aussi facilement être aménagés dans un paysage agricole. Certains amphibiens ne se reproduisent que dans ce type de milieux, notamment la rainette faux-grillon de l'Ouest (Desroches et Rodrigue, 2004).

Mares en chapelet

Les mares en chapelet sont une série de petites dépressions successives, d'environ 10 à 25 mètres carrés ou plus, qui accumulent l'eau de pluie et de fonte des neiges (Karch, 2011). Elles sont facilement réalisables sur des sols argileux en effectuant par exemple des ornières de profondeurs différentes avec des tracteurs agricoles ou en utilisant de la machinerie (Figure 5.10). On prendra soin de créer plusieurs milieux de tailles et de profondeurs différentes (10 à 60 centimètres) afin d'offrir aux amphibiens des milieux pouvant être utilisés pour la reproduction ou la dispersion entre les habitats. Ces milieux humides temporaires sont préférablement établis en bordure de boisés (Fortin *et al.*, 2008; Pro Natura, 2013).

Étang vernal alimenté par la nappe phréatique

Sur les sites où la nappe phréatique est haute, il peut être très simple de créer un plan d'eau temporaire. En creusant jusqu'à atteindre le niveau de l'eau, lors de la période où la nappe phréatique est au plus bas (août – septembre), on obtient un étang temporaire qui se remplira et s'asséchera annuellement (Pro Natura, 2013). L'étang vernal ne doit pas être trop profond pour qu'il puisse s'assécher vers la fin de l'été (en général moins d'un mètre). Une superficie de 100 à 1000 mètres carrés permet de combler les besoins de plusieurs espèces, dont ceux de la rainette faux-grillon de l'Ouest (Picard, 2014)

5.3.9 PROTECTION DES PLANS D'EAU

Au Québec, on doit empêcher l'accès du bétail aux milieux aquatiques permanents (Québec, 2015c). Bien que non protégés, les étangs temporaires peuvent également bénéficier d'une clôture d'exclusion et de la protection d'une zone tampon lors de leur période inondée (Nelms *et al.*, 2012). Si la zone dans laquelle se situe l'étang temporaire est une aire de pâturage, l'intensité du broutage devrait y être réduite de sorte qu'une zone tampon autour de l'étang conserve un couvert végétal plus étoffé. De façon optimale, la hauteur de ce couvert végétal devrait être de plus de 60 centimètres, ce qui offre plus d'humidité et de protection contre la prédation (Wells, 2007).

Pour obtenir davantage de renseignements sur l'aménagement de plans d'eau artificiels, consulter (voir section 8) :

- *Guide d'accompagnement de construction d'étang* (www.ducks.ca/quebec)

5.4 FOSSÉS DE DRAINAGE AMÉNAGÉS

Les fossés sont des sillons creusés dans le sol suite à une intervention humaine et qui longent les cultures dans l'objectif de drainer les terres et canaliser les eaux de ruissellement (Québec, 2015a). Ils acheminent ces eaux vers des milieux aquatiques qui peuvent être d'importance pour l'herpétofaune. Il est donc important que les fossés puissent jouer leur rôle dans l'interception de la matière en suspension, des contaminants, des nutriments et des pesticides issus du ruissellement (Needelman, 2007; Moore *et al.*, 2008; Luo et Zhang, 2009). Leur aménagement pour l'herpétofaune mène donc aussi à la réduction des impacts environnementaux des pratiques agricoles (Tableau 9).



Figure 5.11 Fossé végétalisé



Figure 5.12 Fossé à nu

Aménagement idéal lorsque...

Il y a absence ou manque de milieux aquatiques et humides

Les habitats aquatiques sont isolés les uns des autres

Les berges des cours d'eau font face à une érosion accrue

Une quantité importante de contaminants peut ruisseler des cultures environnantes

TABLEAU 9.

Contexte et avantages de l'aménagement des fossés agricoles.

AVANTAGES PARTICULIERS	BÉNÉFICES POUR L'HERPÉTOFAUNE
Réduction du débit de l'eau	Aire de reproduction pour les amphibiens
Réduction de l'érosion des berges	Corridor de dispersion pour les espèces dépendantes des milieux aquatiques
Réduction de l'eutrophisation des milieux aquatiques	Refuges contre la dessiccation et les prédateurs
Augmentation du temps disponible aux pesticides pour se dégrader dans l'eau	Zone d'alimentation

5.4.1 AMÉNAGEMENTS ET MESURES VISANT À PRÉVENIR LA DÉGRADATION DES HABITATS AQUATIQUES ET RIVERAINS

Ensemencement et travail du tiers inférieur

Suite à des travaux qui ont laissé un fossé à nu, il est conseillé de le végétaliser rapidement en ensemençant le sol (MRC Brome-Missisquoi, 2012). Par ailleurs, lorsqu'un fossé d'irrigation se sédimente et s'obstrue, le fait de creuser uniquement au sein du tiers inférieur du fossé en maintenant la végétation en bordure du talus intact permet de limiter une partie de l'érosion des berges (MRC Brome-Missisquoi, 2012).

Seuil de rétention

Pour les fossés à fort débit, le seuil de rétention est un type d'installation permanente qui contribue à ralentir les eaux et à réduire l'érosion (Abrinord, 2008; MRC Brome-Missisquoi, 2012). En créant de petites cascades, elle contribue à l'oxygénation de l'eau, ce qui bénéficie aux amphibiens en stade larvaire (Figure 5.13). Il est important de s'assurer que l'eau s'écoule au centre du seuil pour éviter l'érosion des berges et que l'habitat aquatique demeure continu pour les amphibiens et pour les poissons.

Trappe à sédiments

La trappe à sédiments est une cavité creusée de manière à recevoir les sédiments provenant du ruissellement de l'eau dans les fossés (Figure 5.13). Située en amont d'un seuil de rétention ou d'un boudin biodégradable, cette cavité retient les dépôts de sédiments, ce qui réduit les risques de sédimentation et d'obstruction des milieux aquatiques (MRC Brome-Missisquoi, 2012).

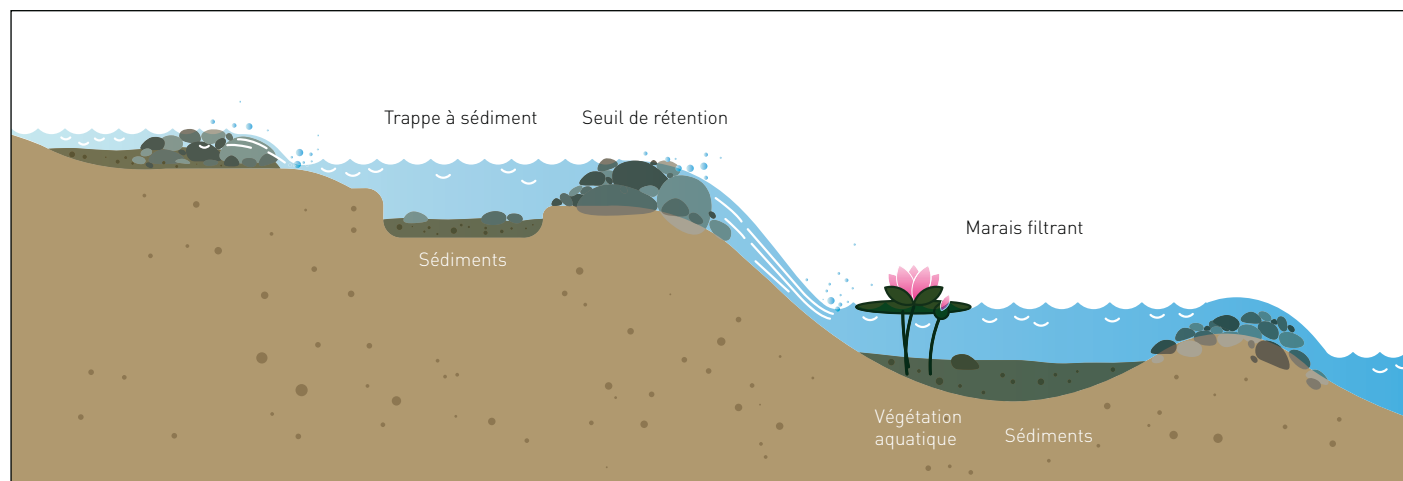


Figure 5.13. Options d'aménagement de fossés de drainage : berme, trappe à sédiments et marais filtrant.

5.4.2 AMÉNAGEMENTS VISANT LA CRÉATION D'AIRES DE REPRODUCTION POUR LES AMPHIBIENS

Bassins de sédimentation ou marais filtrants avec seuil de rétention

Ces deux types de plans d'eau aménagés à partir d'un fossé peuvent servir à l'herpétofaune selon la durée de temps où ils sont inondés. Ils doivent toutefois permettre en tout temps la libre circulation des poissons. Le bassin de rétention sert surtout à la sédimentation de la matière en suspension et les marais filtrants à l'amélioration générale de la qualité de l'eau à l'aide de végétation aquatique (Figure 5.13 et 5.14). Cette dernière pratique est préférable pour la conservation des reptiles et des amphibiens (SQP, 2014).



Figure 5.14 Fossé avec seuils de rétention -

Avaloirs adaptés pour la faune

Les avaloirs, installés dans des fossés ou dans des bassins peuvent être adaptés pour retenir l'eau jusqu'à un certain seuil, créant alors un plan d'eau où peuvent se nourrir et se reproduire les amphibiens (Figure 5.14) (MAPAQ, 2005).

Pour davantage de détails concernant l'aménagement des fossés, consulter (voir la section 8) :

- *Guide technique – Gestion environnementale des fossés de la MRC Brome-Missisquoi* (mrcbm.qc.ca/fr/eau_guide.php)

5.5 TRAVERSES ET PONCEAUX

La construction de ponceaux et de traverses permet le passage de personnes et de machinerie légère au-dessus de fossés ou encore de cours d'eau en milieu agricole. Ces derniers sont des milieux sensibles où il est important de limiter les perturbations au niveau de la berge, du débit ou encore du fond du ruisseau si l'on veut conserver des habitats de qualité pour l'herpétofaune. De telles mesures bénéficient entre autres aux salamandres de ruisseaux, telles que la salamandre sombre du Nord, la salamandre sombre des montagnes, la salamandre pourpre et la salamandre à deux lignes (Jutras, 2003; MRNF, 2008; Environnement Canada, 2014). La présente section offre des recommandations qui s'appliquent davantage dans le cas des productions acéricoles où des ruisseaux pouvant abriter de telles espèces sont davantage présents.

Parmi les nombreux aménagements possibles, les traverses en bois et les ponceaux en arche constituent des aménagements n'altérant pas le lit des ruisseaux et assurant donc le maintien non seulement de la qualité du milieu aquatique, mais aussi la possibilité pour l'herpétofaune de s'y déplacer librement (Tableau 10) (Hotte et Quirion, 2003). Malgré le fait que les ponceaux avec tuyaux provoquent davantage de perturbations du milieu aquatique et offrent un milieu aquatique plus modifié, il existe des moyens pour en améliorer l'utilisation par les reptiles et les amphibiens (MRN, 1997; Ward *et al.*, 2008). Il est également primordial que le milieu aquatique ne soit pas interrompu de manière à permettre la libre circulation des amphibiens et des poissons.

TABLEAU 10.

Contexte et avantages de l'aménagement de traverses et de ponceaux.

TYPE D'AMÉNAGEMENT	AVANTAGES PARTICULIERS	BÉNÉFICES POUR L'HERPÉTOFAUNE
TRAVERSE EN BOIS	Économique Ne nécessite pas de canaliser le débit	Préserve le lit et les berges du plan d'eau Permet la dispersion libre dans l'eau ou sur les berges Offre un espace ombragé dans le cours d'eau
PONCEAU CIRCULAIRE	Solide et durable	Davantage bénéfique en y disposant des pierres et du substrat Offre un espace ombragé dans le cours d'eau
PONCEAU EN ARCHE	Solide et durable Durabilité accrue car non exposée à l'eau donc moins d'érosion Ne nécessite pas de canaliser le débit	Préserve le lit et les berges du plan d'eau Permet la dispersion libre dans l'eau ou sur les berges Offre un espace ombragé dans le cours d'eau

Aménagement idéal lorsque...

Le cours d'eau est droit

Le cours d'eau est à son plus étroit

Le cours d'eau ne comprend qu'une seule branche

Les approches sont en pente douce et en terrain sec

Il est construit durant l'hiver pour limiter l'érosion et la compaction du sol

5.5.1 TRAVERSES EN BOIS

Les traverses en bois sont des installations temporaires pour des cours d'eau de moins d'un mètre de large et dont la durabilité peut être augmentée par un choix de matériaux plus durables. Par exemple, on préférera au peuplier et au sapin des essences résistantes comme le mélèze, le bois franc ou encore la pruche (MRN, 1997). Ces traverses altèrent peu les habitats aquatiques, que ce soit lors de l'installation ou de leur utilisation, et constituent une option intéressante pour la conservation de milieux sensibles, comme les ruisseaux forestiers.

5.5.2 PONCEAU CIRCULAIRE AVEC TUYAU

L'aménagement de ponceaux circulaires permanents, avec tuyau en plastique, en acier ou en béton, convient pour des cours d'eau d'un à trois mètres de large (MRN, 1997). Leur installation implique davantage de perturbations du lit et des berges du cours d'eau et on leur préférera les constructions en arche (FFQ et UPA, 2011). L'aménagement de tels ponceaux nécessite de faire attention de bien suivre la pente naturelle du cours d'eau de manière à éviter de créer des cascades, ce qui rend impossible le déplacement des amphibiens vers l'amont du cours d'eau (Ward et al., 2008). Le diamètre du tuyau ne doit jamais être inférieur à 45 centimètres, ni réduire le cours d'eau de moins de 20 % de sa largeur au niveau de la limite naturelle des hautes eaux (MRN, 1997). De plus, pour favoriser le passage du ponceau par l'herpétofaune, il est favorable de s'assurer que son lit ressemble le plus possible au lit original du ruisseau en y aménageant du substrat et des pierres (Figure 5.15) (Ward et al., 2008). En cas de courants excessifs, il peut être intéressant d'aménager des seuils de rétention avant et après le ponceau, ce qui créera aussi de petits habitats aquatiques (Figure 5.16).



Figure 5.15 Ponceau circulaire avec substrat

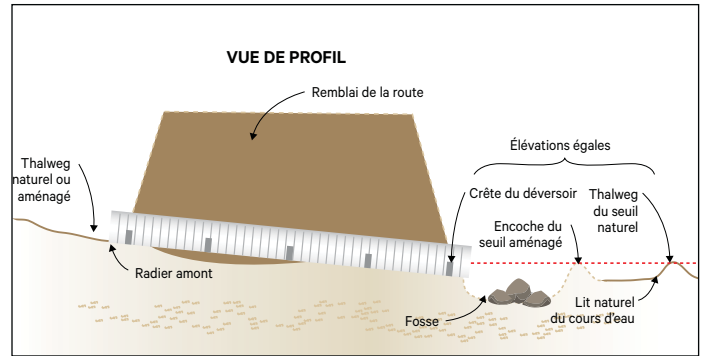


Figure 5.16 Ponceau circulaire suivi d'un seuil de rétention aménagé pour ralentir le débit, récupérer les sédiments et créer un habitat aquatique (tiré de MPO, 2010)

5.5.3 PONCEAU EN ARCHE

L'aménagement d'un ponceau en arche permet le passage de plans d'eau d'une largeur d'un à trois mètres et comprend un tuyau d'une largeur permettant un débit ininterrompu et ce, même en période de crue (Figure 5.17) (MRN, 1997). Un ponceau en arche optimal pour l'herpétofaune inclurait une portion terrestre afin de permettre aussi les déplacements des reptiles et des amphibiens le long des berges sans avoir à contourner l'aménagement par le haut, ce qui les expose alors à de possibles accidents ou à une prédation accrue (Boucher, 2010).

Pour davantage de détails sur l'aménagement de ponceaux et de traverses en bois, vous référer au guide *L'aménagement des ponts et des ponceaux en milieu forestier* (MRN, 1997) et à *Saines pratiques – Voirie forestière et installation de ponceaux* (MRNF, 2008) (voir section 8).



Figure 5.17 Ponceau en arche

5.6 HIBERNACLE ARTIFICIEL POUR COULEUVRES

Les hibernacles sont des cavités souterraines où les couleuvres se rassemblent pour passer l'hiver à l'abri du gel. Cet habitat d'hiver est critique à la survie des couleuvres, les individus y retournant souvent année après année et parfois de génération en génération (Shine et Mason, 2004). Le manque ou la faible viabilité de sites d'hibernation dans une région peut fragiliser le maintien de populations de couleuvres (Reinert, 1993; Shine et Mason, 2004). L'hibernacle peut prendre plusieurs formes, notamment une crevasse, un remblai, un terrier abandonné, une vieille fondation ou même une fourmilière (Desroches et Rodrigue, 2004; Pisani, 2009). Le fait d'aménager des hibernacles en milieu agricole améliore donc les chances de survie des populations de couleuvres.

Aménagement idéal lorsque...

- Il y a présence confirmée de couleuvres
- Peu d'abris sont présents pouvant servir d'hibernacles
- Des habitats de couleuvres sont à proximité ou accessibles
- Le site est surélevé afin d'éviter l'inondation de l'hibernacle
- Le site est exposé au sud et situé en milieu ouvert pour un bon ensoleillement
- Le sol est bien drainé
- Le site est éloigné des routes

5.6.1 FAIRE LE BON CHOIX

Les conditions hivernales variant d'une année à l'autre, une des caractéristiques principales d'un hibernacle est de pouvoir offrir différentes conditions de température et d'humidité, tout en permettant aux couleuvres de demeurer à l'abri du gel (Bailey, 1949; Costanzo, 1989). L'hibernacle peut être composé d'un monticule de remblai sur un sol plat, d'un trou creusé et rempli de pierres de granulométrie variable, ou encore d'une combinaison des deux méthodes (Zoo de Toronto, 2015a; Zappalorti et Reinert, 1994). Le choix entre ces trois types d'aménagement peut être effectué en fonction de la proximité de la nappe phréatique, du type de sol et de la disponibilité des matériaux de construction (Figure 5.19; Tableau 10). Si la nappe est haute, ou si le sol est difficile à excaver, est particulièrement glaiseux et a un mauvais drainage, il est préférable d'opter pour un hibernacle de surface. La hauteur recommandée du monticule en surface est d'au minimum 1,5 fois la profondeur de la ligne de gel locale pour une largeur à sa base d'au moins 3 fois la profondeur de la ligne de gel. En pente ou sur un site surélevé, l'hibernacle creusé peut être adopté. L'hibernacle mixte est plus complexe et plus coûteux, mais il offre l'avantage d'accroître l'aire entre la ligne de gel et la nappe phréatique où les couleuvres peuvent passer l'hiver.

5.6.2 PÉRIODE DE CONSTRUCTION

La période optimale pour planifier la construction de l'hibernacle se situe entre la mi-novembre et le début décembre afin de s'assurer que toutes les couleuvres du site soient en hibernation, et donc à l'abri de la machinerie, lors de la période des travaux.

TABLEAU 11.

Contexte et avantages de l'aménagement de différents types d'hibernacles artificiels.

TYPE D'AMÉNAGEMENT	CONTEXTE IDÉAL SPÉCIFIQUE	BÉNÉFICES POUR LES COULEUVRES
HIBERNACLE CREUSÉ	Sol bien drainé Site surélevé	Augmentation des chances de persistance des populations Zone d'alimentation
HIBERNACLE EN MONTICULE	Sol glaiseux ou mal drainé Proximité de la nappe phréatique Sol difficile à creuser Peu d'espace disponible entre la ligne de gel et la nappe phréatique	Refuge contre les prédateurs Abris supplémentaires pour contrôler la température de leur corps Site d'hibernation complémentaire
HIBERNACLE MIXTE	Polyvalent au niveau du contexte	



Figure 5.18 Salamandre sombre du Nord dans son habitat : un ruisseau forestier

5.6.3 UNE QUESTION DE SURVIE

Il est à noter que la profondeur de la ligne de gel varie entre 120 à 300 centimètres selon la localisation au Québec (MTQ, 2015) et qu'il peut être nécessaire de contacter la municipalité pour obtenir la profondeur précise de la ligne de gel de votre territoire. De plus, il est préférable que le site choisi pour un hibernacle artificiel soit loin des routes, car la mortalité routière peut être importante chez les couleuvres en migration (Bonnet *et al.*, 1999).

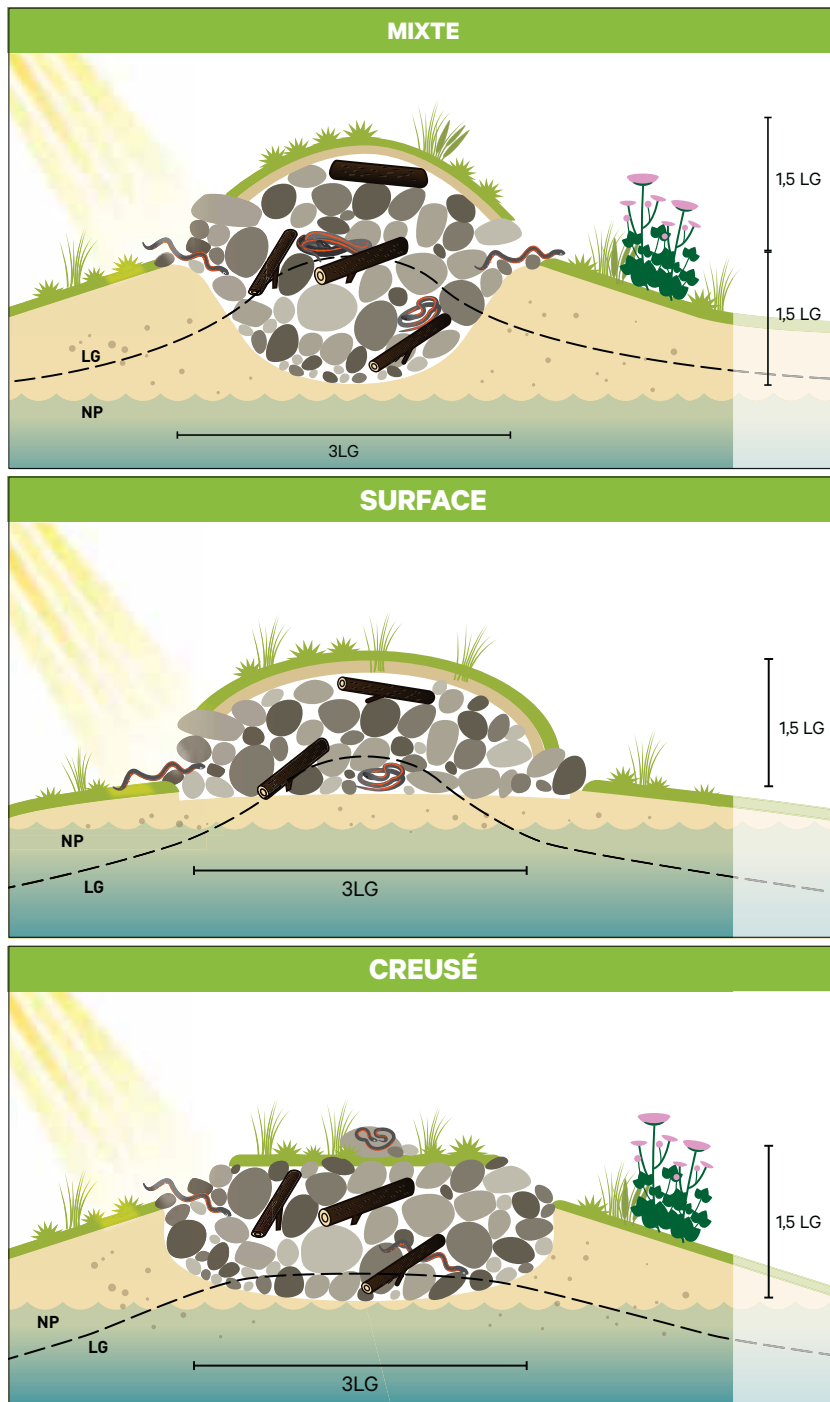


Figure 5.19. Exemple d'hibernacle artificiel mixte, de surface et creusé. Le choix du type d'hibernacle et le trou creusé doit tenir compte de la profondeur de la ligne de gel (LG) et de la nappe phréatique (NP) afin de s'assurer qu'un espace au sec et au-dessus du seuil de congélation soit disponible pour les couleuvres. La dimension du trou et du monticule se mesure en fonction du nombre de fois la mesure de la profondeur de la ligne de gel.

5.6.4 PRIORITÉ: QUALITÉ !

Il est à retenir que la construction d'un hibernacle peut contribuer à la survie des populations locales de couleuvres, mais peut s'avérer nuisible s'il est mal conçu. Par exemple, un hibernacle inondé, pas assez profond ou conçu avec des pierres trop grosses laissant pénétrer le gel peut causer la mort de plusieurs individus et causer de sérieux dommages aux populations de couleuvres. Il est suggéré de consulter un spécialiste avant d'entreprendre de tels aménagements.

Saviez-vous que ?

Plusieurs espèces de couleuvres utilisent des sites d'hibernation communs et passent l'hiver en groupe de quelques dizaines à plusieurs milliers d'individus. À Narcisse, au Manitoba, certains hibernacles peuvent contenir plus de 20 000 couleuvres rayées chacun !



Figure 5.20 Couleuvre rayée et couleuvre tachetée à la sortie d'un même hibernacle

5.7 ABRIS POUR L'HERPÉTOFAUNE

Les reptiles et les amphibiens utilisent différents types d'abris pour se réfugier des prédateurs, se reposer, réguler leur température corporelle, pondre des œufs et trouver leurs proies (Desroches et Rodrigue, 2004; Webb et Whiting, 2005). La présence d'abris est souvent essentielle à la présence notamment des couleuvres et des salamandres (Webb et Whiting, 2005; Whiles et Grubaugh, 1996) mais peut aussi être bénéfique pour les tortues et les anoues.

Aménagement idéal lorsque...

Des habitats ou des corridors de dispersion pour les reptiles et les amphibiens sont à proximité (boisé, friche, milieu humide ou aquatique, bande riveraine, brise-vent)

Il y a de grands milieux ouverts sans abris au sol
Le site choisi est légèrement surélevé afin de ne pas être inondé au printemps et lors de pluies abondantes

Le site choisi est éloigné des routes

Bénéfices pour l'herpétofaune

Refuge contre les prédateurs

Zone d'alimentation

Potentiel d'utilisation pour l'hibernation

Site de ponte et de mise bas pour les couleuvres

Site de régulation de la température corporelle

Il est facile et abordable d'aménager des abris pour l'herpétofaune en milieu agricole. Souvent, il ne s'agit que de déposer ici et là des amas de débris ligneux, de pierres, de compost, de chicots ou d'un mélange de ces matières. De plus, ces aménagements sont réalisables toute l'année et ne requièrent aucune expertise particulière. En effet, ils peuvent être réalisés à partir des matériaux à disposition et sans organisation particulière. Par contre, le fait d'investir dans la construction d'amoncellements de plus grande taille permet la création de plusieurs microhabitats au sein du même monticule et rend l'aménagement plus durable à long terme. Une fois construits, les amoncellements de matière organique et/ou de pierres doivent être laissés à eux-mêmes, car le fait de les retourner ou de les déplacer périodiquement détruit les conditions d'habitats créées et peut même tuer les individus qui s'y cachent ou détruire les œufs qui s'y trouvent (Edgar *et al.*, 2010).

5.7.1 MATÉRIAUX

Les abris pour l'herpétofaune peuvent être aménagés à partir de branches taillées, de troncs, de souches, de billots de bois, de feuilles mortes, de pierres, de remblai et même de compost. Bien que moins esthétiques, des matériaux de construction comme de vieilles tôles ou des contreplaqués sont très prisés par les couleuvres. Des planchettes en bois peuvent servir de refuge aux salamandres en milieu forestier.

5.7.2 ASSEMBLAGE

La disposition des matériaux qui composent l'abri peut aussi bien être organisée soigneusement comme une corde de bois ou plutôt comme un amoncellement, en autant que des interstices soient présents afin de permettre aux reptiles et aux amphibiens d'y circuler. Néanmoins, un abri plus humide favorisera davantage la présence d'amphibiens forestiers tels que les grenouilles des bois et les salamandres cendrées, ou encore la ponte d'œufs de couleuvres telles que la couleuvre à collier et la couleuvre tachetée (Figure 5.21) (Desroches et Rodrigue, 2004). Un abri plus sec composé en majorité de pierres sera plus fourni en passages et en microhabitats, ce qui favorisera davantage les espèces de milieux ouverts, notamment les couleuvres, s'en servant pour s'alimenter, se réfugier et peut-être même hiberner (Figure 5.22 et 5.23) (Desroches et Rodrigue, 2004).

Les abris aménagés sont particulièrement bénéfiques dans les habitats ou en périphérie des habitats des reptiles et des amphibiens, qu'ils soient naturels ou modifiés. Ainsi, la bordure des boisés, le haut des bandes riveraines et les milieux ouverts naturels ou modifiés présents dans le paysage agricole sont particulièrement propices à l'aménagement de tels abris.



Figure 5.21 Tas de branche entre un champ et un milieu naturel



Figure 5.22 Amoncellement de roches en bordure d'un champ agricole



Figure 5.23 Couleuvre brune faisant usage d'un amoncellement de pierres



Figure 5.24 Bébé tortue mouchetée



Figure 5.25 à la recherche d'un site de ponte



Figure 5.26 Tortue mouchetée qui pond

5.8 SITES DE PONTE POUR TORTUES

La perte et le manque de site de ponte naturels, le risque élevé de mortalité des femelles à la recherche d'un site de ponte ainsi que la prédation des nids nuisent grandement au rétablissement de plusieurs populations de tortues au Québec, dont la tortue-molle à épines, la tortue géographique et la tortue des bois (Congdon *et al.*, 1993; ÉRTQ, 2010). Les sites de ponte aménagés en milieu agricole doivent être installés le plus près possible de plans d'eau.

Aménagement idéal lorsque...

Il y a présence de tortues à proximité

Il y a présence d'un plan d'eau permanent à proximité du site choisi

Il y a absence de site de ponte à proximité du plan d'eau

Bénéfices pour les tortues

Augmentation de la disponibilité de sites de ponte

Réduction des risques d'accidents machinerie-tortues à la recherche de sites de ponte

Augmentation potentielle du taux de recrutement des populations de tortues

5.8.1 COMPOSITION

Un sol meuble composé d'un mélange de sable et de gravier convient à la majorité des tortues du Québec (ERTQ, 2010). Un substrat sable loameux ou de matière organique peut toutefois convenir à certaines espèces telles que la tortue musquée et la tortue serpentine (Zoo de Toronto, 2015b). La présence de matière organique favorise toutefois la végétation, ce qui augmentera les besoins d'entretien du site.

5.8.2 EMLACEMENT

Le site doit être situé loin des routes, exposé au soleil, faire face au sud et être majoritairement libre de toute végétation pouvant lui faire ombrage (Zoo de Toronto, 2015b). De plus, il est préférable qu'il soit localisé au-delà de la ligne des hautes eaux et qu'il soit visible du plan d'eau pour qu'il soit détecté par les femelles (Reid, 2008; Bernier et Rouleau, 2010).

5.8.3 ÉPAISSEUR

Le vent, les inondations périodiques et les précipitations peuvent éroder le site de ponte. Il est ainsi nécessaire d'avoir une épaisseur de substrat d'au moins 30 centimètres au centre du site. Afin de prolonger la vie utile du site, d'augmenter sa visibilité et son efficacité, on favorisera une épaisseur de substrat pouvant aller jusqu'à 1,5 mètres. On obtiendra ainsi une diversité de conditions d'humidité et de température parmi lesquels les tortues pourront choisir.

5.8.4 SUITE À L'AMÉNAGEMENT

Il peut être important d'assurer un suivi de l'utilisation du site de ponte pour en assurer l'efficacité. En effet, la prédation des nids par des mammifères (raton-laveur, mouffette, renard) peut s'avérer un problème important pour les tortues (ERTQ, 2005). Si cette menace est observée, une grille avec un quadrillage de cinq centimètres par cinq centimètres peut être installée sur le nid pour empêcher les prédateurs de déterrer les œufs tout en laissant assez d'espace aux petites tortues d'en sortir (Zoo de Toronto, 2015b). Un désherbage régulier permettra de maintenir le site de ponte utilisable et permettra un ensoleillement suffisant pour l'incubation des œufs dans le sol. Cet entretien se fera idéalement avant la ponte (avril ou mai) ou après l'émergence des jeunes tortues (septembre ou octobre). Si un entretien doit être réalisé durant la période d'incubation des œufs, soit de juin à la fin août, on procédera délicatement afin que le retrait des plantes et de leurs racines n'endommagent pas ou ne retournent pas les œufs sous le sol, ce qui provoquerait l'échec du nid.



Figure 5.27 Site de ponte aménagé



Figure 5.28 Site de ponte aménagé

Saviez-vous que ?

La majorité des tortues creusent leur nid près de l'eau, mais on a observé des tortues serpentes en train de pondre à près de 8 kilomètres de leur étang !

5.9 SITES D'EXPOSITION AU SOLEIL POUR TORTUES

Les tortues doivent hausser la température de leur corps pour répondre à leurs besoins métaboliques. Elles s'exposent donc au soleil en utilisant naturellement de nombreux objets émergents ou flottants dans les plans d'eau tels que des roches de tailles variées, des troncs d'arbres tombées dans l'eau ou des débris végétaux divers (Figure 5.29) (Desroches et Rodrigue, 2004).



Figure 5.29 Tortues géographiques s'exposant au soleil

Aménagement idéal lorsque...

Il y a présence d'un plan d'eau fréquenté par des tortues

Il y a un manque d'éléments flottants ou émergents dans les zones calmes du plan d'eau

Bénéfices pour l'herpétofaune

Augmentation de la variété et du choix en sites d'exposition au soleil

Disponibilité de sites d'exposition dans des zones plus sécuritaires pour les tortues

Utilisation par les anoues

Les aménagements choisis doivent idéalement se situer dans des sections ensoleillées, calmes, sans courant ou vagues d'un plan d'eau. Les sites d'exposition au soleil peuvent être détruits ou déplacés lors de débâcles ou suite à des crues. Il est donc recommandé d'aménager des installations résistantes ou qui pourront facilement être remplacées au besoin. Ce type d'aménagement va du simple tronc d'arbre flottant au radeau artificiel plus complexe visant le même objectif : offrir aux tortues un site d'exposition au soleil flottant s'adaptant aux variations du niveau d'eau.

5.9.1 STRUCTURES FLOTTANTES

Ancrage

Peu importe le type de structure flottante, elle doit être solidement fixée pour la maintenir en place. Il est possible de l'ancrer au littoral avec des blocs de béton, des ancrs ou des pieux que l'on reliera à l'aménagement à l'aide de cordes, de câbles en acier inoxydable ou de chaînes (Figures 5.30 et 5.31). Les câbles doivent être plus longs que la profondeur de l'eau lors de la crue afin de pallier aux mouvements de l'eau. L'aménagement peut aussi être fixé à un arbre de la rive ou combiner un ancrage à la rive et un ancrage au littoral (Figure 5.32).

Troncs d'arbres flottants

L'installation de troncs d'arbres flottants est facile et ne nécessite que peu de matériaux. En effet, des troncs d'arbres secs d'une essence ayant une bonne flottabilité et résistante à la décomposition comme le thuya (*Thuja occidentalis*) ou la pruche (*Tsuga canadensis*) peuvent être utilisés (ProConseil, 2015). Les troncs peuvent être utilisés seuls ou en groupe. Ils peuvent être reliés entre eux côte à côte pour augmenter la largeur de l'aménagement ou encore bout-à-bout pour qu'il soit plus long (Figure 5.33). Des troncs de 15 à 30 centimètres de diamètre accommoderont la plupart des espèces et on privilégiera des troncs de trois mètres de long ou plus pour davantage de stabilité.

Radeaux

Des radeaux pour tortues peuvent être construits de plusieurs façons mais doivent avoir une bonne flottabilité et une partie submergée afin de faciliter l'accès aux tortues (Figure 5.34). Des bouées ou des flotteurs peuvent être installés sur le côté d'une plate-forme en bois de manière à obtenir un côté surélevé et une légère inclinaison vers l'eau. Il est préférable d'utiliser du bois non-traité pour construire le radeau et préférer un bois de résineux qui sera plus résistant à la décomposition (ProConseil, 2015).



Figure 5.30 Troncs d'arbres flottants fixés à des pieux



Sébastien Rouleau

Figure 5.31
Blocs de béton
utilisés comme
ancrage de troncs
d'arbres flottants



Jocelyn Caron

Figure 5.32
Troncs d'arbres
flottants avec
ancrage au rivage



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 5.33
Troncs d'arbres
flottants aménagés
pour les tortues



Ivain Giguère

Figure 5.34
Plate-forme
pour tortues



Pierre-Alexandre Bourgeois

Figure 5.35
Tortues géogra-
phiques s'exposant
au soleil sur un
rocher émergent

5.9.2 ROCHERS ÉMERGEANTS

Dans des zones moins creuses d'un plan d'eau, des rochers peuvent être installés afin qu'une partie demeure émergée même lors de la crue printanière (Figure 5.35). Ces structures sont plus difficiles à mettre en place en raison de leur poids. Néanmoins, ce type d'aménagement est plus durable et résiste davantage aux crues, aux aléas du climat et aux glaces.



Philippe Lamarre

Figure 5.36 Rivière à méandres en milieu agricole

5.10 RÉTABLISSEMENT DE MÉANDRES DANS LES COURS D'EAU AGRICOLES

Les méandres sont des courbures naturelles engendrées par l'érosion des berges d'un cours d'eau. Leur présence ralentit le débit tout en favorisant le dépôt des sédiments et des débris transportés par le courant. De plus, les méandres offrent des conditions aquatiques variées au niveau de la vitesse du courant, de la composition du fond de l'eau, de la profondeur et de la température de l'eau (Nanson et Knighton, 1996). Cette variété permet la présence d'une grande quantité d'habitats pour l'herpétofaune (Steiger *et al.*, 2005). Au Québec, plus de 60 000 kilomètres de cours d'eau ont été redressés avant les années 1980 dans l'objectif d'améliorer le drainage des zones agricoles, d'ameublir le sol et d'en allonger la période cultivable (Beaulieu, 2008). Le rétablissement de méandres peut permettre de recouvrir les fonctions naturelles qui y sont associées tout en fournissant des habitats pour l'herpétofaune. Il est à noter que le retour de l'herpétofaune vers les habitats restaurés est intimement lié à la proximité et à l'accessibilité des aménagements avec des habitats avoisinants (Sundermann *et al.*, 2011). Il est donc favorable de préserver une certaine connectivité entre les cours d'eau restaurés et les milieux naturels, que ce soit par l'entremise d'une bande riveraine ou d'une haie brise-vent. Des espèces telles que la tortue des bois et certaines salamandres de ruisseaux peuvent grandement bénéficier du reméandrage de cours d'eau.

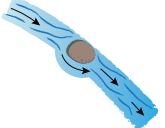
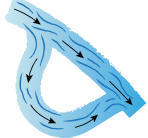
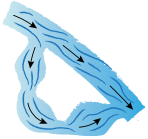
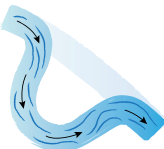
Aménagement idéal lorsque...

Un cours d'eau a été redressé dans le passé
D'anciens méandres sont encore identifiables
Il y a un manque d'habitats herpétofauniques
La topographie est hétérogène

Plusieurs approches sont envisageables dans l'objectif de restaurer les méandres d'un cours d'eau agricole et qui diffèrent, entre autres, au niveau de la quantité d'interventions nécessaires, des coûts qui y sont reliés et du nombre d'habitats herpétofauniques créés (Tableau 12).

TABLEAU 12.

Contexte et avantages de différents types de réaménagement de méandres.

TYPE D'AMÉNAGEMENT	AVANTAGES PARTICULIERS	BÉNÉFICES POUR L'HERPÉTOFAUNE	SCHEMAS
REMÉANDRAGE NATUREL	Économique Nécessite peu de perturbations	Reconstitution graduelle des habitats riverains et aquatiques	
REMÉANDRAGE POUR LES CRUES	Réduction du débit lors des crues Nécessite peu de perturbations	Protection des habitats riverains et aquatiques contre les crues	
REMÉANDRAGE POUR LES CRUES AVEC ÉTANGS VERNAUX	Réduction du débit lors des crues Crée des étangs vernaux Nécessite peu de perturbations	Protection des habitats riverains et aquatiques contre les crues Site de reproduction d'espèces nécessitant des étangs temporaires	
REMÉANDRAGE PERMANENT	Crée des habitats aquatiques et riverains durables Peut être jumelé avec la création de milieux humides variés (criques, étangs, marais)	Sites d'alimentation et de reproduction pour l'herpétofaune Bénéfices variés selon les habitats créés	

5.10.1 REMÉANDRAGE NATUREL

Il est possible de laisser l'érosion creuser un nouveau lit dans le cours d'eau redressé (ONEMA, 2010). Cette méthode ne nécessite pas d'intervention et ne comporte pas de coûts associés, mais prend beaucoup de temps à produire les changements attendus pour l'herpétofaune. La présence d'un objet déflecteur pouvant dévier le courant, tel qu'un rocher, peut néanmoins accélérer ce processus naturel.

5.10.2 REMÉANDRAGE POUR LES CRUES

Ce type de reméandrage implique de faire bifurquer les eaux de crues vers un méandre réaménagé lorsque le niveau d'eau atteint une certaine hauteur (ONEMA, 2010). Cette méthode permet de protéger les habitats aquatiques en réduisant le débit des crues.

5.10.3 REMÉANDRAGE POUR LES CRUES AVEC ÉTANGS VERNAUX

Cet aménagement permet de canaliser l'eau des crues vers des méandres réaménagés qui remplissent simultanément un chapelet de cuvettes de tailles variées et plus profondes que le méandre (Rondeau, 2013). Le méandre sert alors de piège pour l'eau tout en créant des étangs temporaires où pourront se reproduire plusieurs espèces d'amphibiens.

5.10.4 REMÉANDRAGE PERMANENT

Le redressement d'un cours d'eau selon son ancien lit lui permet de retrouver ses fonctions physiques et écologiques, ce qui résulte en la création d'habitats pour la faune (STREAM, 2015). Rediriger un cours d'eau s'avère cependant une mesure onéreuse qui demande une planification élaborée.

Pour davantage d'informations quant à la renaturation de cours d'eau, vous référer à la section 8.

6.

OPTIONS DE PROTECTION DES HABITATS

En milieu agricole, les propriétaires qui possèdent sur leur terre des milieux naturels contenant des amphibiens et des reptiles peuvent considérer l'adoption de mesures additionnelles de protection de ces habitats qui sauront les protéger à long terme. Afin de

préserver l'intégrité écologique des habitats sur une propriété, il est possible de développer des partenariats et des ententes avec des propriétaires voisins, des organismes de conservation ou encore avec le gouvernement (Girard, 2014) (Tableau 16).

TABLEAU 16.
Différentes possibilités de partenariats pour la protection d'habitats.

PARTICIPANTS À L'ENTENTE	TYPE DE PROTECTION	IMPLICATIONS
ENTRE PROPRIÉTAIRES	Entente de conservation	Entente entre deux propriétaires, sans l'entremise d'organisme tierce, pour préserver l'intégrité écologique de certains habitats traversant leurs propriétés.
ENTRE UN PROPRIÉTAIRE ET UN ORGANISME	Déclaration d'intention	Engagement moral entre un propriétaire et un organisme de conservation afin de réduire ou éliminer les activités pouvant nuire à la conservation d'un milieu naturel sur la propriété.
	Entente de gestion, d'aménagement et de mise en valeur	Entente entre un propriétaire et un organisme de conservation permettant la réalisation d'aménagements visant la mise en valeur des caractéristiques écologique d'un habitat. Le propriétaire peut continuer ses activités forestières ou agricoles.
	Servitude de conservation	Entente juridique entre un propriétaire et un organisme de conservation visant à éviter pendant 30 ans ou à perpétuité des activités qui nuisent à des habitats naturels sur la propriété.
	Vente ou don à un organisme de conservation	Vente ou don d'une parcelle ou de la totalité d'une propriété à un organisme qui veillera à sa conservation à long terme.
ENTRE UN PROPRIÉTAIRE ET LE GOUVERNEMENT	Réserve naturelle en milieu privé	Reconnaissance par laquelle le gouvernement désigne une propriété privée en tant que réserve naturelle en vertu de la <i>Loi sur la conservation du patrimoine naturel</i> . (L.R.Q., c. C-61.01) La protection des propriétés écologiques est déterminée par une entente entre le propriétaire et le ministre ou entre le propriétaire et un organisme de conservation reconnu par le gouvernement.

Par ailleurs, il peut s'avérer intéressant de consulter des initiatives gouvernementales telles que le programme Prime-Vert du MAPAQ (MAPAQ, 2015e) ou des groupes conseil en agroenvironnement afin d'évaluer quelles mesures peuvent être admissibles à de l'aide financière pour la réalisation d'aménagements et l'adoption de certaines pratiques visant la protection des habitats de l'herpétofaune. Par ailleurs, le programme Prime-Vert 2013-2018 est un programme d'appui en agroenvironnement qui compte une mesure d'aide financière spécifique visant à encourager la réalisation d'aménagements favorisant la biodiversité.

7.

CONCLUSION

Le sud du Québec abrite la plus grande diversité d'espèces d'amphibiens et de reptiles. C'est aussi dans cette région que se situe la majorité du territoire consacré à l'agriculture. Les amphibiens et les reptiles sont pour ainsi dire omniprésents dans la matrice agricole du Québec. Malgré les répercussions des activités agricoles sur le cycle vital de la plupart des espèces, les amphibiens et les reptiles bénéficient de plusieurs éléments du paysage agricole. La conservation des habitats de l'herpétofaune rend de grands services à l'environnement et aux producteurs agricoles. Il est ainsi possible de concilier le maintien de leurs populations et l'exploitation des terres. Afin d'arriver à ce but, des ajustements doivent toutefois être apportés aux pratiques actuelles et des aménagements peuvent également être réalisés.

La conservation des habitats des amphibiens et des reptiles passe inévitablement par la préservation des habitats existants, mais aussi d'une hétérogénéité, d'une connectivité et d'une abondance des habitats à travers le paysage. Ce guide suggère certaines modifications aux pratiques et à la planification du paysage agricole afin d'aider à la protection à long terme des populations d'amphibiens et de reptiles. Par contre, le contexte agricole actuel, basé principalement sur l'exploitation de cultures annuelles sur de grandes superficies, porte également à fournir et à appliquer à court terme certaines recommandations utiles et pertinentes pour la conservation des habitats des reptiles et des amphibiens. Parmi ces recommandations sur les pratiques et les aménagements, plusieurs sont accessibles et réalisables avec des ressources humaines et financières minimales.

En bref, voici un sommaire des notions et des recommandations qui sont abordées dans ce guide et qui sont à retenir afin d'aider à la conservation des habitats des amphibiens et des reptiles tout en maintenant ou améliorant les pratiques agricoles actuelles:

Protection des habitats:

- La conservation des habitats des reptiles et des amphibiens passe par la protection des habitats existants
- L'hétérogénéité, la connexion et la taille suffisante des habitats dans le paysage agricole est la clé pour maintenir les populations d'amphibiens et de reptiles
- Conserver les vieux bâtiments agricoles
- La protection intégrale des habitats terrestres des amphibiens et des reptiles en bordure de plans d'eau nécessite une bande riveraine d'une largeur d'au moins 300 mètres
- La dispersion optimale des amphibiens et des reptiles entre les habitats nécessite des corridors naturels d'une largeur de 30 à 180 mètres

Pratiques agricoles :

- Choisir judicieusement le type de pesticides, le moyen et la méthode de leur application afin de minimiser les impacts sur l'environnement et sur les amphibiens et les reptiles
- Opter pour un travail du sol réduit et pour des méthodes encourageant la protection du sol
- Maintenir l'intégrité et la qualité des habitats aquatiques et des habitats terrestres périphériques
- Opter pour une méthode de fauchage permettant la fuite des amphibiens et des reptiles vers les habitats adjacents et la conservation de parcelles intactes de prairies
- Faucher à une hauteur de coupe minimale de 100 millimètres, mais préférablement de 150 millimètres
- Localiser et protéger les étangs temporaires présents dans les pâturages ou les champs en cultures

Aménagements :

- Considérer l'application du concept de l'Amphiberge, une bande riveraine minimale adaptée pour l'herpétofaune près des cultures, en guise d'alternative à une bande riveraine de trois mètres en milieu agricole
- Favoriser la protection d'une bande riveraine d'une largeur minimale de 10 à 15 mètres afin d'obtenir un ensemble de bienfaits pour l'environnement
- Établir des haies brise-vent d'au moins deux à trois rangées d'arbres
- Aménager des trappes à sédiments et des seuils de rétention dans les fossés de drainage
- Envisager le reméandrage et la renaturalisation des cours d'eau en milieu agricole
- Maintenir ou aménager des abris au sol pour l'herpétofaune
- Aménager et bien entretenir des ponceaux et des traverses afin de protéger les cours d'eau
- Lorsqu'un besoin est identifié, réaliser des aménagements permettant à l'herpétofaune de compléter son cycle vital (hibernacles, plans d'eau, sites de ponte et d'exposition au soleil)
- Respecter les bandes de protection autour des habitats importants pour les espèces ayant un statut précaire

8.

OUVRAGES ET DOCUMENTS À CONSULTER

- AARQ, 2015. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec. <http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca>
- Canards Illimités Canada, 2015. Guide d'accompagnement de construction d'étang. [En ligne], Disponible à : www.ducks.ca/quebec (consulté le 02-11-2015).
- Chouinard G., 2015. Guide de référence en production fruitière intégrée. Réseau Pommiers. [En ligne]. Disponible à : <http://web2.irda.qc.ca/reseau-pommier/?p=10983> (consulté le 09-10-15).
- Desroches, J-F. et Rodrigue, D. 2004. Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin. 288 pages.
- FIHOQ, 2013. Guide de bonnes pratiques. Aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines. Fédération Interdisciplinaire de l'Horticulture Ornementale du Québec (FIHOQ). [En ligne], Disponible à : http://banderiveraine.org/wp-content/uploads/2013/07/FIHOQ_guide_2013_print_144.pdf (consulté le 04-11-2015).
- Hotte, M. et Quirion, M. 2003. Guide technique no 15. Traverses de cours d'eau. Fondation de la faune du Québec et Fédération des producteurs de bois du Québec, Sainte-Foy, 32 pages.
- Martin, S., Malenfant, N., Hoorman, J.J. et Ménard, O., 2011. Les cultures de couverture : les pratiques agricoles de conservation. Action semis-direct. 16 pages.
- Martineau, I., 2014. Guide des bandes riveraines en milieu agricole. Club-conseil Gestrie-Sol, Granby, Québec. 24 pages.
- MCR Brome-Missisquoi, 2012. Guide Technique - Gestion environnementale des fossés. [En ligne], Disponible à : http://mrcbm.qc.ca/fr/eau_guide.php (consulté le 03-11-2015).
- MAPAQ. 2011. Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches. 23 pages.
- MAPAQ, 2015. Aménagements favorisant la biodiversité. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Volet 1. [En ligne], Disponible à : http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Formulaires/Depliant_Prime-Vert_Volet1_Biodiversite.pdf (consulté le 11-12-2015).
- MAPAQ, 2015a. IRPeQ Express. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). [En ligne], Disponible à : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/Services/Pages/IRPeQexpress.aspx> (consulté le 10-12-2015).
- MDDELCC, 2015b. Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, Direction des politiques de l'eau, 131 pages.
- MRN, 1997. L'aménagement des ponts et des ponceaux en milieu forestier. Ministère des Ressources Naturelles du Québec. Charlesbourg, 146 pages.
- MRNF. 2008. Saines pratiques – Voirie forestière et installation de ponceaux. Ministère des Ressources naturelles, Direction régionale de la Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine, Caplan, Québec. 27 pages.
- PELLI. 2014. Pôle d'excellence en lutte intégrée. [En ligne], Disponible à : www.lutteintegree.com (consulté le 09-12-15).
- Piché, M. 2008. La dérive des pesticides : prudence et solutions. [En ligne], Disponible à : <https://www.agrireseau.net/phytoprotection/documents/pesticide.pdf>. (consulté le 10-12-2015).
- Pro Natura, 2013. Réaliser des plans d'eau temporaires pour les amphibiens menacés. Contribution à la protection de la nature en Suisse. No. 36.
- Sage pesticides, 2015. Sage Pesticides. [En ligne], Disponible à : <http://www.sagepesticides.qc.ca/> (consulté le 10-12-2015).
- SCV Agrologie, 2015. SCV Agrologie, Bienvenue. [En ligne], Disponible à : <http://www.scvagrologie.com>
- STREAM, 2015 Advice note. River restoration. Strategic Restoration and Management of the River Avon Sac. [En ligne] Disponible à : http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=STREAM_Restoration_Techniques_Advice_Note.pdf (consulté le 21-10-2015).
- Tartera, C., 2014. Guide pour la réalisation d'aménagements agroforestiers. Groupe ProConseil, Beloeil, Québec. 71 pages.
- The Flushing Bar Project, 2015. Grassland bird protection. Current designs. [En ligne], Disponible à : <http://www.theflushingbarproject.net/#!current-designs>.
- Vézina A. et al., 2008. Critères qui influencent l'efficacité d'une haie brise-vent. [En ligne] Disponible à : <http://www.agrireseau.qc.ca/agroforesterie/documents/75145?r=v%C3%A9zina+brise-vent&sort=0> (consulté le 08-12-2015).
- Vézina A. et Talbot P., 2011. Des haies brise-vent pour réduire la dérive des pesticides en verger - de la planification à l'entretien. [En ligne] Disponible à : <http://www.agrireseau.qc.ca/agroforesterie/documents/80964?r=v%C3%A9zina+brise-vent+verger&sort=0> (consulté le 08-12-15).



RÉFÉRENCES

- AARQ. 2015. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec.
- Abernethy, B., et Rutherford, I. D., 2000. Does the weight of riparian trees destabilize riverbanks?. *Regulated Rivers: Research & Management*, 16(6), 565-576.
- Abrinord, 2008. Contrôle de l'érosion et gestion des fossés. Agence de bassin versant de la Rivière du Nord (Abrinord). Guide pratique. 23 pages.
- Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2013. Profil. L'industrie canadienne des fourrages. [En ligne] Disponible à : <http://www.agr.gc.ca/fra/industrie-marches-et-commerce/statistiques-et-information-sur-les-marches/par-produit-secteur/cultures/legumineuses-a-grains-et-cultures-speciales/fourrages?id=1174594338500> (Consulté le 9-11-15)
- Agri-Protection, 2014. Avantages des produits biologiques. Grandes cultures.
- Agrinova, 2008 : Portrait des cultures fruitières indigènes et en émergence au Québec : outil de référence pour les conseillers et le milieu horticole. 90p.
- Aleksiuik, M., 1986. Faune et Flore du pays: Le rat musqué. Service canadien de la faune. 6pp.
- Allran, J. W., et W. H. Karasov, 2001. Effects of atrazine on embryos, larvae, and adults of anuran amphibians. *Environ. Tox. Chem.* 20(4):769-775.
- Angers, V.A., Bouthillier, L., Gendron, A., et Montpetit T., 2007. Plan de conservation de la rainette faux-grillon en Montérégie – Ville de Longueuil, Arrondissement Le Vieux Longueuil. Centre d'information sur l'environnement de Longueuil et Équipe de rétablissement de la rainette faux-grillon de l'Ouest au Québec. 38 pages.
- Arvais, M., Bourgeois J. C., Levesque, E., Daigle, C., Masse, D., et Jutras, J., 2002. Home range and movements of a wood turtle (*Clemmys insculpta*) population at the northern limit of its range. *Canadian Journal of Zoology*, 80(3), 402-408.
- Attademo, A. M., Peltzer, P. M., et Lajmanovich, R. C., 2005. Amphibians occurring in soybean and implications for biological control in Argentina. *Agriculture, ecosystems & environment*, 106(4), 389-394.
- Avery, A. et Audet-Grenier, M.-H., 2005. La conservation des habitats : un actif pour une propriété agricole. Rapport technique No. 2005-5. Canards Illimités-Québec. 91pages.
- Bailey, R. M., 1949. Temperature toleration of garter snakes in hibernation. *Ecology*, 238-242.
- Beaudin, I., Giroux, M., Michaud, A. et Beaudet, P., 2008a. Les sources, les formes et la gestion du phosphore en milieu agricole. Fiche technique no.2. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Québec, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 11pp.
- Beaudin, I., P. Beaudet, A. Michaud et M. Giroux. 2008b. La mobilité du phosphore : du sol au cours d'eau. Fiche technique no. 1. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) et le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 8 pp.
- Beaulieu, R., 2008. Historique de l'aménagement des cours d'eau agricoles en Agriculture, pêcheries et alimentation Québec, [En ligne]. Disponible à : <http://ccse-swcc.ca/UPA2008/BeaulieuRobert.pdf> (consulté le 18-09-2015).
- Belsky, J., Matzke, A., et Uselman, S., 1999. Survey of livestock influence on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation*. 54:419– 431.
- Benton, T. G., Vickery, J. A., et Wilson, J. D., 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key?. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(4), 182-188.
- Bentrup, G., 2008. Zones tampons de conservation: lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trames vertes. Gen. Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 115 pages.
- Bereswill, R., Strelke, M. et Schulz, R., 2014. Risk mitigation measures for diffuse pesticide entry into aquatic ecosystems: Proposal of a guide to identify appropriate measures on a catchment scale. *Integrated environmental assessment and management*, 10(2), 286-298.
- Bernier, P.A. et Rouleau, S., 2010. Acquisition de connaissances sur les habitats essentiels, la démographie, les déplacements et les menaces affectant la tortue géographique (*Graptemys geographica*) en vue de protéger la population du lac des Deux-Montagnes. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec.
- Bérubé, V.E., Boily, M.H., Deblois, C., Dassylva, N. et Spear, P.A., 2005. Plasma retinoid profile in bullfrogs, *Rana catesbeiana*, in relation to agricultural intensity of sub-watersheds in the Yamaska River drainage basin, Québec, Canada, *Aquatic Toxicology*, vol. 71, p.109-120.
- Berry, J., Bicker, S., et Matelski, A., 2005. Wildlife Management Plan for the Blue-Spotted Salamander, Blanding's Turtle, and Common Garter Snake at Neithercut Woodland, Clare County, Michigan.
- Bisaillon, V., 2010. Stratégie de protection de la tortue des bois en milieu agricole. Corridor appalachien, Lac-Brome, Québec. 46 pages.
- Bishop, C. A., McDaniel, T. V., et S. R. deSolla, 2010. Atrazine in the environment and its implications for amphibians and reptiles. Dans D. W. Sparling, G. Linder, C. A. Bishop *et al.*, eds. *Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles*, Deuxième édition. pages 259-259 de 916 pages.
- Boily, M.H., Bérubé, V.E, Spear, P.A., Deblois, C. et Dassylva, N., 2005. Hepatic retinoids of bullfrogs in relation to agricultural pesticides, *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 24, no. 5, p. 1099-1106.
- Boivin, C., 2003. L'amélanchier a-t-il un potentiel commercial comme production fruitière au Québec? Travail présenté dans le cadre du cours Séminaire en Phytologie, Université Laval.
- Bonnet, X., Naulleau, G., et Shine, R., 1999. The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes. *Biological conservation*, 89(1), 39-50.
- Boothroyd-Roberts, K., Gagnon, D., et Truax, B., 2013. Can hybrid poplar plantations accelerate the restoration of forest understory attributes on abandoned fields?. *Forest Ecology and Management*, 287, 77-89.
- Boucher, M., 2010. Fréquentation des passages fauniques par la petite faune. Essai présenté au Centre Universitaire de formation en Environnement. Université de Sherbrooke.
- Bremer, D. J., Auen L. M., Ham J. M., et Owensby C. E., 2001. Evapotranspiration in prairie ecosystems: effects of grazing by cattle. *Agronomy Journal* 93:338–348
- Brown, D. J., Street, G. M., Nairn, R. W., et Forstner, M. R., 2012. A place to call home: amphibian use of created and restored wetlands. *International Journal of Ecology*, 2012.
- Bugg, R. et Trenham P.C., 2003. Agriculture affects amphibians (part 2): pesticides, fungi, algae, higher plants, fauna, management recommendations, Section of Evolution and Ecology, vol 15(2). <http://asi.ucdavis.edu/programs/sarep/past/sarep-newsletters-1/newsletters-summer2003-vol15no2.pdf>.
- Burbrink, F. T., Phillips, C. A., et Heske, E. J., 1998. A riparian zone in southern Illinois as a potential dispersal corridor for reptiles and amphibians. *Biological conservation*, 86(2), 107-115.
- Burton, T., et Likens G.E., 1975. Salamander populations and biomass in the Hubbard Brook experimental forest, New Hampshire. *Copeia* 1975: 541–546.
- Burton E. C., Gray M. J., Schmutzer A. C., et Miller D. L., 2009. Differential responses of post-metamorphic amphibians to cattle grazing in wetlands. *J. Wildlife Manag.*, 73(2), 269 – 277.
- Butts, S. R. et McComb, W. C., 2000. Associations of forest-floor vertebrates with coarse woody debris in managed forests of western Oregon. *The Journal of wildlife management*, 95-104.

- Caduto, M. J., et Bruchac, J., 1988. Keepers of the earth: Native American stories and environmental activities for children. Fulcrum Publishing. 240 pages.
- Calhoun, A. J., Miller, N. A., et Klemens, M. W., 2005. Conserving pool-breeding amphibians in human-dominated landscapes through local implementation of Best Development Practices. *Wetlands Ecology and Management*, 13(3), 291-304.
- Campbell, K. R., et Campbell, T. S., 2001. The accumulation and effects of environmental contaminants on snakes: a review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 70(3), 253-301.
- Canards Illimités Canada, 2015. Guide d'accompagnement de construction d'étang. [En ligne]. Disponible à : www.ducks.ca/quebec (consulté le 02-10-15)
- Carroll, J., Pritts, M. et Heidereich, C., 2010. Guide de production des fraises biologiques 2010. NYS IPM Publication No. 226. 62 pages.
- Ceríaco, L. M., 2012. Human attitudes towards herpetofauna: the influence of folklore and negative values on the conservation of amphibians and reptiles in Portugal. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 8(1), 8.
- Champe, G., 2007. Reducing Mortality of Grassland Wildlife During Haying and Wheat-harvesting Operations. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University.
- Chouinard G., Maheux, R., Morin, Y. Pelletier, F. et Lachapelle, M., 2014. Réduire la dérive des pesticides. IRDA. Production Fruitière Intégrée. [En ligne]. Disponible à : <http://web2.irda.qc.ca/reseaupommier/?p=6235> (consulté le 14-09-15)
- Chouinard G., 2015. Guide de référence en production fruitière intégrée. Réseau Pommiers. [En ligne]. Disponible à : <http://web2.irda.qc.ca/reseaupommier/?p=10983> (consulté le 09-10-15)
- Christin, M. S., Gendron, A. D., Brousseau, P., Ménard, L., Marcogliese, D. J., Cyr, D. et Fournier, M., 2003. Effects of agricultural pesticides on the immune system of *Rana pipiens* and on its resistance to parasitic infection. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 22(5), 1127-1133.
- COGIRMA, 2010. La biodiversité en milieu agricole au Québec : État des connaissances et approches de conservation. Comité de Gestion Intégrée des Ressources en Milieu Agricole. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), Faune Québec. 152 pages.
- Congdon, J. D., Dunham, A. E., et van Loben Sels, R. C., 1993. Delayed Sexual Maturity and Demographics of Blanding's Turtles (*Emydoidea blandingii*): Implications for Conservation and Management of Long Lived Organisms. *Conservation Biology*, 7(4), 826-833.
- Connor, E. F., et McCoy, E. D., 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. *American Naturalist*, 791-833.
- Cosentino, B. J., Schooley, R. L., et Phillips, C. A., 2011. Connectivity of agroecosystems: dispersal costs can vary among crops. *Landscape Ecology*, 26(3), 371-379.
- COSEPAC, 2008. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la rainette faux-grillon de l'Ouest, population carolinienne et population des Grands Lacs et Saint-Laurent et du Bouclier canadien (*Pseudacris triseriata*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. vii + 55 pages.
- COSEPAC, 2007. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 47 pages.
- COSEPAC, 2009. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue serpentine (*Chelydra serpentina*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 51 pp.
- COSEPAC, 2011. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la salamandre pourpre, population des Adirondacks et des Appalaches et population carolinienne (*Gyrinophilus porphyriticus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiv + 56 pages.
- COSEPAC, 2014. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la couleuvre tachetée (*Lampropeltis triangulum*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 66 pages.
- Costanzo, J. P., 1986. Influences of hibernaculum microenvironment on the winter life history of the garter snake (*Thamnophis sirtalis*).
- Costanzo, J. P., 1989. Effects of humidity, temperature, and submergence behavior on survivorship and energy use in hibernating garter snakes, *Thamnophis sirtalis*. *Ohio J. Zool.* 86(5), 199-204. *Canadian Journal of Zoology*, 67(10), 2486-2492.
- Côté, B., et Fyles, J. W., 1994. Nutrient concentration and acid-base status of leaf litter of tree species characteristic of the hardwood forest of southern Quebec. *Canadian journal of forest research*, 24(1), 192-196.
- CPVQ, 2000 : Guide des pratiques de conservation en grandes cultures. Semis direct. Module 2 - Travail du sol, Feuillet 2-C. Conseil des productions végétales du Québec
- CQPF, 2002. Guide sur la production de foin de commerce. Conseil Québécois des Plantes Fourragères. 33pp.
- CRAAQ, 2010. Aspects agroenvironnementaux liés aux cultures dédiées et au prélèvement des résidus de culture. Forum Énergie et Agriculture. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. [En ligne]. Disponible à : http://www.craaq.qc.ca/UserFiles/file/Evenements/COLLREN10/Gasser_PPT.pdf (consulté le 14-10-15)
- Crawford, J. A., et Semlitsch, R. D., 2007. Estimation of Core Terrestrial Habitat for Stream Breeding Salamanders and Delineation of Riparian Buffers for Protection of Biodiversity. *Conservation Biology*, 21(1), 152-158.
- Croisitière, M., et Richer, C., 2006. De petits fruits au secours de grandes régions.
- Culliney, T. W., 2014. Crop Losses to Arthropods. In *Integrated Pest Management* (pp. 201-225). Springer Netherlands.
- Cushman, S. A., 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation*, 128(2), 231-240.
- Davic, R. D., et Welsh Jr, H. H., 2004. On the ecological roles of salamanders. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 405-434.
- Declerck, S., De Bie, T., Ercken, D., Hampel, H., Schrijvers, S., Van Wichelen, J., et Martens, K., 2006. Ecological characteristics of small farmland ponds: associations with land use practices at multiple spatial scales. *Biological conservation*, 131(4), 523-532
- Degraaf, R. M., et Rudis, D. D., 1990. Herpetofaunal species composition and relative abundance among three New England forest types. *Forest Ecology and Management*, 32(2), 155-165.
- deMaynadier, P.G. et Hunter, M.L. Jr., 1995. The relationship between forest management and amphibian ecology: a review of the North American literature. *Environmental Reviews*, 3: 230-261.
- deMaynadier, P. C., Houlihan, J. E., Calhoun, A. J. K., et deMaynadier, P. G., 2007. Conserving vernal pool amphibians in managed forests. *Science and conservation of vernal pools in northeastern North America*, 253-280.
- Desroches, J.-F., D. Pouliot et S. Côté. 2002. Évaluation de l'efficacité de différentes méthodes de capture pour la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*) au Québec. En collaboration avec le Comité du marais de Kingsbury (MAKI). Rapport présenté à la Société de la faune et des parcs du Québec. 50 pages.
- Desroches, J.-F. et Rodrigue D., 2004. Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin. 288 pages.
- De Villele, O., 1985. Les effets biologiques des brise-vent. Actes d'un séminaire international sur les brise-vent tenu à Tunis, Tunisie.
- Diana, S. G., Resetarits, W. J., Schaeffer, D. J., Beckmen, K. B., et Beasley, V. R., 2000. Effects of atrazine on amphibian growth and survival in artificial aquatic communities. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19(12), 2961-2967.
- Dillaha, T.A., Reneau, R.B., Mostaghimi, S. et Lee, D., 1989. Vegetative filter strips for agricultural non-point source pollution control. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 32: 513-519.
- Dodd, C.K. 2013. *Frogs of the United States and Canada*, Volume 1 et 2. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 982 pages.
- Duchesne, L., Moore, J. D., et Ouimet, R., 2006. Envahissement du hêtre dans les érablières déperissantes au Québec. *Le naturaliste canadien*, 130, 56-59.
- Duval, J., Lauzon, L., et le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2003a. Production de bleuets biologiques. Sainte-Foy, Québec: Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.
- Duval, J., Lauzon, L., et Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 2003b. Production de framboises biologiques. Sainte-Foy, Québec: Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.
- Edgar, P., Foster, J. et Baker, J., 2010. *Reptile Habitat Management Handbook*. Amphibian and Reptile Conservation, Bournemouth.

- Environnement Canada. 2014. Plan de gestion de la salamandre pourpre (*Gyrinophilus porphyriticus*) au Canada, Série de Plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa, iv + 26 pages
- Environnement Canada, 2015a. Plan de gestion de la couleuvre tachetée (*Lampropeltis triangulum*) au Canada, Série de Plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa, iv + 28 pages.
- Environnement Canada, 2015b. Programme de rétablissement de la rainette faux-grillon de l'ouest (*Pseudacris triseriata*), population des Grands Lacs/Saint-Laurent et du Bouclier canadien, au Canada, série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa, vii + 52 pages.
- Environnement Canada, 2015c. Programme de rétablissement de la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*) au Canada [ébauche], série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa.
- EPA, 2011. Pesticide Industry Sales and Usage: 2006 and 2007 Market Estimates. Environmental Protection Agency, Washington. 33 pages.
- Erb, L., et Jones, M.T., 2011. Can turtle mortality be reduced in managed fields? *Northeastern Naturalist* 18:489–496.
- Ernst, C. H., et Ernst, E. M., 2003. Snakes of the United States and Canada. Washington, DC: Smithsonian Books.
- Ernst, C. H., et Lovich J.E., 2009. Turtles of the United States and Canada. Deuxième édition. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- ÉRRFGOQ, 2014. Plan de rétablissement de la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*) au Québec – 2014-2024. Équipe de rétablissement de la rainette faux-grillon de l'Ouest au Québec (ÉRRFGOQ). Produit pour le compte du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Secteur de la faune. 46 pages.
- ÉRTQ, 2014. Plan de rétablissement de la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*) au Québec – 2014-2024. Équipe de rétablissement des tortues du Québec (ÉRTQ). Produit pour le compte du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Secteur de la faune. Version préliminaire.
- FAQC, 2015. Mémoire de la Financière Agricole du Québec concernant le projet de loi no54. Loi visant à l'amélioration de la situation juridique de l'animal. Financière Agricole du Québec
- Felton, A., Knight, E., Wood, J., Zammit, C., et Lindenmayer, D., 2010. A meta-analysis of fauna and flora species richness and abundance in plantations and pasture lands. *Biological Conservation*, 143(3), 545-554.
- FFQ et UPA, 2011. Fondation de la Faune du Québec et Union des Producteurs Agricoles. Manuel d'accompagnement pour la mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole, 2011, 122 p
- FIHOQ, 2013. Guide de bonnes pratiques. Aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines. Fédération Interdisciplinaire de l'Horticulture Ornementale du Québec. [En ligne]. Disponible à : http://banderiveraine.org/wp-content/uploads/2013/07/FIHOQ_guide_2013_print_144.pdf (consulté le 09-11-2015)
- Flather, C. H., Hayward, G. D., Beissinger, S. R., et Stephens, P. A., 2011. Minimum viable populations: is there a 'magic number' for conservation practitioners?. *Trends in ecology & evolution*, 26(6), 307-316.
- Fortin, C., Galois, P., Ouellet, M., Deshayé, J., et Doucet, G. J., 2008. Habitats de reproduction de la rainette faux-grillon de l'Ouest dans des emprises de lignes de transport d'énergie électrique en Outaouais. *Le Naturaliste Canadien*, 132(2).
- Freilich, J. E., Emlen J. M., Duda J. D. D., et Cafaro P. J., 2003. Ecological effects of ranching: a six-point critique. *BioScience* 53:759–765.
- Frisbie, M. P., et Wyman, R. L., 1992. The effect of soil chemistry on sodium balance in the red-backed salamander: a comparison of two forest types. *Journal of Herpetology*, 434-442.
- Galois, P., et Ouellet, M., 2005. Le Grand Bois de Saint-Grégoire, un refuge pour l'herpétofaune dans la plaine montréalaise. *Le naturaliste canadien*, 129(2), 37-43.
- Gagnon, E., et Gangbazo, G., 2007. Efficacité des bandes riveraines: analyse de la documentation scientifique et perspectives. Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), Québec, Canada, 17.
- Gardiner, T., et Hassall, M., 2009. Does microclimate affect grasshopper populations after cutting of hay in improved grassland?. *Journal of Insect Conservation*, 13(1), 97-102.
- Gauthier, M. et J. Brisson. 2009. Pour faire de bons fourrages: la gestion de la fauche. *Valacta*. Juin 2009, p. 29- 32.
- Genron, A.D., Margoliese, D.J., Barbeau, S., Christin, M.S., Brousseau, P., Ruby, S. et Fournier, M., 2003. Exposure of leopard frogs to a pesticide mixture affects life history characteristics of the lungworm *Rhabdias ranae*. *Oecologia*, vol. 135, no. 3, p. 469-476.
- Gharabaghi, B, Rudra, R.P., Whiteley, H.R. et Dickingson, W.T., 2002. Development of a management tool for vegetative filter strips. Best modelling practices for urban water systems (Ed. W. James) volume 10 in the monograph series: 289-302.
- Gibbons, J. W., D. E. Scott, T. J. Ryan, K. A. Buhlmann, T. D. Tuberville, B. S. Metts, J. L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy, et C. T. Winne. 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience* 50:653-666.
- Giesy, J. P., Dobson, S., et Solomon, K. R., 2000. Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide (pp. 35-120). Springer New York.
- Giroux, I., 2014. Présence de pesticides dans l'eau au Québec- Zones de vergers et de pommes de terre, 2010 à 2012, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-71747-8 (PDF), 55 pp. + 5 ann.
- Giroux, I., 2015. Présence de pesticides dans l'eau au Québec : Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya – 2011 à 2014, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN . 978-2-550-73603-5, 47 pp. + 5 ann. [En ligne] Disponible à : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/pesticides.htm> (consulté le 14-10-15)
- Gouvernement du Canada, 2011. Système de production biologique. Principes généraux et normes de gestion. [En ligne] Disponible à : <http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ongc-cgsb/programme-program/normes-standards/internet/bio-org/documents/032-0310-2008-fra.pdf> (consulté le 02-11-15)
- Griffiths, R. A., Sewell, D., et McCrea, R. S., 2010. Dynamics of a declining amphibian meta-population: survival, dispersal and the impact of climate. *Biological Conservation*, 143(2), 485-491.
- Guerra, C., et Araújo, E., 2015. Amphibian diversity increases in an heterogeneous agricultural landscape. *Acta Oecologica*, 69, 78-86.
- Hall, J.C., T.D. van Deynze, J. Struger, et Chan, C.H., 1993. Enzyme immunoassay based survey of precipitation and surface water for the presence of atrazine, metolachlor and 2,4-D. *J. Environ. Sci. Health. Part B* 28 (5):577-598.
- Halliday, T. R., 2008. Why amphibians are important. *International Zoo Yearbook*, 42(1), 7-14.
- Hanlin, H. G., Martin, F. D., Wike, L. D., et Bennett, S. H., 2000. Terrestrial activity, abundance and species richness of amphibians in managed forests in South Carolina. *The American Midland Naturalist*, 143(1), 70-83.
- Harper, E. B., Rittenhouse, T. A. G. et Semlitsch, R. D., 2008. Demographic consequences of terrestrial habitat loss for pool-breeding amphibians: predicting extinction risks associated with inadequate size of buffer zones. *Conservation Biology* 22:1205–1215
- Hartel, T., Nemes, S., Cog Iniceanu, D., Öllerer, K., Schweiger, O., Moga, C. I. et Demeter, L., 2007. The effect of fish and aquatic habitat complexity on amphibians. *Hydrobiologia*, 583(1), 173-182.
- Hartley, M. J., 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forest Ecology and Management*, 155(1), 81-95.
- Hartmann, H., Daoust, G., Bigué, B. et Messier, C., 2010. Negative or positive effects of plantation and intensive forestry on biodiversity: A matter of scale and perspective. *For. Chron.* 86 : 354-364.
- Hayes, F. E., 1989. Antipredator behavior of recently metamorphosed toads (*Bufo a. americanus*) during encounters with garter snakes (*Thamnophis s. sirtalis*). *Copeia*, 1011-1015.
- Hayes, T.B., Collins, A., Lee, M., Mendoza, M., Noriega, N., Stuart, A.A. et Vonk, A., 2002. Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99, 5476–5480.
- Hayes, T., Haston, K., Tsui, M., Hoang, A., Haeffele, C. et Vonk, A., 2003. Atrazine induced hermaphroditism at 0.1 ppb in American leopard frogs (*Rana pipiens*): laboratory and field evidence. *Environmental Health Perspectives* 111, 568–575
- Hayes, G. F. et Holl, K. D., 2003. Cattle grazing impacts on annual forbs and vegetation composition of mesic grasslands in California. *Conservation Biology* 17:1694–1702
- Hayes, T. B., Case, P., Chui, S., Chung, D., Haeffele, C., Haston, K. et Tsui, M., 2006. Pesticide mixtures, endocrine disruption, and amphibian declines: are we underestimating the impact?. *Environmental Health Perspectives*, 114, 40.

- Hayes, T. B., Anderson, L. L., Beasley, V. R., de Solla, S. R., Iguchi, T., Ingraham, H. et Luque, E. H., 2011. Demasculinization and feminization of male gonads by atrazine: consistent effects across vertebrate classes. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 127(1), 64-73.
- Helfrich, L. A., Neves, R. J., et Parkhurst, J. A., 2009. Commercial frog farming. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, publication 420-255. 4 p.
- Henrikson, B. I., 1990. Predation on amphibian eggs and tadpoles by common predators in acidified lakes. *Ecography*, 13(3), 201-206.
- Heppell, S. S., 1998. Application of life-history theory and population model analysis to turtle conservation. *Copeia*, 367-375.
- Hotte, M. et Quirion, M., 2003. Guide technique no 15. Traverses de cours d'eau. Fondation de la faune du Québec et Fédération des producteurs de bois du Québec, Sainte-Foy, 32 pages
- Howe, C. M., Berrill, M., Pauli, B. D., Helbing, C. C., Werry, K. et Veldhoen, N., 2004. Toxicity of glyphosate based pesticides to four North American frog species. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(8), 1928-1938.
- Humbert, J. Y., Ghazoul, J. et Walter, T., 2009. Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, ecosystems & environment*, 130(1), 1-8.
- Humbert, J. Y., Ghazoul, J., Richner, N. et Walter, T., 2012. Uncut grass refuges mitigate the impact of mechanical meadow harvesting on orthopterans. *Biological Conservation*, 152, 96-101.
- ICC, 2013. Agents de détérioration : ravageurs. Institut Canadien de Conservation. [En ligne] Disponible à : <https://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsof deterioration-agentsdedeterioration/chap06-fra.aspx> (consulté le 17-11-15)
- ISQ, 2015. Superficie des grandes cultures, rendement à l'hectare et production, par région administrative, Québec, 2015. [En ligne] Disponible à : http://www.stat.gouv.qc.ca/docs-hmi/statistiques/agriculture/grandes-cultures/gc_2015.htm (consulté le 18-11-15)
- Jansen, A., et Healey, M., 2003. Frog communities and wetland condition: relationships with grazing by domestic livestock along an Australian floodplain river. *Biological Conservation*, 109(2), 207-219.
- Jofre M.B. et Karasov W.H., 1999. Direct effect of ammonia on three species of North American anuran amphibians. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18, 1806-1812.
- Jones, D. K., Hammond, J. I. et Relyea, R. A., 2010. Roundup® and amphibians: the importance of concentration, application time, and stratification. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29(9), 2016-2025.
- Josiah, S. J., 1999. Farming the Agroforest for Specialty Products: Proceedings of the North American Conference on Enterprise Development Through Agroforestry. Center for Integrated Natural Resources and Agricultural Management, University of Minnesota.
- Julian, J. T., Snyder, C. D. et Young, J. A., 2006. The use of artificial impoundments by two amphibian species in the Delaware Water Gap National Recreation Area. *Northeastern Naturalist*, 13(4), 459-468.
- Jutras, J., 2003. Plan d'intervention sur les salamandres de ruisseaux du Québec, Direction du développement de la faune, Société de la faune et des parcs du Québec, Québec, 26 pages.
- Kallimanis, A. S., Mazaris, A. D., Tzanopoulos, J., Halley, J. M., Pantis, J. D. et Sgardelis, S. P., 2008. How does habitat diversity affect the species-area relationship?. *Global Ecology and Biogeography*, 17(4), 532-538.
- Karch, 2011. Conservation des reptiles. Notices pratiques. Centre de coordination pour la protection des amphibiens et reptiles de Suisse. [En ligne] Disponible à : <http://www.karch.ch/karch/page-27585.html> (consulté le 21-09-15)
- Kiesecker, J. M., 2002. Synergism between trematode infection and pesticide exposure: a link to amphibian limb deformities in nature?. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(15), 9900-9904.
- Kirk, I. W., 2000. Aerial spray drift from different formulations of glyphosate. *Transactions of the ASAE*, 43(3), 555-559.
- Kjoss, V.A., et Litvaitis, J.A., 2001. Community structure of snakes in a human-dominated landscape. *Biological Conservation* 98:285-292.
- Klein, A. M., Vaisiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. et Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274(1608), 303-313.
- Knutson, M.G., Sauer, J.R., Olsen, D.A., Mossman M.J., Hemesath, L.M. et Lannoo, M.J., 1999. Effects of landscape composition and wetland fragmentation on frog and toad abundance and species richness in Iowa and Wisconsin, U.S.A. *Conservation Biology*, 13, (6): 1437-1446.
- Knutson, M. G., Richardson, W. B., Reineke, D. M., Gray, B. R., Parmelee, J. R. et Weick, S. E., 2004. Agricultural ponds support amphibian populations. *Ecological Applications*, 14(3), 669-684.
- Lafrance, P., Caron, E., et Bernard, C., 2013a. Temporal evolution of atrazine, metolachlor, and deethylatrazine concentrations in runoff from grass filter strips in a four-season study. *Journal of Soil and Water Conservation*, 68(5), 419-427.
- Lafrance, P., Caron, E., et Bernard, C., 2013b. Impact of grass filter strips length on exported dissolved masses of metolachlor, atrazine and deethylatrazine: a four season study under natural rain conditions. *Soil Use and Management*, 29(1), 87-97.
- Lande, R., 1993. Risks of population extinction from demographic and environmental stochasticity and random catastrophes. *American Naturalist*, 911-927.
- Laporta-Ferreira, I. L., et Salomão, M. D. G., 2004. Reptilian predators of terrestrial gastropods. *Natural enemies of terrestrial molluscs*. CABI, 427-482.
- Lavorato, M., Bernabo, I., Crescente, A., Denoël, M., Tripepi, S. et Brunelli, E., 2013. Endosulfan effects on *Rana dalmatina* tadpoles: quantitative developmental and behavioural analysis. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 64(2), 253-262.
- Lesage J., 2009. Aménagements. Espaces de biodiversité. IBIS. Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitation agricoles. 182 pages.
- Lesbarrères, D., Ashpole, S. L., Bishop, C. A., Blouin-Demers, G., Brooks, R. J., Echaubard, P. et Lougheed, S. C., 2014. Conservation of herpetofauna in northern landscapes: Threats and challenges from a Canadian perspective. *Biological Conservation*, 170, 48-55.
- Limoges, B. 2009. Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. *Le Naturaliste Canadien* 133(2): 15-19.
- Löwenborg, K., Kärve, S., Tiwe, A. et Hagman, M., 2012. Agricultural by-products provide critical habitat components for cold-climate populations of an oviparous snake (*Natrix natrix*). *Biodiversity and Conservation*, 21(10), 2477-2488.
- Luo, Y. et Zhang, M., 2009. Management-oriented sensitivity analysis for pesticide transport in watershed-scale water quality modeling using SWAT. *Environmental pollution*, 157(12), 3370-3378.
- Madison, C. E., Blevins, R. L., Frye, W. W. et Barfield, B. J., 1992. Tillage and grass filter strip effects upon sediment and chemical losses. In *Agronomy Abstracts* (Vol. 331).
- Madrigal, I., Benoit, P., Barriuso, E., Etiévant, V., Souiller, C., Réal, B. et Dutertre, A., 2002. Capacité de stockage et d'épuration des sols de dispositifs enherbés vis-à-vis des produits phytosanitaires. Deuxième partie: Propriétés de rétention de deux herbicides, l'isoproturon et le diflufenicanil dans différents sols de bandes enherbées. *Etude et Gestion des Sols*, 9, 287-302.
- Maisonnette, C. et Rioux, S., 1998. Influence de l'étagement de la végétation dans les bandes riveraines en milieu agricole sur leur utilisation par les micromammifères et l'herpétofaune. Québec: Direction de la faune et des habitats.
- Massachusetts Division of Fisheries and Wildlife, 2009. Mowing Advisory Guidelines in Rare Turtle Habitat: Pastures, Successional Fields, and Hayfields (Draft). The Natural Heritage and Endangered Species Program, 4 p. [En ligne] Disponible à : <http://www.mass.gov/eea/docs/dfg/nhesp/species-and-conservation/mowing-guidelines.pdf> (consulté le 14-10-15)
- Marcot, B. G., et Heyden, V. M., 2001. Key ecological functions of wildlife species. *communities*, 1(3), 14-41.
- Martineau, I., 2014. Guide des bandes riveraines en milieu agricole. Club-conseil Gestrie-Sol, Granby, Québec. 24 pages.
- MacNeil, J., MacGowan, B. J., Currylow, A. et Williams, R. N., 2013. Forest Management for Reptiles and Amphibians.
- MA, 2005. Ecosystems and human well-being. Millenium Ecosystem Assessment (MA). Washington, DC : Island Press
- MAPAQ, 2005. Guide de bonnes pratiques agroenvironnementales pour votre entreprise agricole. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). 2e édition.
- MAPAQ, 2010. La canneberge au Québec et dans le Centre-du-Québec. Un modèle de développement durable, à la conquête de nouveaux marchés. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).

- MAPAQ, 2011. Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches. 23 pages.)
- MAPAQ, 2014a. Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- MAPAQ, 2014b. Portrait agroalimentaire de l'Outaouais. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, direction régionale de l'Outaouais, 11 pages.
- MAPAQ, 2015a. IRPeQ Express. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). [En ligne], Disponible à : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/Services/Pages/IRPeQexpress.aspx> (consulté le 10-12-2015)
- MAPAQ, 2015b. Profil sectoriel de l'industrie bioalimentaire au Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- MAPAQ, 2015c. Monographie de la pomme au Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- MAPAQ, 2015d. Culture des arbres de Noël. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). [En ligne] Disponible à : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/Production/autres/culturearbresnoel/Pages/culturearbresnoel.aspx> (consulté le 15-10-15)
- MAPAQ, 2015e. Aménagements favorisant la biodiversité. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Volet 1. [En ligne], Disponible à : http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Formulaires/Depliant_Prime-Vert_Volet1_Biodiversite.pdf (consulté le 11-12-2015)
- Marquis, F., 2001. Fertilisation et amendement de l'érablière : est-ce essentiel? INRS-EAU. Cahier de Conférence. [En ligne] Disponible à : <http://www.agrireseau.qc.ca/erable/Documents/Frs%20Marquis%20-%20Fertilisation.doc> (consulté le 15-10-15)
- Marsh, D. M., Thakur, K. A., Bulka, K. C., et Clarke, L. B., 2004. Dispersal and colonization through open fields by a terrestrial, woodland salamander. *Ecology*, 85(12), 3396-3405.
- Marty, J. T., 2005. Effects of cattle grazing on diversity in ephemeral wetlands. *Conservation Biology*, 19(5), 1626-1632.
- Mazanti, L., Sparling, D. W., Rice, C., Bialek, K., Stevenson, C., et Teels, B., 2003. Synergistic effects of a combined exposure to herbicides and an insecticide in *Hyla versicolor*.
- McLaughlin, A. et Mineau, P., 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 55(3), 201-212.
- MDELCC, 2015. Stratégie québécoise sur les pesticides 2015-2018. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 24 pages. [En ligne] Disponible à : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/developpement/strategie_gouvernementale/exemples_actions.pdf (consulté le 02-11-15).
- MDDEP, 2005. Une démarche équitable et transparente. Traitement des demandes d'autorisation des projets dans les milieux humides. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 4 pages.
- MDDEP, 2011. Contribution des systèmes de production biologique à l'agriculture durable. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 125 pages + annexes.
- MEQ, 2003. Synthèse des informations environnementales disponibles en matière agricole au Québec. Direction des politiques du secteur agricole, ministère de l'Environnement, Québec, Envirodoq ENV/2003/0025, 143 pages.
- MFFP, 2013a. La biodiversité en milieu agricole. Ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs. [En ligne] Disponible à : <http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/habitats-fauniques/biodiversite/agricole-biodiversite.jsp> (consulté le 15-10-15)
- MFFP, 2013b. Gros plans sur la faune. Espèces exotiques envahissantes. Le carassin (*Carassius auratus*). Ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs. En ligne. Disponible à : <http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/envahissantes/carassin.jsp> Consulté le 14-12-2015
- MFFP, 2015. Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec. Ministère de la Faune, de la Forêt et des Parcs. [En ligne] Disponible à : <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp> (consulté le 02-09-15)
- Mitsch, W. J., et Gosselink, J. G., 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35(1), 25-33.
- Monello, R. J., et Wright, R. G., 1999. Amphibian habitat preferences among artificial ponds in the Palouse region of northern Idaho. *Journal of herpetology*, 298-303.
- Moore, M. T., Denton, D. L., Cooper, C. M., Wrynski, J., Miller, J. L., Reece, K. et Robins, P., 2008. Mitigation assessment of vegetated drainage ditches for collecting irrigation runoff in California. *Journal of environmental quality*, 37(2), 486-493.
- MPO, 2010. Bonnes pratiques pour la conception et l'installation de ponceaux de moins de 25 mètres. Document de travail. Pêches et Océans Canada, région du Québec. 17 pages.
- MRC Brome-Missisquoi, 2012. Guide Technique - Gestion environnementale des fossés. [En ligne] Disponible à : http://mrcbm.qc.ca/fr/eau_guide.php (consulté le 03-09-15)
- MRN, 1997. L'aménagement des ponts et des ponceaux en milieu forestier. Ministère des Ressources Naturelles du Québec. Charlesbourg, 146 pages.
- MRNF, 2004. Exploitation acéricole des érablières du domaine de l'état. Guide des bonnes pratiques environnementales. Ministère des Ressources Naturelles, de la Faune et des Parcs.
- MRNF, 2007. Démarche vers une gestion intégrée des ressources en milieu agricole : Portrait et enjeux. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction générale du développement et de l'aménagement de la faune. Secteur Faune Québec. 73 pages.
- MRNF, 2008. Protection des espèces menacées ou vulnérables en forêt publique – Les salamandres de ruisseaux : la salamandre pourpre (*Gyrinophilus porphyriticus*), la salamandre sombre des montagnes (*Desmognathus ochrophaeus*) et la salamandre sombre du Nord (*Desmognathus fuscus*). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Faune Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats et Forêt Québec. Direction de l'environnement forestier. 38 pages.
- MTQ, 2015. La protection du réseau routier : une priorité. Ministère des Transports du Québec. [En ligne] Disponible à : https://www.mtq.gouv.qc.ca/centredocumentation/Documents/Usagers/V%C3%A9hicule%20lourd/D%C3%A9gel%20-%20Restriction%20des%20charges/fiches_degel_2015.pdf (consulté le 21-09-2015)
- Mufti, S. A. et Simpson, S. B., 1972. Tail regeneration following autotomy in the adult salamander *Desmognathus fuscus*. *Journal of morphology*, 136(3), 297-311.
- Nanson, G. C. et Knighton, A. D., 1996. Anabranching rivers: their cause, character and classification. *Earth surface processes and landforms*, 21(3), 217-239.
- Nature-Action Québec, 2013. Guide des méthodes alternatives de protection des pommiers. [En ligne] Disponible à : http://nature-action.qc.ca/site/sites/default/files/pdf/Autres/NAQ_guide_pomiculture_PDF.pdf (consulté le 12-11-15)
- Needelman, B. A., Kleinman, P. J., Strock, J. S. et Allen, A. L., 2007. Drainage Ditches Improved management of agricultural drainage ditches for water quality protection: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 62 (4), 171-178.
- Nelms, K. D., Porter, M. D., et Gray, M. J., 2012. Managing Small Impoundments for Wildlife. Small impoundment management in North America. American Fisheries Society, Bethesda, MD, 391-420.
- OMAFRA, 2010. Cutting, conditioning and raking for faster hay drying. Ontario Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. [En ligne] Disponible à : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/forages/fasterdryinghay.htm> (consulté le 16-10-2015)
- ONEMA, 2010. Le reméandrage. Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. [En ligne] Disponible à : http://www.onema.fr/IMG/Hydromorphologie/27_0_intro_r7_vbat.pdf (consulté le 18-10-2015)
- Osano, O., Admiraal, W. et Otieno, D., 2002. Developmental disorders in embryos of the frog *Xenopus laevis* induced by chloroacetanilide herbicides and their degradation products. *Environmental toxicology and chemistry*, 21(2), 375-379.
- Ouellet, M., Bonin, J., Rodrigue, J., Desgranges, J.-L. ET Lair, S., 1997. Hindlimb deformities (ectromelia, ectrodactyly) in free-living anurans from agricultural habitats, *Journal of Wildlife Diseases*, vol. 33, no. 1, p. 95-104.
- Ouellet, M., et Leheurteux, C., 2007. Principes de conservation et d'aménagement des habitats des amphibiens: revue de littérature et recommandations suggérées pour la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*). Direction du développement de la faune.
- Paarberg, D. et Paarberg, P., 2007. The agricultural revolution of the 20th century. John Wiley & Sons.
- Pageault, D., 2013. Bandes riveraines de peupliers hybrides, un bon habitat pour la faune?
- Paquin, J. 2003. Guide photo des oiseaux du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin. 480 pages.
- Patrick, D. A., Hunter, M. L., et Calhoun, A. J., 2006. Effects of experimental forestry treatments on a Maine amphibian community. *Forest Ecology and Management*, 234(1), 323-332.
- PELLI. 2014. Pôle d'excellence en lutte intégrée. www.lutteintegree.com
- Pettigrew, A., 2005. Nouvelle approche en fertilisation dans les arbres de Noël. 7e Colloque sur la production d'arbres de Noël

- Pettigrew, A., 2011. La culture des arbres de Noël au Québec, une production singulière. [En ligne] Disponible à : http://www.agrireseau.qc.ca/horticulture-arbresdenoel/documents/Production_arbres_de%20Noel_1.pdf (consulté le 29-11-15)
- Petranka, J. W. 1998. Salamanders of the United States and Canada. Smithsonian Institution Press, Washington DC
- Petranka, J. W., et Murray, S. S., 2001. Effectiveness of removal sampling for determining salamander density and biomass: a case study in an Appalachian streamside community. *Journal of Herpetology*, 36-44.
- Piché, M., 2008. La dérive des pesticides: prudence et solutions. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation.
- Pierce, B. A., 1985. Acid tolerance in amphibians. *BioScience*, 35(4), 239-243.
- Pisani, G. R., 2009. Use of an active ant nest as a hibernaculum by small snake species. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 112(1/2), 113-118.
- Poisson, V., 2013. L'aménagement de la régénération des érablières, une question d'avenir! Journées acéricoles.
- Porej, D., et Hetherington, T. E., 2005. Designing wetlands for amphibians: the importance of predatory fish and shallow littoral zones in structuring of amphibian communities. *Wetlands Ecology and Management*, 13(4), 445-455.
- Pough, F. H., 1983. Amphibians and reptiles as low-energy systems. *Behavioral energetics: the cost of survival in vertebrates*, 141-188.
- Pouleur, S., 2014. L'importance de la rotation pour la santé et la productivité des grandes cultures. Colloque sur les céréales. Sainte-Julie. [En ligne] Disponible à : http://www.agrireseau.qc.ca/documents/Document_89165.pdf (consulté le 05-11-15)
- Prescott, J. et P. Richard. 2013. Mammifères du Québec et de l'est du Canada. Éditions Michel Quintin. 479 pages.
- ProConseil, 2015. Hébergez la faune sur vos terres. Les tortues. Groupe ProConseil. [En ligne] Disponible à : <http://www.groupeproconseil.com/client/uploads/298/489438027111116.pdf> (consulté le 12-10-15)
- Pro Natura, 2013. Réaliser des plans d'eau temporaires pour les amphibiens menacés. Contribution à la protection de la nature en Suisse. No. 36.
- Quarles, 2015. Pesticides and Amphibian Decline dans *Common Sense Pest Control Quarterly* Vol. XXIX, No. 1-4, Special Issue.
- Québec, 2015a. Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, RLRQ c Q-2, r 35, Éditeur officiel du Québec.
- Québec, 2015b. Code de gestion des pesticides, Loi sur les pesticides, c. P-9.3, r.1, Éditeur officiel du Québec.
- Québec, 2015c. Règlement sur les exploitations agricoles. Loi sur la qualité de l'environnement, RLRQ, chapitre Q-2, r. 26. Éditeur officiel du Québec.
- RAP, 2014. Crucifères. Avertissement No 20, 3 octobre 2014. Réseau d'avertissement phytosanitaire
- Razafindramanana N., C., Douzet, J. M., Barthès, B., Rabeharisoa, L., et Albrecht, A., 2012. Evaluation des effets de systèmes de semis direct sous couverture végétale pérenne (SCV) sur l'érosion hydrique et la production agricole sur les hautes terres de Antsirabe (Madagascar).
- Reid, D. 2008. Nest site selection and predation of *Chrysemys picta* and *Chelydra serpentina*. BIOS 35502: Practicum in Field Biology. 22 pages.
- Reinert, H. K., 1993. Habitat selection in snakes. *Snakes: ecology and behavior*, 201-240.
- Relyea, R. A. et Mills, N., 2001. Predator-induced stress makes the pesticide carbaryl more deadly to gray treefrog tadpoles (*Hyla versicolor*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(5), 2491-2496.
- Relyea, R. A., 2003. Predator cues and pesticides: a double dose of danger for amphibians. *Ecological Applications*, 13(6), 1515-1521.
- Relyea, R. A., 2005. The lethal effect of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecol. Appl.* 15(4):1118-1124.
- Relyea, R. A., 2009. A cocktail of contaminants: how mixtures of pesticides at low concentrations affect aquatic communities. *Oecologia*, 159(2), 363-376.
- Relyea, R. A. et Jones, D. K., 2009. The toxicity of Roundup Original Max® to 13 species of larval amphibians. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 28(9), 2004-2008.
- Réseau Agri-Faune, 2015. Les pratiques de fenaison pour préserver la petite faune de la plaine. [En ligne] Disponible à : http://chassefranchecomte.fr/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=163&Itemid=17 (consulté le 14-10-15)
- Regosin, J. V., Windmiller, B. S., Homan, R. N., et Reed, J. M., 2005. Variation in terrestrial habitat use by four pool-breeding amphibian species. *Journal of Wildlife Management*, 69(4), 1481-1493.
- Ricklefs, R. E. et Lovette, I. J., 1999. The roles of island area per se and habitat diversity in the species-area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. *Journal of Animal Ecology*, 68(6), 1142-1160.
- Rittenhouse, T. A., et Semlitsch, R. D., 2007. Distribution of amphibians in terrestrial habitat surrounding wetlands. *Wetlands*, 27(1), 153-161.
- Robert, L., 2015. Semis direct. Les conditions de succès pour les conditions de l'est du Québec. MAPAQ. Rivière-du-Loup
- Rohr, J.R., T.R. Raffel, J.M. Romansic *et al.*, 2008. Evaluating the link between climate, disease spread, and amphibian declines. *PNAS* 105(45):17436-17441.
- Rohr, J.R. et McCoy, K.A., 2010. A qualitative meta-analysis reveals consistent effects of atrazine on freshwater fish and amphibians. *Environ. Health Perspectives*, 118(1):20-32.
- Rondeau, I., 2013. Création d'étangs vernaux dans un méandre abandonné du ruisseau Richer. Groupe ProConseil. Beloeil.
- Rothermel, B. B., et Semlitsch, R. D., 2002. An Experimental Investigation of Landscape Resistance of Forest versus Old Field Habitats to Emigrating Juvenile Amphibians. *Conservation biology*, 16(5), 1324-1332.
- Roy, G., Larocque, G. R. et Anseau, C., 2004. Retrospective evaluation of the onset period of the visual symptoms of dieback in five Appalachian sugar maple stand types. *The Forestry Chronicle*, 80(3), 375-383.
- Sage pesticides, 2015. Sage Pesticides. Disponible en ligne à : <http://www.sagepesticides.qc.ca/> (consulté le 10-12-2015)
- Saini, E., et Alvarado, L., 2001. Insectos y Ácaros perjudiciales al cultivo de tomate y sus enemigos naturales. *Publicación del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola*, (1).
- Schmutzer, A. C., Gray, M. J., Burton, E. C. et Miller, D. L., 2008. Impacts of cattle on amphibian larvae and the aquatic environment. *Freshwater Biology*, 53(12), 2613-2625.
- Schultz, R. C., Isenhardt, T. M., Simpkins, W. W. et Colletti, J. P., 2004. Riparian forest buffers in agroecosystems—lessons learned from the Bear Creek Watershed, central Iowa, USA. *Agroforestry Systems*, 61(1-3), 35-50.
- Scopel, E., Douzet, J. M., da Silva, F. A. M., Cardoso, A., Moreira, J. A. A., Findeling, A., et Bernoux, M., 2005. Impacts des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale (SCV) sur la dynamique de l'eau, de l'azote minéral et du carbone du sol dans les Cerrados brésiliens. *Cahiers Agricultures*, 14(1), 71-75.
- Seburn, D., et Seburn, C., 2000. Conservation priorities for the amphibians and reptiles of Canada. *World Wildlife Fund Canada*.
- Sedell, J.R., Reeves, G.H., Hauser, F.R., Stanford, J.A. et Hawkins, C.P., 1990. Role of refugia in recovery from disturbances: modern fragmented and disconnected river systems. *Environmental Management* 14, 711-724
- Séguy, L. et Chabanne, A., 2005. Une approche systémique, reposant sur les systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale, pour la promotion d'une agriculture durable dans les pays du Sud. *Development and Implementation of Direct Seeding Mulch-Based Cropping Systems in South-East Asia "Case studies from the Lao National Agro-Ecology*, 9.
- Semlitsch, R.D. et Bodie J.R., 1998. Are small, isolated wetlands expendable? *Conservation Biology* 12:1129-1133.
- Semlitsch, R. D., 2000. Principles for management of aquatic-breeding amphibians. *The Journal of wildlife management*, 615-631.
- Semlitsch, R. D., et Bodie, J. R., 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17(5), 1219-1228.
- Shine, R. et Mason, R. T., 2004. Patterns of mortality in a cold-climate population of garter snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). *Biological Conservation*, 120(2), 201-210.

- Smalling, K. L., Fellers, G. M., Kleeman, P. M., et Kuivila, K. M., 2013. Accumulation of pesticides in pacific chorus frogs (*Pseudacris regilla*) from California's Sierra Nevada Mountains, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32(9), 2026-2034.
- Smalling, K. L., Reeves, R., Muths, E., Vandever, M., Battaglin, W. A., Hladik, M. L., et Pierce, C. L., 2015. Pesticide concentrations in frog tissue and wetland habitats in a landscape dominated by agriculture. *Science of the Total Environment*, 502, 80-90.
- Smith, G.D., W.C. Stiles et R.W. Weires, 1989. The effects of ground cover manipulations on pest and predator mite populations on apple in eastern New York. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*, No. 128., Cornell University, Ithaca, NY.
- Soane, B. D., Ball, B. C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F. et Roger-Estrade, J., 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, 118, 66-87.
- Spight, T. M., 1968. The water economy of salamanders: evaporative water loss. *Physiological Zoology*, 195-203.
- Soltner, D., 1984. Planter des haies, brise-vent et bandes boisées. Collection Science et Techniques Agricoles. Sainte-Gemme sur Loire, 85 p.
- SQP, 2014. Fiches techniques de la SQP. 1. Les marais filtrants. 28 mai 2014. Société québécoise de phytotechnologie (SQP).
- Steiger, J., Tabacchi, E., Dufour, S., Corenblit, D. et Peiry, J. L., 2005. Hydrogeomorphic processes affecting riparian habitat within alluvial channel-floodplain river systems: a review for the temperate zone. *River Research and Applications*, 21(7), 719-738.
- Stoner, K., 1998. Approaches to the biological control of insects. *Sustainable Agriculture. UMCE Bulletin No 7144*
- STREAM, 2015 Advice note. River restoration. Strategic Restauration and Management of the River Avon Sac. [En ligne] Disponible à : http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=STREAM_Restoration_Techniques_Advice_Note.pdf (consulté le 21-10-2015)
- Sugalski, M. T., et Claussen, D. L., 1997. Preference for soil moisture, soil pH, and light intensity by the salamander, *Plethodon cinereus*. *Journal of Herpetology*, 245-250.
- Sundermann, A., Stoll, S. et Haase, P., 2011. River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological Applications*, 21(6), 1962-1971.
- Tanguay, 2015. Aménagement de bandes riveraines. MAPAQ. Mauricie
- Tartera, C., 2014. Guide pour la réalisation d'aménagements agroforestiers. Beloeil : Groupe ProConseil.
- Tattersall, G. J., et Ultsch, G. R., 2008. Physiological ecology of aquatic overwintering in ranid frogs. *Biological Reviews*, 83(2), 119-140.
- Tear, T. H., Kareiva, P., Angermeier, P. L., Comer, P., Czech, B., Kautz, R. et Wilhere, G., 2005. How much is enough? The recurrent problem of setting measurable objectives in conservation. *BioScience*, 55(10), 835-849.
- Thireau, C. et Lefebvre, M., 2014. Itinéraire technique de la fraise en rangs nattés. Syndicat des producteurs maraîchers de Saint-Jean-Valleyfield. 20 pages.
- Tsui, M. T. et Chu, L. M., 2003. Aquatic toxicity of glyphosate-based formulations: comparison between different organisms and the effects of environmental factors. *Chemosphere*, 52(7), 1189-1197.
- UICN, 2015. Reptiles. Why are reptiles important. Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). [En ligne] Disponible à : http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/our_work/reptiles/ (consulté le 08-12-15)
- Veteto, J. R. et Lockyer, J., 2008. Environmental anthropology engaging permaculture: Moving theory and practice toward sustainability. *Culture & Agriculture*, 30(1 2), 47-58.
- Vézina A. *et al.*, 2008. Critères qui influencent l'efficacité d'une haie brise-vent. [En ligne] Disponible à : <http://www.agrireseau.qc.ca/agroforesterie/documents/75145?r=v%C3%A9zina+brise-vent&sort=0> (consulté le 08-12-2015)
- Vézina A. et Talbot P., 2011. Des haies brise-vent pour réduire la dérive des pesticides en verger - de la planification à l'entretien. [En ligne] Disponible à : <http://www.agrireseau.qc.ca/agroforesterie/documents/80964?r=v%C3%A9zina+brise-vent+verger&sort=0> (consulté le 08-12-15)
- Vézina A., 2012. Perspectives d'utilisation des PFNL dans les haies brise-vent et les bandes riveraines. En ligne. Disponible à : <http://www.agrireseau.qc.ca/agroforesterie/documents/83375> (consulté le 08-12-15)
- Vignola, J.-L. et Fournier, A., 2007. Le pâturage intensif, j'y crois, j'y vois! MAPAQ – Centre des services agricoles de Victoriaville. 4 pages.
- Waddle, J. H., 2006. Use of amphibians as ecosystem indicator species (Doctoral dissertation, University of Florida).
- Wagner, N., Reichenbecher, W., Teichmann, H., Tappeser, B., et Lötters, S., 2013. Questions concerning the potential impact of glyphosate based herbicides on amphibians. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32(8), 1688-1700.
- Ward, R. L., Anderson, J. T. et Petty, J., 2008. Effects of road crossings on stream and stream-side salamanders. *The Journal of Wildlife Management*, 72(3), 760-771.
- Wauchope, R. D., 1978. The pesticide content of surface water draining from agricultural fields—a review. *Journal of environmental quality*, 7(4), 459-472.
- Webb, J. K., et Whiting, M. J., 2005. Why don't small snakes bask? Juvenile broad headed snakes trade thermal benefits for safety. *Oikos*, 110(3), 515-522.
- Wells, K. D. 2007. The ecology and behavior of amphibians. University of Chicago Press, Illinois.
- Wen, A., 2010. Ecological functions and consequences of cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) agriculture in the pinelands of New Jersey (Doctoral dissertation, Rutgers University-Graduate School-New Brunswick).
- Wen, A., 2015. Association Between Habitat Characteristics, Human Activities, and Anuran Species in a Wetland Agricultural Landscape. *Journal of Herpetology In-Press*
- Whiles, M. R. et Grubaugh, J. W., 1996. Importance of coarse woody debris to southern forest herpetofauna. Biodiversity and coarse woody debris in southern forests: effects on biodiversity. US Forest Service. GTR-SE-94, 94-100.
- Wiersma, D., Bertam, M., Wiederholt, R. et N. Schneider. 2007. The long and short of Alfalfa cutting height. *Focus on Forage* 1(1): 1-4.
- Williams, K.L. 1988. Systematics and Natural History of the American Milk Snakes, *Lampropeltis triangulum*. Milwaukee Public Museum, Milwaukee (Wisconsin). 258 p.
- Williams, B. L., Hanifin, C. T., Brodie Jr, E. D., et Brodie III, E. D., 2010. Tetrodotoxin affects survival probability of rough-skinned newts (*Taricha granulosa*) faced with TTX-resistant garter snake predators (*Thamnophis sirtalis*). *Chemoecology*, 20(4), 285-290.
- Winandy, L., et Denoël, M., 2013. Introduced goldfish affect amphibians through inhibition of sexual behaviour in risky habitats: an experimental approach.
- Wisler, C., Hofer, U. et Arlettaz, R., 2008. Snakes and monocultures: habitat selection and movements of female grass snakes (*Natrix natrix L.*) in an agricultural landscape. *Journal of Herpetology*, 42(2), 337-346.
- Wyman, R. L., 1988. Soil acidity and moisture and the distribution of amphibians in five forests of southcentral New York. *Copeia*, 394-399.
- Wyman, R. L. et Hawksley-Lescault, D. S., 1987. Soil acidity affects distribution, behavior, and physiology of the salamander, *Plethodon Cinereus*. *Ecology*, 1819-1827.
- Wyman, R. L. et Jancola, J., 1992. Degree and scale of terrestrial acidification and amphibian community structure. *Journal of Herpetology*, 392-401.
- Zappalorti, R. T., et Reinert, H. K., 1994. Artificial refugia as a habitat-improvement strategy for snake conservation. Captive management and conservation of amphibians and reptiles. SSAR, London, 369-375.
- Zoo de Toronto, 2015a. Snake hibernacula. [En ligne] Disponible à : <http://www.torontozoo.com/adoptapond/snakehibernacula.asp> (consulté le 16-10-2015)
- Zoo de Toronto, 2015b. Turtle nesting areas. [En ligne] Disponible à : <http://www.torontozoo.com/adoptapond/turtlenests.asp?opx=2> (consulté le 16-10-2015)



Québec 

 Fondation
de la faune
du Québec

 **ZOO ECOMUSEUM**
SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE DE LA VALLÉE DU ST-LAURENT

Ce guide a été produit par le Zoo Ecomuseum de la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent avec le support financier du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) et de la Fondation de la faune du Québec (FFQ).