

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,
DE LA LUTTE CONTRE
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES,
DE LA FAUNE ET DES PARCS**

MODALITÉS D'AMÉNAGEMENT D'UN HABITAT DE REPRODUCTION POUR LA RAINETTE FAUX- GRILLON DE L'OUEST

Février 2023

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Lyne Bouthillier

Téléphone : 450 928-7608, poste 311
lyne.bouthillier@mffp.gouv.qc.ca

Télécopieur : 418 646-5974
Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp
Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Ou

Visitez notre site Web : www.environnement.gouv.qc.ca

Citation recommandée

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. 2023. Modalités d'aménagement d'un habitat de reproduction pour la rainette faux-grillon de l'Ouest, version préliminaire. Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 34 pages et annexes.

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-94199-6 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2023

Résumé

La rainette faux-grillon de l'Ouest (RFGO), *Pseudacris triseriata*, a obtenu le statut d'espèce vulnérable en 2001 selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec (L.R.L.Q., E-12.01, r. 2). Le suivi des populations indique que la tendance à la baisse de son abondance se poursuit malgré les efforts de rétablissement. Devant la situation très préoccupante de l'espèce et de ses habitats, même au sein des habitats conservés, il devient nécessaire d'envisager la restauration de ces milieux et de la connectivité pour assurer son maintien à long terme.

Depuis 2015, des études en Montérégie ont porté sur différentes caractéristiques de l'habitat de la RFGO afin de déterminer les paramètres à utiliser pour en faciliter la restauration et l'aménagement. Le présent document vise à rendre disponibles les connaissances acquises et les techniques actuelles pour l'aménagement d'habitats pour la RFGO. Le paysage optimal occupé par l'espèce comporte 30 % de milieux humides, une majorité de milieux ouverts et une portion de milieux forestiers ne dépassant pas 25 %. L'hydrologie des habitats humides temporaires fréquentés par la RFGO pour la reproduction présente une variabilité intrinsèque corrélée avec la nature du bassin versant et la quantité de précipitations. Un aménagement pour la reproduction doit atteindre une hydropériode de 60 à 100 jours et disposer d'un ensoleillement direct de 10 h à 14 h. Le choix du milieu d'implantation et l'évaluation de ses caractéristiques hydrologiques sont donc primordiaux. La connaissance du milieu récepteur, de ses caractéristiques géomorphologiques et de la qualité de l'eau est essentielle afin d'optimiser le succès des aménagements.

Finalement, il faut adopter une nouvelle approche pour diminuer les impacts relatifs aux événements climatiques extrêmes et à la tendance au réchauffement observés ces dernières années. Pour assurer un habitat optimal pour l'espèce à long terme, il faut donc offrir une densité de milieux humides d'hydropériodes variées pour la reproduction et mettre sur pied un programme de suivi et d'entretien de la végétation ligneuse. Un protocole de suivi est présentement à l'essai.

Note sur l'identité génétique de l'espèce présente au Québec

L'espèce présente au Québec est identifiée comme *Pseudacris triseriata*. Des analyses génétiques récentes ont démontré qu'il y avait une discordance génomique probablement due à une hybridation avec la rainette faux-grillon boréale, *Pseudacris maculata*. Indépendamment de cette dichotomie entre le contenu génétique du noyau et celui des mitochondries aucun changement à la classification taxinomique n'est pour le moment proposé; la rainette faux-grillon est une espèce sauvage valide (Loughheed et al. 2020; COSEPAC 2015; Bogart et al. 2015).

Table des matières

Résumé	v
1.Introduction	1
2.Paramètres à considérer	2
2.1 Caractéristiques d'habitat préférentiel	2
2.1.1 Hydropériode	2
2.1.2 Ensoleillement	3
2.1.3 Température de l'eau	3
2.1.4 Qualité de l'eau	3
2.1.5 Végétation	4
2.1.6 Espèces végétales non favorables à la RFGO	5
2.1.7 Prédation	5
3.Démarche	6
3.1 Études préalables du milieu récepteur	6
3.1.1 Évaluation des approches de restauration	7
3.1.2 Caractérisation détaillée du milieu visé pour l'aménagement	8
4.Concept d'aménagement	9
4.1 Aménagement de sites de reproduction	9
4.1.1 Sélection du site d'implantation d'un étang de reproduction	9
4.1.2 Caractérisation de l'hydrologie	9
4.1.3 Qualité de l'eau	10
4.1.4 Qualité des sols pour l'aménagement	10
4.1.5 Topographie	10
4.1.6 Degré d'ensoleillement	11
4.2 Balises pour aménager un habitat de reproduction	11
4.2.1 Restaurer le couvert végétal	12
4.3 Concept pour la restauration de la connectivité	14
4.3.1 Balises pour l'aménagement d'un corridor de connectivité	14

5.Suivi des aménagements	15
5.1 Le suivi de l'hydropériode	15
5.2 Le suivi de la qualité de l'eau	15
5.3 Le suivi de la végétation	16
5.4 Le suivi de l'utilisation par les espèces fauniques	16
6.Conclusion	17
7.Références bibliographiques	18
Annexe 1 : Fiche technique d'aménagement d'un étang de reproduction pour la rainette faux-grillon de l'Ouest	22
Annexe 2 Liste des espèces végétales favorables pour l'aménagement d'habitats pour la rainette faux-grillon de l'Ouest	26
Annexe 3 Matériel et coûts à prévoir pour l'aménagement d'un étang de reproduction pour la rainette faux-grillon de l'Ouest	27

1. Introduction

La rainette faux-grillon de l'Ouest (RFGO) est confinée dans des habitats résiduels en milieu urbain ou périurbain subissant de fortes pressions de développement au cœur de la zone la plus densément peuplée du Québec. Picard (2015) mentionne une diminution de plus de 45 % des chorales de rainette en Montérégie sur l'ensemble du territoire, entre 2004 et 2014. Selon les plus récents inventaires, le déclin se poursuit (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs s. d.).

Le plan de rétablissement provincial de la rainette faux-grillon de l'Ouest pour la période 2019-2029 a pour but de maintenir ou d'améliorer le nombre et la viabilité des métapopulations de l'espèce tout en assurant le maintien de l'aire de répartition (ÉRRFGOQ 2019). Parmi les six objectifs principaux du plan, deux concernent particulièrement les travaux d'aménagement et de restauration d'habitats, soit :

1. L'amélioration des connaissances sur les éléments susceptibles de favoriser la pérennité de l'espèce;
2. L'acquisition des connaissances et le développement de techniques permettant l'introduction d'individus pour soutenir ou créer de nouvelles populations.

Certes, il est préférable de préserver les milieux de reproduction existants plutôt que d'en aménager de nouveaux (Semlitsch, R. 2013). La création ou la restauration d'habitats qui répondent aux besoins spécifiques de la rainette est un défi de taille. Les aménagements effectués pour la compensation de pertes d'habitat fonctionnel ont été critiqués en raison de leur succès mitigé et de l'absence de suivis à long terme. Actuellement, lorsqu'il est question de concevoir des étangs avec des hydropériodes intermittentes, des données sur les caractéristiques du sol et le cycle de l'eau dans le milieu récepteur sont nécessaires pour mieux prédire l'hydrologie résultante (Bouthillier et Reyes 2016; Kolozsvary et Holgerson 2016; Roy et al. 2014).

Toute stratégie de restauration ou d'aménagement qui a pour objectif d'augmenter la capacité de support des milieux occupés par la rainette faux-grillon de l'Ouest (RFGO) doit prendre en compte les caractéristiques hydrologiques, géomorphologiques, topographiques et de recouvrement végétal du milieu. Le site d'aménagement doit se trouver dans un paysage avec une prépondérance de milieux ouverts, de forêts discontinues et de milieux humides. Les paramètres pour la restauration et l'aménagement d'habitats pour l'espèce doivent d'abord répondre à l'objectif d'une densité de milieux humides avec au minimum un milieu de reproduction tous les cent mètres, des hydropériodes allant de 60 à 100 jours et l'absence de connexion de ceux-ci avec le milieu hydrique. La restauration de l'ensoleillement par une gestion de la couverture arborescente et la lutte contre les nerpruns sont complémentaires. Finalement, les aménagements de bandes riveraines et de structures sous les routes visent l'amélioration de la connectivité entre les noyaux de populations. Le présent document vise donc à rendre disponibles les connaissances et les techniques actuelles pour réaliser des aménagements d'habitats qui répondent aux besoins spécifiques de la RFGO. La documentation et le suivi de ces projets viendront enrichir notre compréhension de ces systèmes complexes et améliorer les techniques d'aménagement adaptées pour chaque milieu afin de favoriser l'atteinte des objectifs.

2. Paramètres à considérer

2.1 Caractéristiques d'habitat préférentiel

Les milieux de reproduction occupés par la RFGO sont de nature variable. En Montérégie, ils sont habituellement situés dans un habitat relativement plat et mal drainé où il y a présence de près de 30 % de milieux humides, une majorité de milieux ouverts et 15 % de milieux forestiers plus denses (Bouthillier et Reyes 2016). Dans cette trame de sol humide au drainage imparfait, le cycle de l'eau est caractérisé par l'emmagasinement de l'eau superficielle dans les milieux humides et les dépressions qui à leur tour peuvent déverser leur trop-plein dans un réseau d'écoulements microtopographiques ou de fossés. Les étangs de reproduction se caractérisent par une faible profondeur d'eau, d'environ 30 à 60 centimètres, et des rives en pente très douce. Les caractéristiques du bassin versant des milieux de reproduction de l'espèce permettent aux milieux humides temporaires d'absorber facilement l'apport d'eau des précipitations, tout en ayant des variations de niveau d'eau et des vitesses d'assèchement très lentes. Même si ces milieux perdent de l'eau par évapotranspiration le jour, ils en regagnent une bonne partie en provenance du milieu environnant pendant la nuit, ce qui assure une certaine permanence du niveau de l'eau malgré leur faible profondeur (Larocque et al. 2020). Ce sont ces caractéristiques hydrologiques des étangs, mais aussi du bassin versant, qui favorisent leur utilisation par la RFGO.

En résumé, pour répondre aux besoins de l'espèce, la capacité des étangs dépend :

- de la dynamique hydrologique du bassin versant;
- de leur configuration;
- de leur substrat;
- du volume d'eau qu'ils contiennent;
- de la topographie de leurs rives, favorisant ou non des écoulements de surface;
- de l'ensoleillement qu'ils reçoivent;
- de la végétation présente.

Les étangs sont habituellement alimentés par la nappe phréatique lorsqu'elle est élevée ainsi que par les précipitations et l'eau de fonte de la neige. C'est pourquoi une étude préalable des caractéristiques du territoire visé et l'évaluation des niveaux d'eau sont primordiales avant de considérer un concept ou un autre pour l'aménagement d'étangs de reproduction pour la rainette faux-grillon de l'Ouest. Comme l'espérance de vie de l'espèce est limitée à un ou deux ans au Québec, il faut s'assurer d'obtenir des conditions adéquates chaque année.

2.1.1 Hydropériode

L'hydropériode du milieu de reproduction exerce une influence déterminante sur la composition des communautés vivantes, autant pour les amphibiens que pour leurs prédateurs. Les RFGO recherchent donc la meilleure combinaison entre une hydropériode précoce, stable et temporaire et le faible risque de prédation alors que la temporalité de l'inondation limite l'établissement d'espèces prédatrices. La RFGO est associée à des milieux humides dits temporaires, en ce sens qu'ils s'assèchent en cours d'été, après une inondation de 60 à 100 jours. Cette hydropériode est la résultante de plusieurs facteurs environnementaux et géomorphologiques.

2.1.2 Ensoleillement

L'ensoleillement des sites de reproduction est un facteur important à considérer pour le recrutement des rainettes faux-grillon de l'Ouest (Werner et al. 2009). L'ensoleillement de l'étang couplé à une hydropériode adéquate serait une combinaison importante pour le succès de l'aménagement (Roy et Beauvais 2014). Les habitats de RFGO seraient le plus souvent situés dans des sites ouverts présentant un couvert forestier faible de moins de 60 % de recouvrement (Bonin et Galois 1996; Bouthillier et al. 2017; Gagné 2011; Ouellet, Martin et Leheurteux 2006; Roy et al. 2014). Picard et Porciuncula (2017) affirment que l'ensoleillement devrait être présent dans la plage horaire de 10 à 14 heures environ, sur au moins 60 % de la superficie des étangs.

2.1.3 Température de l'eau

La température de l'eau influence la date de début de la reproduction, la croissance des têtards et indirectement la présence de certains prédateurs et de la nourriture disponible. Généralement, les chants de reproduction ont lieu le jour, lorsque les températures de l'air et de l'eau atteignent environ 9 à 10 °C (Whitaker Jr 1971). Dupré et Petranka (1985) ont constaté que les têtards de rainette ont des préférences thermiques plus prononcées dans la deuxième moitié de leur développement, possiblement en lien avec la disponibilité de la nourriture et leur taux de développement accéléré. Werner (2009) a suivi durant 11 ans des populations de RFGO et a noté la croissance rapide des larves durant cette deuxième partie. Un accroissement de la température rapide au printemps puis une température plus constante durant la saison sont les plus favorables à l'espèce (Bouthillier et al. 2017).

La configuration des étangs de reproduction doit offrir un meilleur gradient de températures de l'eau permettant aux larves d'assurer leur thermorégulation optimale.

2.1.4 Qualité de l'eau

Les larves d'anoues sont sensibles à une grande variété de polluants (Bridges et Semlitsch 2000; Hoffman et al. 2002). L'eau qui sert à alimenter les étangs doit être exempte de composants susceptibles d'avoir des impacts sur les anoues au stade larvaire. Par exemple, un pH trop bas peut entraver la croissance des larves d'amphibiens et un pH trop élevé est réputé pour nuire au développement de la faune aquatique. Une étude menée sur le terrain a permis de déterminer que l'exposition à de faibles concentrations de sels de voirie diminuait la capacité de survie des grenouilles des bois juvéniles (*Lithobates sylvaticus*) et, par conséquent, l'abondance des adultes (Dananay et al., 2015). Une salinité excessive de l'eau entraîne chez les amphibiens des modifications de la glande thyroïdienne, ce qui modifie le cycle hormonal et le développement des larves (Environnement Canada et Santé Canada 2001). Ouellet et ses collaborateurs (2009) ont indiqué que la rainette faux-grillon boréale (*Pseudacris maculata*) est intolérante à une concentration de 10 g/l et plus. Dans cette étude, les concentrations relevées dans les habitats occupés ne dépassaient pas 2 g/l. Le pH et l'indice de salinité sont des mesures de la qualité de l'eau faciles à employer.

Il n'existe pas de paramètre physicochimique unique qui puisse expliquer la toxicité des étangs temporaires pour les larves d'amphibiens. Les sédiments peuvent accumuler les sels, métaux et autres polluants susceptibles d'avoir un impact sur le développement des larves lorsqu'ils sont remis en circulation. Il ressort d'un projet sur des étangs de reproduction aménagés en Suisse que la qualité physicochimique de l'eau d'un étang dépend du type d'habitat dans lequel il se

situé (zone agricole, forêt, zone alluviale), de la source d'alimentation en eau, mais aussi du type de sous-sol ou d'étanchéification. Les résultats de cette étude démontrent que le pH est principalement corrélé, de façon négative, avec la conductivité et la dureté de l'eau (Morard et Zuberbühler 2006). La mesure de conductivité peut être interprétée comme une mesure indirecte de la charge en ions (minéraux ou organiques) dissous dans l'eau. Dans une autre étude, menée par Klaver et al. (2013), une conductivité plus élevée était négativement associée à l'occupation de la rainette faux-grillon boréale dans l'écosystème du grand Yellowstone. La fréquence d'occupation diminuait rapidement dès que les concentrations passaient à 150 μS , puis tombaient à presque zéro après 350 μS .

2.1.5 Végétation

La RFGO préfère les étangs comportant une bonne quantité de végétation émergente qui lui fournit des abris et lui permet d'y fixer ses masses d'œufs (Bouthillier et Reyes 2016; Drayer 2011; Montpetit et al. 2010; Roy et Beauvais 2014; Shulze et al. 2012a, 2012b). Les reproducteurs mâles affectionnent les amas de plantes émergentes à feuilles retombantes comme le phalaris pour s'y réfugier et pouvoir faire leurs vocalises. Des secteurs avec des plantes submergées sont aussi favorables pour permettre aux individus d'y trouver refuge ou d'y déposer les œufs. Finalement, des secteurs d'eau libre peuvent faciliter le réchauffement solaire, la nage des larves pour la recherche de nourriture et une bonne température pour leur thermorégulation. En général, l'organisation de la végétation favorable au sein d'un étang de reproduction peut être qualifiée avec un faible entremêlement de type 1 ou 2 et un type de recouvrement allant du type 5 au type 8 selon la nomenclature de Golet et Larson (1974).

Les espèces végétales observées dans les habitats sont diversifiées. Bouthillier et Reyes (2016) classent les espèces suivantes parmi celles qui semblent les plus abondantes dans les habitats de l'espèce :

- le phalaris roseau (*Phalaris arundinacea*);
- l'onoclée sensible (*Onoclea sensibilis*);
- les carex (*Carex* sp.);
- les cornouillers (*Cornus* sp.);
- les spirées (*Spirea* sp.);
- les aulnes (*Alnus* sp.);
- les saules (*Salix* sp.);
- les frênes (*Fraxinus* sp.);
- l'érable rouge (*Acer rubrum*).

Ces étangs sont aussi occupés par une végétation qui comporte de nombreuses espèces obligées ou facultatives des milieux humides. Leur composition et leur recouvrement doivent permettre une diversification des conditions offertes pour la reproduction et le développement des larves.

2.1.6 Espèces végétales non favorables à la RFGO

Certaines espèces végétales, bien que présentes, ne sont pas favorables à la RFGO et ne doivent pas être favorisées ou utilisées :

Le roseau commun (*Phragmites australis*) est un facteur documenté d'assèchement des étangs et de diminution de l'ensoleillement (Picard 2015).

- Les nerpruns (*Rhamnus cathartica* et *Rhamnus frangula*) constituent également un facteur limitant à prendre en compte, puisque la décomposition des feuilles, fruits, racines et autres parties de ces plantes libère dans l'eau un métabolite secondaire, l'émodine, affectant sévèrement le développement des larves de RFGO et d'autres amphibiens (Sacerdote et King 2014).
- Les quenouilles (*Typha augustifolia* et *Typha latifolia*), bien que souvent présentes, sont envahissantes et produisent une grande quantité de végétation au sol qui peut causer un dégel plus tardif des étangs, ce qui est certainement problématique pour l'obtention d'une hydropériode favorable (Lyne Bouthillier, observations personnelles). Certaines études montrent que la quenouille aurait la capacité d'inhiber la germination et la croissance de certaines espèces indigènes, car elle libérerait des substances allélopathiques à partir de ses racines (Jarchow et Cook 2009; McNaughton 1968).

Il faut favoriser les habitats ouverts aménagés qui sont colonisés avec une végétation naturelle, composée d'espèces obligées ou facultatives des milieux humides. L'implantation d'un couvert végétal est essentielle sur toute surface remaniée. La présence d'eau libre en début de saison dans les étangs peu profonds et très ensoleillés permet la croissance d'une végétation aquatique variée. Ces conditions sont favorables à la reproduction et au développement des larves de RFGO. Il est important de bien choisir les végétaux à ensemer dans le site afin de s'assurer que ceux-ci sont adaptés aux conditions.

2.1.7 Prédation

La présence de prédateurs est aussi reconnue comme un facteur limitant important (Shulze et al. 2012b, 2012a; Skelly 1997; Skelly et al. 1999; Smith 1983; Werner et al. 2009). Les principaux prédateurs de la rainette sont dépendants de la présence en permanence d'eau. Selon Desroches et Rodrigue (2004), Roy et al (2014) et plusieurs autres auteurs, ces prédateurs sont :

- les poissons;
- les grenouilles vertes (*Lithobates clamitans*);
- les ouaouarons (*Lithobates catesbeianus*);
- les larves d'odonates;
- les larves de coléoptères;
- les dytiques, les punaises d'eau géantes (*Lethocerus americanus*);
- les tritons verts (*Notophthalmus viridescens viridescens*);
- les salamandres à points bleus (*Ambystoma laterale*);

- les salamandres maculées (*Ambystoma maculatum*);
- les sangsues;
- les couleuvres;
- les oiseaux.

De plus, il importe que les étangs aménagés ne soient pas en contact avec les milieux hydriques, car ils seraient susceptibles d'être colonisés par le poisson. Le suivi postaménagement à la fois de l'hydropériode et de la présence d'espèces prédatrices, deux facteurs essentiels à l'établissement de populations viables de RFGO, est nécessaire à l'établissement de populations viables de RFGO.

3. Démarche

3.1 Études préalables du milieu récepteur

L'étude du site pour l'aménagement ou la restauration est essentielle. Il faut caractériser le potentiel du milieu pour l'aménagement en considérant ses avantages et ses lacunes (humidité, qualité du sol et de la végétation, présence de milieux humides, présence de prédateurs et d'EEE, etc.). L'approche préconisée doit sélectionner des sites comportant un nombre élevé de caractéristiques déjà favorables dont les lacunes mineures peuvent être améliorées par des ajustements ciblés. Il faut caractériser le bassin versant afin d'établir l'approche à mettre en place pour satisfaire aux besoins spécifiques de la RFGO. Les différents points à documenter sont décrits dans les sections suivantes.

Analyse des caractéristiques du paysage

Une analyse préalable des données connues à l'aide de données géomatiques concernant le bassin versant et sa dynamique hydrique est essentielle. Des points de contrôle seront ensuite validés sur le terrain. Plus spécifiquement, la topographie, la présence et le type de milieux humides, les voies d'écoulement et les fossés de drainage, la couverture végétale, la présence d'habitats d'espèces en situation précaire ainsi que les usages et la gestion des eaux pluviales sont des paramètres à ne pas négliger. Il faut, à cette étape, vérifier si le territoire dispose d'un minimum de caractéristiques favorables dans un rayon de 300 mètres autour du site à aménager. Les critères de la liste suivante permettent d'apprécier les qualités de l'habitat présent :

- Un minimum de 20 % de milieux humides composés idéalement d'une proportion importante de milieux humides temporaires;
- Une couverture végétale herbacée en prédominance avec un minimum de 15 % de milieux arborescents ou arbustifs sans dépasser les 50 % :
 - Une hétérogénéité dans l'organisation des communautés végétales est très favorable;
- Un réseau de voies d'écoulement de faible profondeur et de faible débit qui favorise la dispersion.

Les caractéristiques suivantes sont des atouts :

- Absence de système de drainage et de captage des eaux de surface qui influence le régime hydrique du milieu;
- Faible présence de milieux anthropiques et de cultures annuelles intensives;
- Faible présence de sources de contamination de l'eau;
- Peu d'espèces exotiques envahissantes, telles que le phragmite et les nerpruns;
- Faible présence de barrières à la dispersion (routes, grands cours d'eau, surfaces anthropiques, milieux secs, etc.).

Il est aussi préconisé que le projet de restauration vise à assurer un milieu de conservation pérenne d'une superficie permettant d'accueillir plusieurs milieux de reproduction dans une matrice de milieu naturel perméable à la dispersion de la RFGO et dont le périmètre est consolidé de manière à limiter au minimum l'effet de bordure avec des superficies d'usage anthropique.

3.1.1 Évaluation des approches de restauration

Des seuils ont été choisis pour trois principaux éléments préférentiels d'un habitat d'un rayon ou diamètre de 300 mètres de la RFGO, tirés de l'étude de Bouthillier et Reyes (2016), soit la densité de milieux humides, l'ouverture végétale et la connectivité, afin d'orienter les stratégies de restauration pour bonifier l'habitat existant ou encore aménager un habitat potentiel pour la RFGO. Des pistes d'amélioration sont suggérées pour chaque élément lorsque les seuils ne sont pas atteints dans un environnement donné. De plus, l'habitat terrestre conservé autour de ces milieux humides devrait être de 300 mètres ou plus, sauf exception.

Seuil 1 : Lorsque le pourcentage de milieux humides est inférieur à 30 %

- Aménager des zones humides temporaires favorables pour la reproduction de la RFGO (point 4.1);
- Augmenter la capacité de stockage de l'eau dans l'habitat par différentes techniques comme :
 - Augmenter l'hydropériode des milieux humides éphémères par le surcreusage;
 - Élargir des sections de fossés de drainage déficients pour favoriser l'accumulation ou l'épanchement des eaux dans une zone de faible pente ou une dépression naturelle;
 - Installer des digues de terre argileuse (bouchon d'argile) dans les voies d'écoulement drainant les milieux humides aux endroits opportuns;
 - Relever le niveau d'eau du milieu humide par une butte de terre aménagée en rive aval;
- Favoriser la rétention de l'eau des précipitations en limitant l'écoulement de surface :
 - Bloquer l'écoulement des fossés de drainage par des digues de terre qui dirigent le surplus des eaux de ruissellement vers une zone d'accumulation potentielle ou une zone aménagée;

- Utiliser des digues filtrantes submersibles permettant de ralentir le débit d'eau et d'accroître le temps de rétention dans les fossés (Bentrup 2008);
- Installer des structures de contrôle du niveau de l'eau ou des digues dans des voies d'écoulement majeures;
- Relever les seuils des regards d'eaux pluviales.

Seuil 2 : Lorsque la représentativité des milieux ouverts est en deçà d'un pourcentage de 40 à 50 %

- Réduire la couverture de la canopée en milieu terrestre pour tendre vers l'atteinte d'un habitat composé de 75 % d'habitats ouverts et de forêt clairsemée;
- Pratiquer des ouvertures dans la canopée en ciblant des espèces pionnières, exotiques ou des sujets en mauvais état;
- Entretenir les milieux en friche présents avec une fauche effectuée tardivement à l'automne tous les 3 à 4 ans;
- Effectuer un contrôle des plantes exotiques et envahissantes (EVEE), à l'aide de méthodes éprouvées et en limitant les impacts sur les habitats et les RFGO, et réensemencer avec des espèces herbacées indigènes (annexe 2);
- Procéder en saison hivernale, sortir les débris des milieux humides et éliminer les débris d'EVEE de façon sécuritaire;
- Pour diversifier le recouvrement en herbacées hautes des prairies trop homogènes, pratiquer une fauche annuelle tardive d'une ou plusieurs sections de 1 ha et faire une rotation des parcelles traitées à tous les 4 à 5 ans, tout en conservant au minimum 30 % de superficies non traitées.

Seuil 3 : Lorsque qu'il existe une fragmentation de l'habitat peu favorable à la dispersion des RFGO

- Améliorer la connectivité et la qualité de l'eau le long des cours d'eau avec des bandes riveraines élargies de 10 à 30 mètres de largeur;
- Aménager des corridors de connectivité entre les noyaux de population;
- Restaurer les discontinuités dans les corridors existants;
- Favoriser l'installation de passages fauniques multiespèces sous les routes.

3.1.2 Caractérisation détaillée du milieu visé pour l'aménagement

Lorsque les objectifs sont déterminés, une caractérisation plus précise du milieu récepteur permettra de bien situer et conceptualiser les aménagements. Cette caractérisation doit permettre de réaliser un bilan des points forts existants sur lesquels le projet d'aménagement pourra s'appuyer et des points lacunaires à résoudre par l'aménagement (se référer aux sections 4 et 5 pour les modalités proposées pour les aménagements). Une caractérisation du milieu récepteur doit permettre d'accomplir les actions suivantes :

- Délimiter les contours des milieux humides permanents et temporaires à leur plus haut niveau d'enneigement;
- Documenter l'hydropériode d'habitats humides potentiels pour l'aménagement;
- Documenter la dynamique temporelle de l'écoulement de surface interstitiel du printemps à la fin de l'été ainsi que des débits en cause pour les sites potentiels;
- Identifier les voies d'écoulement, les débits de pointe et le sens de l'écoulement;
- Évaluer la qualité de l'eau de la zone ainsi que les activités dans le bassin versant susceptibles d'affecter la qualité de l'eau de l'aménagement;
- Qualifier le substrat présent dans les zones humides potentielles pour l'aménagement;
- Repérer la présence d'espèces prédatrices;
- Déterminer l'état d'évolution du couvert végétal arborescent;
- Cartographier la présence d'espèces envahissantes.

4. Concept d'aménagement

4.1 Aménagement de sites de reproduction

4.1.1 Sélection du site d'implantation d'un étang de reproduction

La sélection d'un site d'aménagement d'étang implique qu'une analyse des zones d'accumulation d'eau, de l'écoulement de surface et des données de caractérisation du milieu ait été réalisée et que le site choisi présente des caractéristiques favorables. L'emplacement doit ensuite répondre aux exigences de rétention d'eau en surface par la présence d'un sol argileux et ne pas être en lien hydrologique avec l'habitat du poisson. Idéalement, les emplacements où il y a accumulation d'eaux printanières sont à examiner prioritairement. À l'inverse, on doit éviter les secteurs où les espèces envahissantes sont présentes. Pour le ou les sites visés, d'autres données préalables sont nécessaires de façon plus détaillée, comme la topographie existante et le degré d'ensoleillement.

4.1.2 Caractérisation de l'hydrologie

Il est recommandé de faire des visites du milieu visé immédiatement après la fonte des neiges, puis à la mi-juin pour cartographier les milieux humides, les écoulements et les débits. Il est suggéré d'installer un piézomètre au lieu d'implantation de l'étang avant l'aménagement, pour récolter des données hydrologiques sur les conditions préexistantes pendant au moins une saison. Il faut déterminer le niveau d'accumulation d'eau en surface et dans le sol et valider le taux d'assèchement et l'hydropériode du site choisi en fonction des précipitations reçues. Le concept d'aménagement qui sera développé s'appliquera spécifiquement aux conditions préexistantes du milieu récepteur. La méthodologie complète est décrite dans le protocole de suivi hydrologique des habitats de reproduction de la rainette faux-grillon (Bouthillier et Reyes 2017).

4.1.3 Qualité de l'eau

Pour amoindrir les impacts de sources de contamination dans l'approche de restauration, on peut recourir à l'installation de bandes tampons végétalisées. Utiliser des espèces indigènes combinant des espèces herbacées et arbustives permet d'atteindre plusieurs objectifs : captage des sédiments, amélioration de l'infiltration, amélioration de la qualité des habitats fauniques :

- Établir des bandes tampons le plus près possible des sources de pollution et suivre les courbes de niveau de manière à ce que les voies préférentielles d'écoulement superficiel soient dirigées vers la zone tampon (Bentrup 2008);
- Installer une bande tampon végétalisée d'un minimum de 30 à 60 mètres de largeur entre les sources de contamination et les aménagements (Ouellet, M. et Leheurteux 2006; Semlitsch, R. D. et Jensen 2001);
- Un mélange d'espèces herbacées et ligneuses peut constituer, globalement, la meilleure combinaison de végétaux pour une couverture végétale permanente (liste à l'annexe 2);
- L'apport de débris végétaux favorise la dénitrification et la dégradation des pesticides tandis que les gros débris ligneux favorisent le dépôt des sédiments;
- Choisir des végétaux tolérants aux sels de déglçage, si ces produits sont en cause;
- Enlever périodiquement des arbres et des arbustes si nécessaire pour maintenir des zones tampons densément enherbées ou pour conserver le mélange voulu d'espèces ligneuses (Bentrup 2008).

4.1.4 Qualité des sols pour l'aménagement

Le site choisi doit avoir un substrat qui permet de retenir l'eau en surface. Il importe de vérifier la présence de sols argileux par des sondages à la tarière pour évaluer la granulométrie dans le premier mètre. Le test du ruban peut être exécuté sur le terrain lors de la visite. Les détails méthodologiques suggérés sont décrits sur la fiche technique à l'annexe 1. Il est à noter que, si le sol ne retient pas suffisamment l'eau en surface en raison de sa granulométrie grossière, des correctifs nécessiteront l'importation d'argile, l'utilisation d'argile Bentonite ou l'installation d'une membrane d'étanchéité au fond de l'étang. Dans tous les cas, cela augmentera considérablement les coûts et la complexité du projet, notamment pour l'installation du piézomètre par-dessus le géotextile.

4.1.5 Topographie

Les milieux de reproduction de la RFGO sont en général de moins de 50 centimètres de profondeur. Des mesures topographiques précises doivent être prélevées à l'emplacement choisi pour réaliser le plan de l'étang de reproduction à aménager. Le relevé doit être réalisé en l'absence de feuillage, pour faciliter la prise de données. Les mesures doivent permettre de bien situer la microtopographie du terrain et les écoulements de surface. Ces données sont nécessaires pour déterminer :

- L'emplacement idéal;
- La profondeur à laquelle le fond de l'étang projeté doit être par rapport au terrain environnant;
- La configuration des courbes de niveau;
- L'axe de déversement de débordement.

Il n'est pas toujours nécessaire de réaliser des relevés topographiques avec un référencement avec une borne géodésique, même si c'est préférable de disposer d'un tel référencement par rapport au niveau réel du secteur dans le bassin versant. L'élévation peut servir à positionner l'aménagement et à valider le bassin versant local qui l'alimente.

4.1.6 Degré d'ensoleillement

Après le déploiement du feuillage, l'ensoleillement peut être évalué par observation directe, ou à l'aide d'un densitomètre, afin de mieux circonscrire l'ombrage porté sur le site d'implantation. À titre indicatif, l'angle du soleil à cette période est de 45° sous nos latitudes, ce qui fait que l'ombre portée par un arbre de 20 mètres s'étend sur 20 mètres de distance. Si les conditions d'ensoleillement entre 10 h et 14 h ne sont pas optimales, il faudra soit modifier l'emplacement de l'aménagement, soit préparer le terrain par un abattage sélectif, dans le quadrant d'exposition de l'étang, soit entre les azimuts 130° et 230° et préférablement en période hivernale :

- Abattre les arbres dont l'ombre portée couvre l'étang entre 10 h et 14 h et déposer les débris de coupe hors des milieux humides et de la superficie à aménager;
- S'il y a des nerpruns à abattre, disposer les débris hors de l'habitat ou les composter loin des milieux humides et des écoulements de surface;
- Remplacer au besoin les tiges abattues par des espèces indigènes d'arbustes à petit déploiement ou des ensemencements d'herbacées typiques des milieux humides (voir l'annexe 2).

La plantation d'arbustes à petit déploiement et l'ensemencement en herbacées ne compromettent pas l'ensoleillement et réduisent d'autant les opérations de contrôle des tiges ligneuses nécessaire par la suite.

4.2 Balises pour aménager un habitat de reproduction

La complexité de l'aménagement d'un habitat de reproduction qui répond bien aux exigences spécifiques de la RFGO réside dans la capacité du milieu aménagé de maintenir une hydropériode adéquate pour le développement complet des larves tout en conservant un niveau d'eau et une température relativement stables après le réchauffement initial. Cette dernière particularité est une conséquence indirecte de la capacité du bassin versant de compenser les apports des précipitations au sein de ses multiples milieux humides et directe de la configuration de l'étang. Ces milieux sont dépendants des précipitations pour se maintenir. Étant donné la variabilité des conditions climatiques, un projet de restauration doit viser l'aménagement de plusieurs étangs d'une hétérogénéité dans la configuration et l'emplacement, pour que l'on trouve des étangs qui répondent aux besoins de l'espèce même dans des conditions hydrologiques extrêmes. La configuration de l'aménagement y contribue par :

- Des pentes faibles de ratios allant de 1V pour 3H à 1V pour 5H;
- Un contour légèrement irrégulier;

- La présence d'une zone de débordement en périphérie qui sert de bassin de rétention lors de surverses à la fonte des neiges par exemple.

Ces étangs devraient être de différentes dimensions et la superficie de chacun d'entre eux doit être évaluée selon les caractéristiques du milieu, pour produire des hydropériodes distinctes entre 60 et 100 jours, voire plus, pour maximiser le succès de recrutement année après année.

- L'aménagement doit viser une profondeur qui se situe entre 0,4 et 0,6 mètre;
- La partie de l'aménagement de profondeur maximale doit représenter au moins 30 % de la superficie totale;
- Nous suggérons une superficie minimale de 200 m².

La superficie de chacun des étangs doit être adaptée aux taux d'évapotranspiration possibles. Il est envisageable de proposer dans le concept des variations en termes de volume d'eau contenu pour pallier l'évapotranspiration lors d'épisodes de chaleur excessive. Un étang avec 90 à 100 jours d'hydropériode et la présence d'un milieu humide permanent dans le paysage peuvent s'avérer un choix judicieux pour contrer les périodes de sécheresse occasionnées par les changements climatiques. Plusieurs combinaisons de superficies associées à une profondeur maximale peuvent être proposées, à titre d'exemple :

- Une superficie de 200 m² à 300 m² avec une profondeur de 0,6 m;
- Une superficie de 500 m² à 600 m² avec une profondeur maximale de 0,5 m;
- Une superficie de 700 m² à 1000 m² avec une profondeur maximale de 0,4 m.

Une fiche technique regroupant les balises recommandées est présentée à l'annexe 1. Les coûts approximatifs d'un aménagement de site de reproduction figurent à l'annexe 3.

4.2.1 Restaurer le couvert végétal

Lorsqu'il faut rétablir un couvert végétal herbacé des surfaces remaniées ou autrefois cultivées, les actions suivantes sont recommandées :

- Ameubler le sol;
- Ensemencer avec un mélange d'herbacées typiques des milieux humides ou adapté aux conditions de sol :
 - Boivin et Brisson (2014) recommandent plus de 50 % de plantes annuelles de petite taille, 25 % de plantes interstitielles ainsi que 25 % de plantes clonales de taille élevée;
 - Des mélanges de plantes indigènes sont disponibles dans le commerce. Quelques espèces à prioriser sont listées à l'annexe 2;
 - On doit utiliser, sauf avis contraire, un taux de 3000 semences/m² (Boivin et Brisson, 2014; Byun et al., 2013);
 - Il faut effectuer la plantation/ensemencement le plus tôt possible dans l'année, soit entre les mois de mai et juillet, sinon le faire à l'automne en septembre et octobre;

- On devrait évaluer la possibilité de recouvrir les surfacesensemencées avec un paillis de paille;
- Après deux mois de croissance, la mesure du succès de l'ensemencement doit atteindre 75 % de recouvrement au sol en milieu terrestre;
- Les plantes recommandées sont listées à l'annexe 2.

4.3 Concept pour la restauration de la connectivité

Il faut privilégier un aménagement des corridors de dispersion le long des voies d'écoulement et des couloirs migratoires, là où le paysage est favorable. Il est suggéré d'aménager plusieurs voies de déplacement et de restaurer les discontinuités des voies existantes afin d'augmenter l'interconnectivité. Il est préférable d'aménager et de protéger de larges zones de connectivité afin de diminuer l'effet des pressions externes négatives communément appelé « effet de bordure ». Les balises privilégiées sont présentées ci-dessous.

4.3.1 Balises pour l'aménagement d'un corridor de connectivité

- Améliorer la perméabilité des cours d'eau et des voies d'écoulement d'intérêt par les actions suivantes :
 - Aménager ceux-ci avec des pentes douces 1V pour 3H à 1V pour 5H;
 - Limiter l'érosion et l'entretien avec l'établissement de bandes riveraines élargies avec une couverture végétale herbacée et arbustive d'espèces indigènes (annexe 2);
- Aménager des corridors de connectivité d'une largeur minimale de 60 mètres pour des distances de moins de 100 mètres;
- Augmenter la largeur des corridors en proportion de leur longueur :
 - Instaurer des parcelles allant de 100 à 300 mètres de largeur avec des aménagements pour la reproduction à tous les 100 mètres de distance le long de ces corridors de dispersion;
- Favoriser l'installation de passages fauniques sous les routes à l'aide de structures qui sont d'un usage faunique multispèces d'un minimum d'un mètre de diamètre :
 - Pour les caractéristiques des structures recommandées, consultez le guide du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario à l'adresse suivante : https://files.ontario.ca/best_management_practices_mit_roadside_french_2016_final_final-s.pdf;
 - La conception du passage devrait favoriser dans la structure un substrat humide, une légère présence d'eau ou un léger écoulement en évitant les inondations et les écoulements à grande vitesse et une pénétration de la lumière naturelle;
 - Il faut aménager un habitat optimal pour la dispersion près des ouvertures pour faciliter la perméabilité de la structure; un étang de reproduction à moins de 100 mètres est recommandé;
- Végétaliser les fossés en bordure de route à proximité du corridor et les concevoir pour atténuer la vitesse d'écoulement pour former des noues, et ce, sans créer d'étang :
 - Adoucir les pentes du fossé avec des pentes de 1V pour 3H;
 - Ralentir le débit provoqué par une pente longitudinale accentuée par :
 - L'aménagement d'un avaloir ou d'une voie d'eau engazonnée;
 - La formation de seuils de rétention par une succession de petits seuils enrochés;
 - L'aménagement du fossé avec deux niveaux d'écoulement;
- Évaluer au cas par cas le recours à des mécanismes pour décourager le passage par la route, comme des clôtures d'exclusion ou l'enrochement des murs de soutènement;
- Réduire au minimum l'utilisation de sels de déglacage dans les secteurs d'habitat et de connectivité, sinon les remplacer en utilisant des matériaux qui sont viables sur le plan environnemental et technique comme le sable ou les copeaux de bois.

5. Suivi des aménagements

En raison de la complexité des milieux d'implantation et des résultats attendus de même que des aménagements pour satisfaire les besoins de la RFGO, les projets doivent nécessairement passer par une période d'ajustement et d'expérimentation. À cet effet, la production d'un plan « tel que construit » est fortement suggérée comme référence. Une période de suivi de quelques années à la suite de l'aménagement permettra de documenter l'évolution des habitats et leur utilisation par la faune durant plusieurs saisons printanières avec des conditions climatiques variées. Un suivi standardisé des paramètres des étangs doit inclure les éléments présentés dans les sections suivantes.

5.1 Le suivi de l'hydropériode

Dans les faits, l'hydropériode des étangs se calcule du dégel printanier à leur premier assèchement complet. Nous calculons le début théorique de l'hydropériode dès que les températures moyennes restent en haut du point de congélation couplé à la première occurrence d'une température maximale supérieure à 5 °C. Après l'aménagement, un suivi piézométrique de cinq ans doit être réalisé pour vérifier l'évolution de l'hydropériode dans différentes conditions climatiques.

- Effectuer un suivi de l'hydrologie avec un dispositif de prise de données des niveaux d'eau;
- Suivre la méthodologie du protocole de suivi hydrologique des habitats de reproduction de la rainette faux-grillon (Bouthillier et Reyes 2017) :
 - Un suivi parallèle des données de précipitations et de températures de l'air enregistrées à la station météorologique la plus proche doit être effectué;
 - La température peut être documentée à même la sonde de niveau d'eau (guide de suivi hydrologique);
 - Il faut évaluer la date du premier assèchement et comparer l'hydropériode avec les conditions des précipitations locales.

Des correctifs peuvent aussi être planifiés selon les résultats d'efficacité obtenus pendant les premières années.

5.2 Le suivi de la qualité de l'eau

Le pH de l'eau dans les milieux humides où la RFGO est présente devrait se rapprocher de la concentration des eaux de pluie. De plus, la salinité de l'eau dans les milieux de reproduction ne devrait pas être supérieure à une concentration de 2 g/l. La conductivité électrique de l'eau est proportionnelle à sa concentration en ions sel électriquement conducteurs et permet d'évaluer la salinité. Pour le suivi de la qualité de l'eau des aménagements, nous suggérons, en plus de l'observation directe de la couleur et des dépôts, l'implantation de mesures du pH et de la conductivité comme indices généraux

de la qualité de l'eau. Prélevez un échantillon représentatif, le plus près possible du fond. Il est toujours possible pour mesurer le taux de chlorure de sodium dissout plus précisément de recourir à l'utilisation d'un réfractomètre étalonné ou salinimètre. À 25 °Celsius, une mesure allant de 0 à 500 est réputée être de la classe des eaux non salées selon l'échelle de Durand J.H. (1958).

- La mesure du pH de l'eau doit être près de la valeur neutre (valeur de $7,0 \pm 1,0$);
- La conductivité de l'eau doit se situer idéalement à moins de 100 μS et ne pas être supérieure à 350 μS :

5.3 Le suivi de la végétation

- Suivre la reprise végétale ensemencée et la survie des plantations durant les deux premières saisons de croissance :
 - Taux de recouvrement de la flore herbacée indigène acceptable à 85 % de recouvrement au sol;
 - Taux de survie des plantations de 85 % acceptable;
- Vérifier la succession végétale dans la bande riveraine des milieux de reproduction et l'ensoleillement tous les 5 ans;
- Vérifier la couverture arborescente de l'habitat tous les 20 ans.

5.4 Le suivi de l'utilisation par les espèces fauniques

- D'avril à juillet : procéder à l'écoute de chants d'anoues et à l'observation directe d'adultes et de métamorphes pour les 5 premières années, puis à intervalles réguliers par la suite (un pas de 5 ans est suggéré);
- Réaliser un inventaire au troubleau et à la bourolle pour détecter la présence des prédateurs en mai et juin pour les 5 premières années, puis à intervalles réguliers par la suite (un pas de 5 ans est suggéré) :
 - Un permis SEG est nécessaire;
- Évaluer le succès reproductif de la RFGO dans les étangs aménagés si des chants ont été entendus au printemps :
 - Il est suggéré minimalement de détecter qualitativement la sortie des métamorphes par une observation directe à la mi-juin en bordure de l'étang couplée à un inventaire au troubleau;
 - Un permis SEG du MELCCFP est nécessaire.

Note : Les techniques pour quantifier le nombre de métamorphes avec l'ADNe sont à l'étude, ce qui pourrait amener des changements pour une évaluation quantitative.

6. Conclusion

L'aménagement et la restauration d'habitats peuvent servir à contrer la disparition des populations et assurer un meilleur rétablissement : 1) en améliorant la capacité de support des habitats occupés, 2) en aménageant des habitats pour agrandir l'aire actuelle de répartition ou 3) en contrant la fragmentation des habitats en rétablissant la connectivité par l'aménagement de corridors de dispersion.

Pour réussir à recréer des conditions favorables au cycle vital de la rainette faux-grillon de l'Ouest, les aménagistes doivent donc viser des milieux d'implantation disposant déjà de caractéristiques paysagères favorables. Le milieu de vie de l'espèce est associé à un type d'habitat humide particulier et à un régime hydrologique complexe. Il s'avère assez difficile d'assurer la conservation des caractéristiques favorables pour le maintien des populations de la RFGO dans un habitat aménagé, car cet habitat est dépendant des conditions hydrologiques du bassin versant, des variations du climat, mais aussi des espèces qui le coloniseront. C'est pourquoi les milieux dont les caractéristiques sont trop éloignées des particularités de l'habitat préférentiel ne doivent pas être ciblés pour un aménagement pour la RFGO.

Les spécificités de l'habitat préférentiel de cette espèce sont difficiles à recréer. Plusieurs tentatives d'aménagement au Québec se sont soldées par des échecs ou ont obtenu des succès très mitigés. Néanmoins, plusieurs paramètres sont à ce jour connus, basés sur les récentes études et expérimentations. La prudence est toutefois requise et l'acquisition de connaissances reste encore primordiale à cette étape de notre savoir. En tenant compte de tous les facteurs pouvant affecter l'hydropériode, l'ensoleillement, la composition végétale et la présence de prédateurs, il convient de choisir une approche non invasive en s'appuyant sur les prédispositions du milieu.

Dans un objectif de rétablissement, les milieux naturels occupés par la rainette faux-grillon de l'Ouest doivent être une cible de conservation prioritaire dans un contexte urbain, périurbain ou agricole. En l'absence de preuves d'efficacité, il faut conserver les habitats naturels et s'assurer de leur protection.

7. Références bibliographiques

- Bentrup, G. 2008. Zones tampons de conservation : lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trames vertes. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station., Asheville, NC: 115p.
- Biebighauser, T. R. 2011. Wetland restoration and construction: a technical guide. Tom Biebighauser.
- Bogart, J. P., E. B. Taylor et R. Boles. 2015. Rainette faux-grillon de l'ouest (*Pseudacris triseriata*) et rainette faux-grillon boréale (*Pseudacris maculata*): clarification concernant les espèces sauvages inscrites en vertu de la LEP à la lumière d'interprétations taxinomiques récentes.
- Bonin, J. et P. Galois. 1996. Rapport sur la situation de la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*) au Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, 39 p.
- Bouthillier, L. et L. Reyes. 2016. Étude des habitats potentiels au mont Saint-Bruno pour l'aménagement d'habitats pour la rainette faux-grillon. Rapport pour l'année 2015. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, Secteur des opérations régionales, Longueuil, 73p.
- Bouthillier, L. et L. Reyes. 2017. Protocole de suivi hydrologique des habitats de reproduction de la rainette faux grillon. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval., 14p.
- Bouthillier, L., L. Reyes et I. Picard. 2017. Étude pour l'aménagement d'habitats pour la rainette faux-grillon au mont Saint-Bruno. Rapport final pour 2016. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, Secteur des opérations régionales. Longueuil.
- Bridges, C. M. et R. D. Semlitsch. 2000. Variation in pesticide tolerance of tadpoles among and within species of Ranidae and patterns of amphibian decline. *Conservation Biology* 14(5): 1490-1499.
- COSEPAC. 2015, novembre 26. Énoncé de clarification sur les questions taxinomiques pertinentes pour la situation des rainettes faux-grillons au Canada.
- Desroches, J.-F. et D. Rodrigue. 2004. Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes. 2004. Éditions M. Quintin.
- Drayer, A. N. 2011. Efficacy of constructed wetlands of various depths for natural amphibian community conservation.
- Dupré, R. K. et J. W. Petranka. 1985. Ontogeny of temperature selection in larval amphibians. *Copeia* (2): 462-467.
- Durand, J. H. 1958. Les sols irrigables; étude pédologique.

- Environnement Canada et Santé Canada. 2001. Liste des substances d'intérêt prioritaire rapport d'évaluation : Sels de voirie. Environnement Canada, 188 p.
- ÉRRFGOQ. 2019. Plan de rétablissement de la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*) — 2019-2029, produit pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, Équipe de rétablissement de la rainette faux-grillon de l'Ouest du Québec., 65 p.p.
- Gagné, C. 2011. Analyse des caractéristiques du paysage en lien avec la présence de la rainette faux-grillon de l'Ouest en milieu agricole en Outaouais, incluant le parc de la Gatineau. Rapport présenté à la Commission de la capitale nationale. Conservation de la Nature Canada CNC, 54p.
- Golet, F. C. et J. S. Larson. 1974. Classification of Freshwater Wetlands in the Glaciated Northeast.
- Hoffman, D. J., B. A. Rattner, G. A. Burton Jr et J. Cairns Jr. 2002. Handbook of ecotoxicology. CRC press.
- Jarchow, M. E. et B. J. Cook. 2009. Allelopathy as a mechanism for the invasion of *Typha angustifolia*. *Plant Ecology* 204(1): 113-124.
- Kolozsvary, M. B. et M. A. Holgerson. 2016. Creating temporary pools as wetland mitigation: how well do they function? *Wetlands* 36(2): 335-345.
- Larocque, M., M. Roux, S. Gagné et O. Cousineau. 2020. Acquisition de connaissance sur la dynamique hydrique de la rainette faux-grillon de l'ouest - Rapport final. Université du Québec à Montréal, Rapport déposé au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Montréal, Québec, 86p.
- Lougheed, S. C., P. Li, R. Clemente-Carvalho, Y. Chen, M. K. Hickox et N. A. Cairns. 2020. Using Next Generation Sequencing Data to Test for Distinctiveness of Disjunct Regional Populations of Western and Boreal Chorus Frogs in Canada. Department of Biology, Queen's University,
- McNaughton, S. J. 1968. Autotoxic feedback in relation to germination and seedling growth in *Typha latifolia*. *Ecology* 49(2): 367-369.
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. (s. d.). Banque d'observations sur les amphibiens et reptiles du Québec.
- Montpetit, T., L. Tanguay et N. Roy. 2010. Protocole et principes d'aménagement et de suivi de nouveaux habitats pour la rainette faux-grillon. Centre d'information sur l'environnement de Longueuil, 23 p.p.
- Morard, É. et N. Zuberbühler. 2006. Qualité de l'eau et succès de la reproduction des amphibiens, Grenouilles rousses (*Rana temporaria*) et Rainettes vertes (*Hyla arborea*) dans des étangs créés à leur intention dans les cantons de Bâle et d'Argovie. Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse, Karch. 28 p.

- Ouellet, Martin, C. Fortin et M.-J. Grimard. 2009. Distribution and habitat use of the boreal chorus frog (*Pseudacris maculata*) at its extreme northeastern range limit. *Herpetological Conservation and Biology* 4(2): 277-284.
- Ouellet, Martin et C. Leheurteux. 2006. 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*). *Amphibia Nature* et le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des parcs, Direction du développement de la faune.
- Picard, I. 2015. Portrait de la rainette faux-grillon en Montérégie en 2014: 10 ans plus tard. *Ciel et Terre*, Longueuil, Québec, 92 pages + 8 annexes.
- Picard, I. et A. Porciuncula. 2017. Projet « Restaurer et améliorer les écosystèmes humides protégés de la rive-sud de Montréal 2016-2019 ». Portrait initial du site, évaluation des secteurs et des types d'intervention et cahier de charge. *Ciel et Terre*, Longueuil, 106 pages et annexes.
- Roy, É. et M.-P. Beauvais. 2014. Revue de littérature sur les caractéristiques des étangs de reproduction aménagés pour la rainette faux-grillon de l'Ouest. *Nature-Action*, Québec, 40 pages + annexes.
- Roy, É., N. Tessier, L. Veilleux, M.-P. Beauvais, L. Bouthillier et K. Lehoux. 2014. Acquisition de connaissances et validation des protocoles d'aménagements pour la rainette faux-grillon. Rapport rédigé par Nature Action Québec et MDDEFP pour la Fondation de la faune du Québec, 67 p.p.
- Sacerdote, A. B. et R. B. King. 2014. Direct Effects of an Invasive European Buckthorn Metabolite on Embryo Survival and Development in *Xenopus laevis* and *Pseudacris triseriata*. *Journal of Herpetology* 48(1): 51-58.
- Semlitsch, R. 2013, décembre 18. Demande d'avis sur les paramètres importants pour le suivi des étangs de rainette faux-grillon de l'Ouest.
- Semlitsch, R. D. et J. B. Jensen. 2001. Core habitat, not buffer zone. *National wetlands newsletter* 23(4): 5-6.
- Shulse, C. D., R. D. Semlitsch, K. M. Trauth et J. E. Gardner. 2012a. Amphibian Reproductive Success in Wetlands. *The Bulletin of the Ecological Society of America* 93(3): 236-237.
- Shulse, C. D., R. D. Semlitsch, K. M. Trauth et J. E. Gardner. 2012b. Testing wetland features to increase amphibian reproductive success and species richness for mitigation and restoration. *Ecological Applications* 22(5): 1675-1688.
- Skelly, D. K. 1997. Tadpole communities: pond permanence and predation are powerful forces shaping the structure of tadpole communities. *American Scientist* 85(1): 36-45.
- Skelly, D. K., E. E. Werner et S. A. Cortwright. 1999. Long-term distributional dynamics of a Michigan amphibian assemblage. *Ecology* 80(7): 2326-2337.
- Smith, D. C. 1983. Factors controlling tadpole populations of the chorus frog (*Pseudacris triseriata*) on Isle Royale, Michigan. *Ecology* 64(3): 501-510.

Werner, E. E., R. A. Relyea, K. L. Yurewicz, D. K. Skelly et C. J. Davis. 2009. Comparative landscape dynamics of two anuran species: climate-driven interaction of local and regional processes. *Ecological Monographs* 79(3): 503-521.

Whitaker Jr, J. O. 1971. A study of the western chorus frog, *Pseudacris triseriata*, in Vigo County, Indiana. *Journal of Herpetology* 127-150.

Annexe 1 : Fiche technique d'aménagement d'un étang de reproduction pour la rainette faux-grillon de l'Ouest

Description d'un habitat typique

- L'étang de reproduction de taille variable est entouré d'un habitat terrestre de 250 mètres et d'une bande tampon de 50 mètres comme l'illustre la figure suivante.

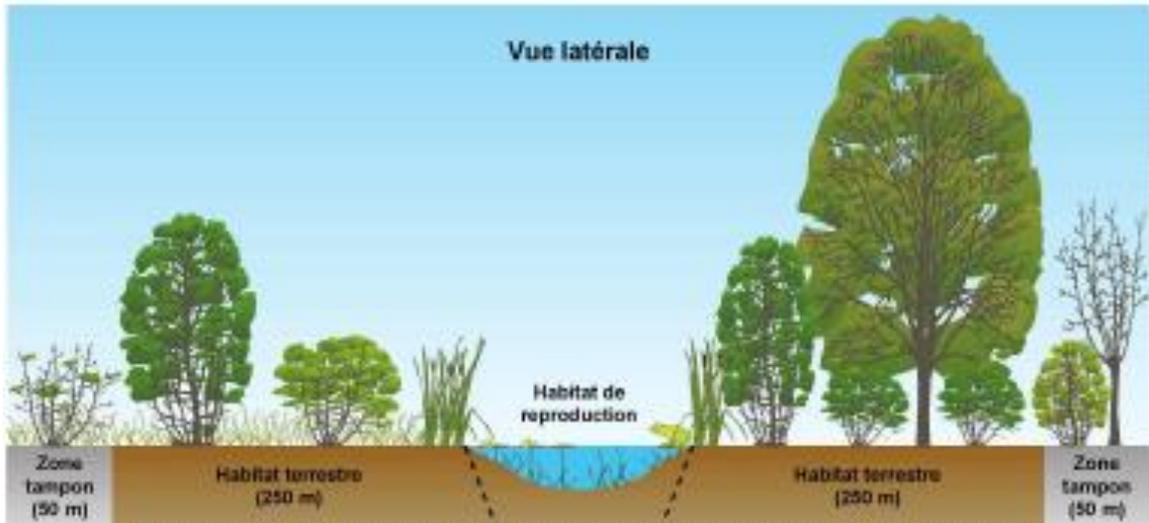


Schéma en coupe d'un habitat de rainette (adapté de Ciel et Terre, 2008)

Description d'un milieu de reproduction typique

- Les étangs de reproduction sont habituellement d'une profondeur de 30 à 45 centimètres. Il s'agit d'eau stagnante sans courant alimentée par les pluies, la fonte des neiges ou encore la nappe phréatique ;

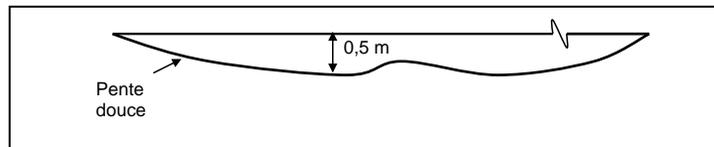


Schéma en coupe d'un milieu de reproduction de rainette

- Les rives des étangs sont en pentes douces avec des pentes idéalement de 1 : 3 ou 1 : 5, c'est-à-dire qu'à 1 mètre de dénivelé est associée une longueur de 3 à 5 mètres de rive :

Pente non favorable si $\geq 0,30 \%$,
Pente trop raide de 1 : 2,5

Pente favorable si $\leq 25 \%$
par rapport à 1 : 5 ;

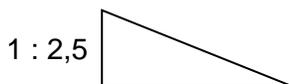


Schéma en coupe d'une pente trop raide et d'une pente favorable

- L'alimentation en eau du milieu de reproduction se fait par la fonte des neiges et les précipitations ;
- L'hydropériode minimale (période avec présence d'eau superficielle) est de 60 à 100 jours.

Recommandations

- Il faut que l'aménagement de reproduction subisse un assèchement complet annuellement après le 1^{er} juillet, sinon tous les deux ans ;
- On devrait privilégier un suivi de l'hydropériode avec piézomètre ;
- On doit éviter tout contact hydrologique avec un cours d'eau ou tout fossé où il y a présence de poissons ;
- L'alimentation en eau des étangs doit être assurée indépendamment du réseau de drainage pluvial municipal ou industriel, car cette eau peut contenir des contaminants ;
- Les ceintures végétales du centre de l'étang vers l'extérieur, totalisent de 100 à 200 mètres de rayon et se composent de :
 - D'une 1^{re} ceinture incluant le milieu de reproduction avec un 30 mètres de bande riveraine :
 - Doit être composée d'une partie d'eau libre et d'une partie avec de la végétation herbacée basse (carex, joncs, graminées, etc.) ;
 - Quelques arbres épars peuvent être tolérés en bordure nord puisque sans impact sur l'ensoleillement du milieu humide.
 - D'une 2^e ceinture, considérée comme l'habitat terrestre d'alimentation et d'hibernation :
 - Peut être composée d'une mosaïque d'herbacées, d'arbustes (saules, spirées, cornouillers, etc.), d'arbres épars ou encore avec des parcelles forestières couvrant 10 à 50 % de la superficie.

Choix du site

- On doit viser une présence d'habitat terrestre sur 200 mètres de rayon (prairies 30 % et plus, milieux humides 20 % et plus, forêts clairsemées 50 % et moins) ;
- Il faut choisir un sol glaiseux, argileux ou limono-argileux qui possède des caractéristiques de rétention d'eau et/ou d'une déficience en drainage ;
- Le site ne devrait présenter que peu ou pas d'espèces envahissantes, comme les nerpruns bourdaine et cathartique (*Frangulas alnus* et *Rhamnus cathartica*) et surtout le phragmite commun (*Phragmites australis*) ;
- On doit respecter les zones d'exclusion comme par exemple :
 - Ancrage des pylônes sous les lignes de transport d'électricité (27 m) ;
 - Les emprises de gazoducs (variable) ;
 - La proximité des fossés de routes, de l'habitat du poisson et des fossés de drainage entretenus autant que possible.

Choix de la période d'aménagement

- L'aménagement doit idéalement s'effectuer en période de gel du sol, à l'hiver, sinon en période d'assèchement des terres à la fin de l'été ou à l'approche de la période d'hibernation en octobre et novembre, pour assurer la portance des équipements motorisés et éviter les mortalités ;
- Il est recommandé d'effectuer la plantation/ensemencement le plus tôt possible après les travaux :
 - Entre le mois d'avril et la fin mai lors du retrait de l'eau, ceci afin que les nouvelles espèces végétales implantées puissent croître suffisamment avant que les plants du phragmite exotique amorcent leur croissance ;
 - À l'automne si la méthode utilisée garantit la croissance des semences ou des plants l'année suivante ;
 - Éviter la période sèche pour l'ensemencement et la plantation.

Description d'un milieu de reproduction aménagé

- La forme idéale des étangs à aménager est circulaire, mais peut être modifiée selon la vocation du site et ses dimensions : ovale, rectangulaire ou fossé élargi, mais on doit privilégier des formes d'allure naturelle ;
- La superficie minimale des étangs est idéalement plus de 200 m² et peut aller jusqu'à 1 000 m² selon les conditions d'humidité du milieu récepteur et l'ensoleillement ;
- On doit privilégier l'aménagement de 2 à 3 étangs de capacité et d'hydropériodes variées plutôt qu'un seul étang ;
- La profondeur ne doit pas dépasser 0,6 m, elle devrait idéalement être de 30 à 45 cm.
- Les pentes sont inférieures à 25 % ;
- L'environnement de l'emplacement choisi permet son réchauffement rapide au dégel et un ensoleillement entre 10 h et 14 h, du dégel au 1^{er} juillet ;
- Afin d'assurer la durabilité des interventions, il est important de revégétaliser rapidement les sites traités avec des espèces adaptées aux conditions de drainage des lieux. Un ensemencement rapide des surfaces perturbées avec un mélange d'herbacées indigènes est requis.

Ensemencement végétal

Il faut privilégier les mélanges d'espèces indigènes herbacées pour les prairies humides d'une composition diversifiée plutôt que les graines de style « Raygrass ». L'important est de privilégier des espèces adaptées au type de sol et qui s'implantent rapidement. On peut se référer aux fournisseurs pour les pourcentages représentatifs par espèce et le taux d'ensemencement et à l'annexe 2 ci-après.

- Le mélange de semences recommandé devrait contenir plus de 50 % de plantes annuelles, 25 % de plantes interstitielles ainsi que 25 % de plantes clonales de taille élevée afin d'assurer une restauration efficace de la végétation en utilisant un taux de 3000 semences/m².
- Ainsi, le mélange contient :
 - 50 % de plantes annuelles de petite taille et de croissance rapide (ex. : *Bidens connata*, *B. cernua*, *Eleocharis obtusa*, *Lolium multiflorum*);
 - 25 % de plantes de taille moyenne (ex. : *Mimulus ringens*, *Carex hystericina*);
 - 25 % de plantes clonales de taille élevée (ex. : *Leersia oryzoides*, *Schoenoplectus tabernaemontani*).
- L'utilisation du mélange pour la régénération des rives, l'endiguement et la sauvagine peut convenir. Le mélange est composé des espèces suivantes : méliot, fléole des prés, alpiste roseau, fétuque Tribute, agrostide des marais et/ou agropyre des rives, trèfle hybride et/ou blanc, fétuque Tatjana.

* Il faut éviter d'implanter de la quenouille. La forte production de biomasse aérienne de cette plante se traduit souvent par une grande quantité de litière au sol et cela diminue la capacité de réchauffement des sites de reproduction.

Procédure d'aménagement

- Test de perméabilité du sol – vérifier la capacité du sol de retenir efficacement l'eau en surface pour déterminer si une membrane sera nécessaire. Prélever une carotte de sol et vérifier la présence de substrat grossier ou perméable et la présence d'argiles et de matériel imperméable.
- Autres techniques :
 - Test du ruban : prendre un échantillon de sol et former une balle d'environ 2,5 centimètres de diamètre, humidifier avec un peu d'eau, essayer de fabriquer avec les doigts un ruban de 5 centimètres (2 pouces) de long; ensuite le tenir par une extrémité sans qu'il se brise est un indice d'une bonne capacité de rétention de l'eau ((Biebighauser 2011);
 - Carottage à la tarière jusqu'à 3 pieds de profondeur et test de la hauteur de la nappe phréatique avec une règle graduée;

- Autre option en période de sécheresse : vérifier la couleur grise du sol, faire un test de rétention d'eau sur 24 heures; mettre un couvercle sur le trou de carottage et revenir 24 heures plus tard pour vérifier si l'eau s'est infiltrée.

Quelques conditions pouvant être incluses dans la méthode de travail pour s'assurer de minimiser les impacts sur le milieu existant

- Planifier les travaux en période de moindre impact sur sol gelé ou à partir du 1^{er} octobre, sinon il faut éviter la période entre le dégel et le 1^{er} août.
- Éviter toute circulation de la machinerie et tout débris résultant des travaux dans les milieux humides du pôle de conservation. Éviter les milieux humides de reproduction et leur bande de protection de 30 mètres.
- Positionner clairement les limites des habitats d'espèces en situation précaire et celles des milieux humides à éviter sur le territoire concerné. Si possible, éviter les 100 premiers mètres autour des milieux humides de reproduction.
- Choisir le matériel de chantier en fonction de la nature du terrain, privilégier la plus faible pression de contact au sol et équiper la machinerie lourde de chenilles et de fluides biodégradables.
- Installer des ponceaux de surface recouverts dans les ornières transversales lors de la stabilisation des voies d'accès.
- Minimiser les chemins d'accès empruntés par la machinerie. Par exemple, privilégier les sentiers existants pour éviter de perturber le milieu, d'autant plus que le secteur est visé par la conservation. Illustrer sur un plan les chemins d'accès permis.
- Comblé au fur et à mesure les ornières de plus de 20 centimètres.
- Lors de l'excavation, conserver la couche de terre végétale en andains (minimum de 25 centimètres d'épaisseur) pour la réutiliser à l'étape de la remise en état des milieux perturbés, si elle est exempte d'EEE. Le sol sain doit être séparé du sol contaminé qui, lui, sera éliminé hors du site ou enfoui selon les règles de l'art.
- Limiter au strict nécessaire le défrichage, le décapage, le déblaiement, le terrassement et le nivellement des aires de travail.
- Privilégier les zones de dépôt des déblais à l'extérieur de la zone en conservation. Illustrer les zones d'entreposage sur un plan pour l'entrepreneur.
- Immédiatement après les travaux de restauration, prendre les mesures nécessaires pour protéger les surfaces mises à nu afin de maintenir les semences en place et de prévenir l'érosion du sol par le ruissellement de l'eau. Il est demandé d'installer un paillis sans filet protecteur de polypropylène.
- Fermer les voies d'accès à la fin du chantier pour éviter l'implantation de sentiers illégaux de véhicules motorisés.

Suivi des aménagements

- Un suivi hydrologique par piézomètre (profondeur maximale, variations du niveau d'eau horaire et premier assèchement) :
 - Idéalement sur une base annuelle, sinon la période entre le dégel et le 1^{er} septembre est priorisée.
- Un suivi de la température de l'eau (associé au précédent élément).
- Un suivi de l'utilisation par la faune (espèces amphibiennes et prédateurs).
- Un suivi du recrutement de la RFG.
- Un suivi de la reprise de la végétation et des espèces envahissantes.

Un protocole standardisé de suivi des aménagements pour la rainette faux-grillon est en cours d'essai, il sera disponible en 2023. Contactez votre direction régionale de la gestion de la faune du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs.

Annexe 2

Liste des espèces végétales favorables pour l'aménagement d'habitats pour la rainette faux-grillon de l'Ouest

Milieu	Nom latin	Hauteur (m)	Type de sol
Prairie humide	<i>Andropogon gerardii</i> (feuillage persistant l'hiver)	2,0	Sols variés
	<i>Beckmannia syzigachne</i>	0,4 à 1,0	Sol frais à humide
	<i>Bromus ciliatus</i>	0,6 à 1,2	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Desmodium canadense</i>	0,45 à 1,25	Sol frais à humide
	<i>Elymus canadensis</i> (plante abri)	1 à 1,5	Sol sec à humide
	<i>Elymus trachycaulus</i>	0,9	Sol frais à humide
	<i>Eupatorium perfoliatum</i>	1,0 à 1,5	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Festuca rubra</i>	0,1 à 0,6	Sol sec à frais
	<i>Geum Rivale</i>	0,25 à 0,6	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Impatiens capensis</i>	0,5 à 1,0	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Lolium multiflorum</i> (plante abri)	0,6 à 1,2	Sol sec à frais
	<i>Panicum virgatum</i>	1,0 à 1,5	Sol frais
	<i>Poa palustris</i>	0,5 à 1,0	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Solidago canadensis</i>	0,6 à 1,5	Sol sec à frais
<i>Spartina pectinata</i> (stabilisation)	0,8 à 1,5	Sol frais à humide	
Arbustes	<i>Cornus stolonifera</i>	1,0 à 3,0	Sol sec à frais
	<i>Ilex mucronata</i>	2,0 à 5,0	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Physocarpus opulifolius</i>	2,5 à 3,5	Sols variés
	<i>Salix eriocephala</i>	1,25 à 1,5	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Salix interior</i>	1,0 à 2,0	Sol humide à détrempé
	<i>Spiraea latifolia</i>	0,6 à 1,5	Sols variés
	<i>Spiraea tomentosa</i>	0,6 à 1,5	Sols variés
	<i>Spiraea alba</i>	0,6 à 1,5	Sol sec à frais
Milieu humide	<i>Bidens cernua</i>	0,4 à 1,0	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Bidens Cornata</i>	0,25 à 1,2	Sol humide à détrempé
	<i>Bidens frondosa</i>	0,6 à 1,0	Sol humide à détrempé
	<i>Bromus ciliatus</i>	0,6 à 1,2	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Caltha palustris</i>	0,3 à 0,6	Sol humide à détrempé
	<i>Hypericum virginicum</i>	0,3 à 0,4	Sol humide à détrempé
	<i>Iris Versicolore</i>	0,45 à 0,65	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Juncus effusus</i>	0,45 à 0,65	Sol humide à détrempé
	<i>Lycopus americanus</i>	0,3 à 0,6	Sol humide à détrempé
	<i>Poa palustris</i>	0,5 à 1,0	Sol frais, sol humide, sol détrempé
	<i>Scirpus atrovirens</i>	0,8 à 1,2	Sol humide, sol détrempé

Source : <https://www.aiglonindigo.com/catalogue>

Annexe 3

Matériel et coûts à prévoir pour l'aménagement d'un étang de reproduction pour la rainette faux-grillon de l'Ouest

Un équipement approprié pour le creusage, la préparation de l'étang et la revégétalisation des lieux devra être prévu, en plus du matériel nécessaire pour la mise en place d'une membrane, le cas échéant, Les coûts sont nécessairement très variables selon la grandeur de l'étang, Une évaluation est donnée ci-dessous pour un étang d'environ 230 m².

Les coûts approximatifs à prévoir

Le coût total minimal pour un étang de 230 m² est d'approximativement 5000 \$, en excluant les coûts pour la main-d'œuvre (mis à part l'opérateur de l'excavatrice).

Machinerie, matériaux et outils pour le creusage d'un étang

Machinerie	Type	Prix/unité	Coût minimal
Pelle mécanique (excavatrice)	D'au moins 90 chevaux-vapeur munie d'une pelle de 42 pouces de large	180 \$/h X 10 heures	1800 \$
Ou buteur	D'au moins 100 chevaux-vapeur		
Transport aller-retour		300 \$/aller	600 \$
Outils manuels	Pelles, râteliers, bêches,		
Tarière manuelle	Échantillonnage du sol		100 \$
Niveau d'arpentage	Délimitation		100 \$

Matériaux nécessaires et optionnels

Matériaux optionnels	Détails	Prix /unité	Coûts
Terre	Pour l'élévation d'une digue	35 \$/verge X 50 verges	1750 \$
Membrane synthétique étanche EPDM 45 mm ou PVC 30 mm	Recouvrir le fond de l'étang (en vente chez des pépiniéristes, fournisseurs de piscines et compagnies spécialisées)	10 \$/m ² X 230 m ²	2300 \$
Sous-membrane 8 onces ou + pour usage aquatique et sans danger pour le poisson	Vendue en 50 pieds de large Besoin de 2 épaisseurs	10 \$ /m ² X (230 m ² X 2)	2300 \$
Poteaux d'acier galvanisé 12 pouces de long et rondelles	Pour fixer le géotextile, Vendus dans les quincailleries	1 \$ X 100	100 \$
Plants d'arbustes			Variable
Plants d'arbres			Variable
Matériaux nécessaires	Détails	Prix /unité	Coûts minimaux
Paillis de foin « biosécure »	Foin sans graines de plantes envahissantes	10 \$/ballot X15	150 \$
Graines d'ensemencements, espèces indigènes d'herbacés de milieux humides	Graine de semences annuelles et vivaces à couverture rapide	75 \$/125 grammes	Selon la superficie



**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 