

# **Portrait de la population de dards de sable dans la rivière du Loup en Mauricie**

Bilan des inventaires récents et mesures de  
conservation à l'échelle d'un bassin versant

Février 2019





---

## Équipe de réalisation

### Coordination

Pierre-Marc Constantin, coordonnateur PDE, *M.Sc.*<sup>1</sup>

### Travaux terrain (2018)

Pierre-Marc Constantin, coordonnateur PDE, *M.Sc.*<sup>1</sup>

René Perreault, technicien de la faune, *B.Sc.*<sup>2</sup>

### Analyses et rédaction

Pierre-Marc Constantin, coordonnateur PDE, *M.Sc.*<sup>1</sup>

### Cartographie et analyses géomatiques

Pierre-Marc Constantin, coordonnateur PDE, *M.Sc.*<sup>1</sup>

Samuel Yergeau, responsable de la géomatique, *B. Sc.*<sup>1</sup>

### Révision

Francis Clément, directeur général, *M.Sc.*<sup>1</sup>

Geneviève Richard, chargée de projets, *B. Sc.*<sup>1</sup>

René Perreault, technicien de la faune, *B.Sc.*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

<sup>2</sup> Ministères des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), direction de la gestion de la faune Mauricie – Centre-du-Québec



## Pour nous joindre :

Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)  
760, boulevard Saint-Laurent Est  
Louiseville, Québec  
J5V 1H9  
Tél. : 819 498-3033  
Adresse de courrier électronique : [info@obvrly.ca](mailto:info@obvrly.ca)  
Adresse Web : [www.obvrly.ca](http://www.obvrly.ca)

## Référence à citer

OBVRLY, 2019. *Portrait de la population de dards de sable dans la rivière du Loup en Mauricie - Bilan des inventaires récents et mesures de conservation à l'échelle d'un bassin versant*. Rapport réalisé par l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Louiseville, 50 pages

© OBVRLY, 2019

La réalisation de ce projet a été possible grâce à la participation du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et la participation financière de la Fondation de la faune du Québec.

**Forêts, Faune  
et Parcs**

Québec 



## Autorisation de reproduction

La reproduction de ce document, en partie ou en totalité, est autorisée à la condition que la source et les auteurs soient mentionnés comme indiqué dans **Référence à citer**.

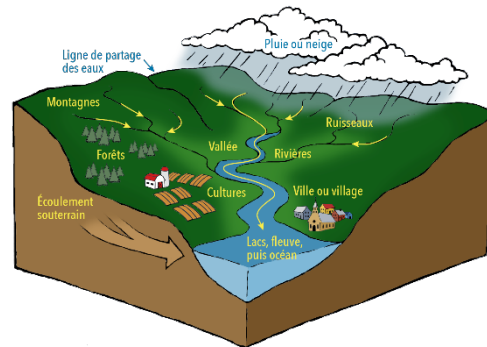
4



# Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

## Qu'est-ce qu'un bassin versant?

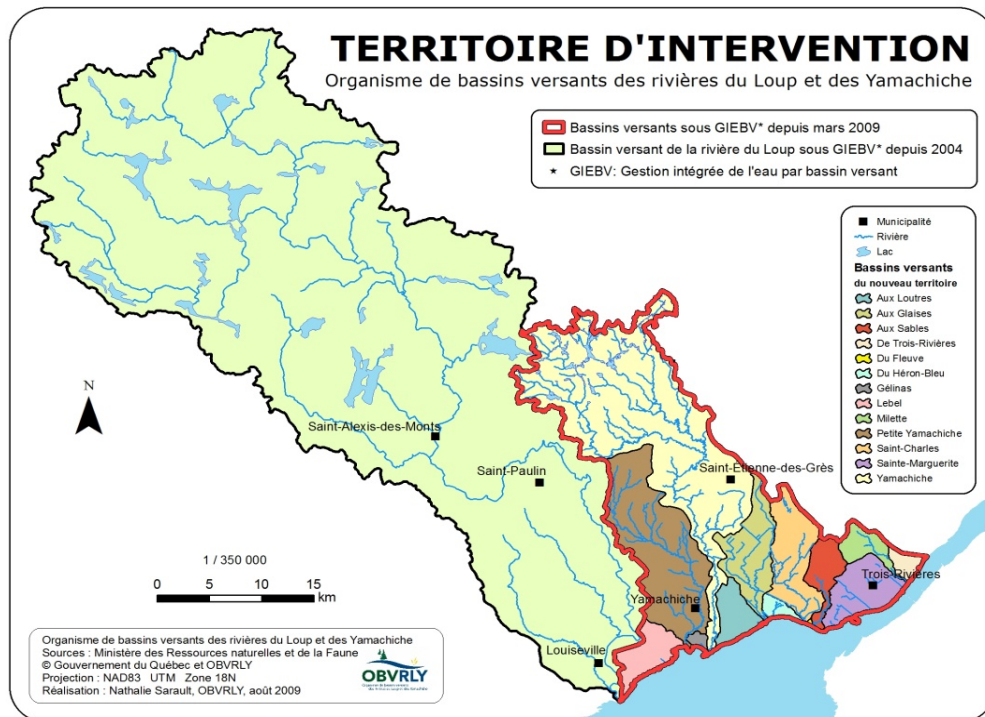
Un bassin versant constitue un territoire où l'eau reçue par précipitation s'écoule et s'infiltré pour former un réseau hydrographique alimentant un exutoire commun, le cours d'eau principal.



Source: ROBQ

## Qu'est-ce que l'OBVRLY?

L'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) est une table de concertation où siègent tous les acteurs et usagers de l'eau qui œuvrent à l'intérieur de mêmes bassins versants. L'OBVRLY est un organisme de planification, de concertation et de coordination des actions en matière de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV). C'est donc par la documentation de l'état de la situation sur son territoire d'intervention que l'organisme peut recommander des solutions aux acteurs et usagers afin de maintenir ou d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes associés.



---

# Table des matières

Équipe de réalisation .....	3
Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY).....	5
Table des matières .....	6
Résumé .....	7
Mise en contexte .....	8
Objectifs .....	11
Zone d'étude.....	12
Méthodologie.....	14
Périodes d'échantillonnage et distances couvertes .....	14
Techniques d'inventaire et mesures biologiques .....	15
Caractérisation des stations et de l'habitat .....	15
Estimation de la superficie d'habitat propice.....	16
Résultats des inventaires et de la caractérisation d'habitats potentiels .....	17
Occurrences historiques .....	17
Occurrences récentes.....	17
Présence d'habitats propices dans les tronçons présentant des occurrences de dard de sable .....	19
Présence d'habitats propices en amont des occurrences de dards de sable .....	24
Menaces potentielles à la viabilité de la population de dards de sable de la rivière du Loup .....	27
Portrait sommaire de la zone d'étude .....	27
Description des menaces .....	32
Augmentation de l'apport en sédiments et de l'envasement des cours d'eau .....	32
Altération du régime hydraulique .....	36
Présence excessive de nutriments .....	36
Présence de pesticides et autres contaminants .....	37
Présence d'obstacle au libre passage .....	38
Zones et menaces prioritaires .....	39
Recommandations .....	42
Atténuation des processus d'érosion des sols.....	42
Atténuation des fluctuations du régime hydrique .....	43
Sensibilisation des différents acteurs de l'eau .....	43
Conclusion .....	46
Références.....	47



---

## Résumé

Le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) est un poisson à l'apparence translucide de la famille des Percidés ayant l'habitude de s'enfouir dans le substrat sableux des cours d'eau de bonne qualité. Les traits biologiques et comportementaux de ce poisson benthique ainsi que ses besoins très spécifiques en font une espèce particulièrement sensible à la dégradation de son habitat. Le dard de sable et son habitat subissent plusieurs pressions d'origine naturelle ou anthropique. Selon le *Comité sur la situation des espèces en péril au Canada*, les populations du Québec font face à un déclin continu du nombre d'individus, du nombre de localisations ainsi que de la superficie et de la qualité de l'habitat. Cette espèce est d'ailleurs considérée comme une espèce à statut précaire par les gouvernements du Québec et du Canada. Ces travaux visent à dresser le bilan des inventaires historiques et récents du dard de sable dans la rivière du Loup, depuis l'embouchure du lac Saint-Pierre, puis de prioriser des secteurs d'intervention et des actions afin de favoriser la conservation des habitats présents.

Les occurrences de dard de sable dans la rivière du Loup datent de la période de 2013 à 2018 et se distribuent entre les municipalités de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère. Depuis 2013, des individus ont été observés à quatre sites différents. De ces quatre sites, deux présentent des caractéristiques d'habitat propice à la présence du dard de sable pour une superficie totale de 2 060 m<sup>2</sup>. Un habitat propice (250 m<sup>2</sup>) a également été observé en amont de ces occurrences, mais aucun dard de sable n'y a été capturé. Aucun individu n'a été capturé au-delà de ces occurrences en 2018, soit jusqu'au nord de la municipalité de Saint-Paulin, suggérant que la répartition du dard de sable se limite aux basses terres du Saint-Laurent dans la rivière du Loup.

Les habitats présents et les dards de sable sont actuellement soumis à plusieurs menaces au niveau local et régional, dont l'augmentation de l'apport en sédiments, l'envasement des cours d'eau, l'altération du régime hydraulique, la présence excessive de nutriments et de pesticides. L'Indice de qualité bactériologique et physicochimique montre que la qualité de l'eau de la rivière du Loup se dégrade en arrivant dans le secteur des basses terres du Saint-Laurent. La sensibilité naturelle des sols à l'érosion, la faible proportion de sols végétalisés en milieu résidentiel et agricole et la concentration importante d'activités agricoles sont des facteurs qui contribuent à augmenter l'impact des menaces envers le dard de sable. Pour atténuer ces menaces, il est essentiel d'augmenter les superficies végétalisées, d'adopter des pratiques durables de gestion de l'eau et d'augmenter la proportion de pratiques culturelles non conventionnelles.



---

## Mise en contexte

Une étude réalisée par la World Wildlife Fund révèle qu'entre 1970 et 2014, plus de 450 espèces animales ont montré une diminution de leur abondance au Canada (WWF-Canada, 2017). Au Québec, l'Atlas de la biodiversité du Québec démontre que près de 50 % des espèces animales menacées ou vulnérables sont en déclin (Tardif et coll., 2005). Face à une augmentation constante des pressions d'origine anthropique sur les habitats fauniques, l'enjeu de la conservation de la biodiversité devient de plus en plus important. La dégradation des habitats fauniques résulte généralement de leur fragmentation, leur disparition ou encore de la diminution de leur qualité. En concertation avec les différents acteurs de l'eau, l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche a intégré deux objectifs dans son plan directeur de l'eau (PDE) relié à l'enjeu de la biodiversité, soient d'améliorer les connaissances sur les habitats fauniques et floristiques du territoire d'intervention et de protéger ces habitats (OBVRLY, 2013). Plus précisément, le plan d'action souligne l'importance de réaliser des inventaires de la faune et de la flore et de localiser la présence d'espèces sensibles.

Parmi les espèces fauniques à situation précaire présentes sur le territoire, le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*), un poisson translucide de la famille des Percidés, est particulièrement sensible à la dégradation de son habitat. Ce petit poisson (taille moyenne de l'adulte entre 46 et 71 mm) a le corps allongé, d'une teinte jaunâtre ornée d'une série de 10 à 14 taches latérales foncées (Pêches et Océans Canada, 2014). Le dard de sable a un comportement fouisseur, c'est-à-dire qu'il s'enfouit légèrement dans le substrat sableux d'un cours d'eau pour fuir les prédateurs et économiser son énergie tout en restant à l'affût de ses proies. Le dard de sable est insectivore et se nourrit principalement de larves de moucheron (*Chironomidae*) et de mouches noires (*Simuliidae*). Les mâles et femelles parviennent à la maturité sexuelle au cours du printemps suivant leur première saison de croissance et ne vivent pas plus de quatre ans. La fécondité des femelles est faible, mais elles peuvent pondre plusieurs fois dans une saison de fraie, de la fin du printemps jusqu'au milieu de l'été. Leur maturité hâtive, la fréquence de la fraie et leur croissance rapide lui permettent de réagir rapidement et de coloniser des habitats redevenus favorables (Pêches et Océans Canada, 2014). Toutefois, l'espèce est considérée comme intolérante à la pollution, a une faible capacité de déplacement et a des exigences spécifiques en matière d'habitat et de régime alimentaire. Il s'agit donc d'une espèce bénéficiant d'une capacité d'adaptation limitée.

Comme cette espèce est sensible aux fluctuations environnementales et que sa capacité d'adaptation est limitée, sa survie et son rétablissement sont compromis par plusieurs menaces d'origine naturelle ou anthropique (Pêches et Océans Canada, 2014). Comme ses exigences en matière d'habitat sont restreintes, la dynamique naturelle du cours d'eau peut modifier considérablement la position, la quantité et la qualité des habitats. Ces habitats sont appelés à évoluer au même rythme que les modifications hydrauliques





et géomorphologiques du cours d'eau. Le dard de sable et son habitat subissent également des pressions anthropiques :

- l'envasement et le colmatage du substrat naturel par les argiles et la matière organique d'origine agricole;
- le développement excessif de plantes aquatiques causé par l'apport d'un excès de nutriments;
- les modifications importantes des communautés de macroinvertébrés benthiques liées à la présence d'insecticides ;
- l'altération du régime d'écoulement en raison de l'augmentation du drainage routier et agricole et l'imperméabilisation du territoire.

Le dard de sable constitue une espèce préoccupante pour les gouvernements provincial et fédéral. Cette espèce est désignée menacée au niveau provincial en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (LEMV). Elle est également désignée menacée au Canada et est inscrite à l'Annexe 1 du *Registre des espèces en péril*. Le dard de sable est une espèce endémique de l'est de l'Amérique du Nord et sa répartition au Canada est limitée au sud de l'Ontario et du Québec. Au Québec, l'espèce est retrouvée principalement dans le lac Saint-Pierre et son archipel ainsi que dans quelques tributaires du fleuve Saint-Laurent. Selon le *Comité sur la situation des espèces en péril au Canada*, les populations du Québec font face à un déclin continu du nombre d'individus, du nombre de localisations ainsi que de la superficie et de la qualité de l'habitat. Face à ce constat, des plans de rétablissement ont été élaborés au provincial et au fédéral, en 2008 et 2014, respectivement (Équipe de rétablissement des cyprinidés et des petits percidés du Québec, 2008; Pêches et Océans Canada, 2014). Ces plans synthétisent et priorisent les différentes menaces du dard de sable et établissent un plan d'action visant le rétablissement de l'espèce.

Les inventaires ciblés près des sites de captures récentes ou historiques en suivant un protocole normalisé figurent parmi les priorités principales des plans de rétablissement du dard de sable. Ces inventaires sont aussi l'occasion de définir plus précisément l'habitat essentiel de l'espèce. La mise en place d'actions en regroupant plusieurs partenaires est également une des priorités principales pour mener à terme le plan de rétablissement provincial. Plus récemment, un bilan du MFFP démontrait un manque d'informations concernant la situation du dard de sable en Mauricie et l'importance d'inventaires normalisés et ciblés sur le territoire, dont la rivière du Loup (Couillard et coll., 2013).

Plusieurs inventaires ayant été réalisés par différents intervenants au cours des dernières années ont montré que le dard de sable était présent dans la rivière du Loup. Toutefois, le portrait de la population du dard de sable et de la qualité de son habitat dans la rivière du Loup demeure incomplet. Afin de le compléter, des pêches ont été réalisées successivement en 2017 et en 2018 sur près de 20 km à partir du sud de la



municipalité de Saint-Léon-le-Grand jusqu'au nord de la municipalité de Saint-Paulin. Le présent projet vise également à recenser toutes les informations disponibles (historiques ou récentes) à propos des occurrences de dards de sable et de la qualité de son habitat dans la rivière du Loup ainsi qu'à déterminer la superficie totale d'habitats propices au dard de sable. La majorité des données analysées ont été fournies par le ministère des Pêches et Océans du Canada, responsable de la gestion des espèces aquatiques en péril. La direction régionale de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec du MFFP a également contribué en fournissant les données des inventaires réalisés en 2017 et en participant aux inventaires réalisés en 2018.



---

## Objectifs

L'objectif global de l'étude est d'identifier et prioriser les secteurs nécessitant une intervention concrète pour la protection des habitats du dard de sable dans la rivière du Loup en vue de la conservation à long terme de sa population.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont multiples :

1. Poursuivre les inventaires dans le tronçon principal de la rivière du Loup sur 15 km en amont des dernières occurrences connues afin de circonscrire les habitats utilisés.
2. Faire le bilan des inventaires historiques et récents du dard de sable dans la rivière du Loup, depuis l'embouchure du lac Saint-Pierre.
3. Recenser et caractériser les habitats identifiés afin d'en déterminer la qualité et d'estimer la superficie totale d'habitats propices.
4. Identifier les principales menaces régionales pouvant affecter négativement les habitats recensés et la population de dards de sable dans une perspective de gestion intégrée de l'eau par bassin versant.
5. Identifier et prioriser les secteurs où une intervention est requise et recommander des actions visant la conservation de la population de dards de sable, dans une perspective de gestion de l'eau par bassin versant.



---

## Zone d'étude

La zone d'étude est circonscrite à l'intérieur du bassin versant de la rivière du Loup, en Mauricie. La rivière du Loup prend sa source au nord de la réserve faunique Mastigouche, dans le Bouclier canadien, et coule sur une distance de plus de 150 km en traversant les basses terres du Saint-Laurent, avant de se jeter au nord du lac Saint-Pierre à Louiseville. Son bassin versant draine une superficie de 1 610 km<sup>2</sup> et neuf tributaires d'importance viennent alimenter le débit de la rivière du Loup.

Bien que des occurrences de dards de sable aient été rapportées dans d'autres cours d'eau du territoire d'intervention de l'OBVRLY, ce rapport se concentre sur celles se retrouvant dans la rivière du Loup à partir du nord de la municipalité de Saint-Paulin jusqu'à l'embouchure de la rivière au lac Saint-Pierre (zone d'étude) (Figure 1). L'amont de ce secteur, à Saint-Paulin, est caractérisé par un relief relativement accidenté comportant de nombreux escarpements, d'affleurements rocheux, de hautes collines aux versants de pente modérée à forte et des vallées recouvertes de dépôts morainiques et fluvioglaciaires (OBVRLY, 2014). Les sols dans ce secteur sont loameux, parsemés d'îlots sableux et sont hétérogènes de part et d'autre de la rivière, principalement à Saint-Paulin. La section aval du secteur, partagé entre les municipalités de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère, est caractérisée par un relief relativement plat de dépôts meubles marins. Les sols y sont principalement argileux et les rives des cours d'eau ont des talus variant de 3 à 20 m, ce qui favorise de nombreux décrochements. Le bassin versant de la rivière du Loup devient plus étroit dans ce secteur et l'eau qui s'y déverse par les petits tributaires fait varier rapidement le débit de la rivière. À mesure que l'on se déplace vers l'amont, le relief plat des basses terres du Saint-Laurent fait place au relief plus accidenté du Bouclier canadien, ce qui fait apparaître une série de rapides puis une série de chutes, dont les chutes à Magnan d'une hauteur de plus de 40 mètres (OBVRLY, 2014). Ces successions de rapides et de chutes sont retrouvées jusqu'au nord de la municipalité de Saint-Paulin et explique la quasi-absence de bancs de sable dans la rivière du Loup. À partir de Saint-Paulin, le relief redevient plus plat et favorise la présence de bancs de sable riverains.

Le territoire est occupé par les activités agricoles et récréotouristiques dans le secteur amont alors qu'il est majoritairement occupé par les activités agricoles dans le secteur aval (OBVRLY, 2014). On retrouve peu de milieux humides terrestres ou riverains et plusieurs obstacles naturels (enrochements et chutes) et artificiels (barrages) dans la zone d'étude.



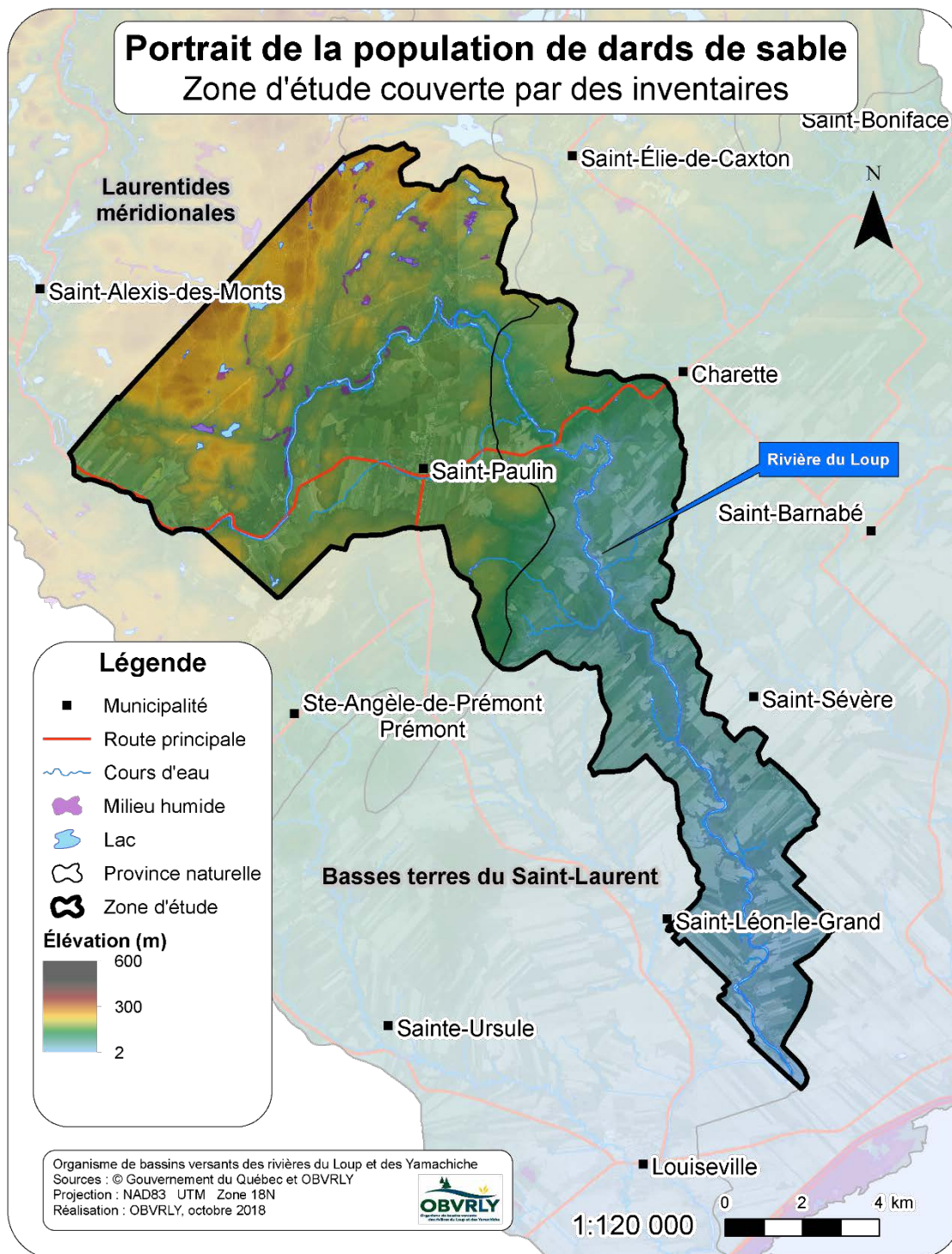


Figure 1. Zone d'étude du bilan des inventaires de dards de sable dans le bassin versant de la rivière du Loup.



---

## Méthodologie

Les inventaires récents (2014, 2017 et 2018) ont été réalisés en suivant le protocole normalisé du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs pour les petits cyprins et petits percidés (Couillard et coll., 2011). Ce protocole permet d'uniformiser les données récoltées à l'échelle provinciale et assure un échantillonnage optimal par l'utilisation de méthodes et d'engins de pêche adéquats. Il n'est pas possible de connaître le protocole d'inventaire utilisé pour les autres occurrences récentes (2013) et historiques (1973 et moins).

### Périodes d'échantillonnage et distances couvertes

Selon le protocole normalisé, les inventaires doivent être réalisés en dehors de la période de frai et comme cette période est peu documentée au Québec, il est suggéré d'éviter d'échantillonner entre la mi-mai et juillet. Il est également suggéré d'échantillonner à un débit se situant entre l'étiage estival et les crues automnales. Les récents inventaires ont donc été réalisés dans une période allant de juillet à la mi-octobre et un total de 47,5 km de tronçon a été couvert en bateau ou à gué (Tableau 1). Un total de 30 transects d'échantillonnage répartis uniformément étaient initialement prévus en 2014 (Côté, 2015). Pour 2017, aucun transect d'échantillonnage n'a été préalablement positionné et la localisation des stations de pêche était fixée au gré des inventaires. Pour 2018, 18 transects ont été positionnés suite à une photo-interprétation des endroits dont le substrat semblait composé de limon, de sable et de gravier (bancs d'accumulation de sédiments, élargissements du cours d'eau et en aval des îlots).

Tableau 1. Récapitulatif des distances couvertes par la caractérisation de l'habitat du dard de sable et les inventaires entre 2014 et 2018 dans la rivière du Loup.

Année	Organisme participant	Dates d'échantillonnage	Distance couverte (km)
2014	Groupe Synergis	12 septembre, 15 octobre	18,7
2017	MFFP	17 juillet	13,0
2018	MFFP, OBVRLY	25 au 27 septembre	15,8



## Techniques d'inventaire et mesures biologiques

Les inventaires récents étaient de type qualitatif, ce qui permet de documenter la présence d'individus de dards de sable tout en limitant les effets de l'échantillonnage sur l'habitat. Seulement un coup de seine par station a été réalisé sauf dans le cas où celui-ci n'avait pas été fait correctement. Dans ce cas, un deuxième coup de seine a été réalisé et seulement les données de ce dernier ont été comptabilisées. Les pêches de 2014 ont été réalisées à l'aide de deux seines de rivage de 8 et 12,5 mètres, selon les conditions du milieu. Les deux engins avaient une hauteur de 2 m, une poche centrale carrée de 1,2 m (4 pieds) par 1,2 m (4 pieds) et des mailles de 3 mm en nylon. Les campagnes d'échantillonnage de 2017 et 2018 ont, quant à elles toutes deux, été réalisées avec le même engin, soit une seine à bâtons d'une longueur de 6,7 m (22 pieds), d'une hauteur de 1,4 m (4,5 pieds), munie d'une poche centrale et de mailles de 3 mm en nylon.

La pêche à la seine a été réalisée conformément au protocole du MFFP (Couillard et coll., 2011). Un coup de filet (station de pêche) était donné là où les transects présentaient des caractéristiques propices à la présence du dard de sable telles qu'un substrat composé principalement de sable, une faible profondeur d'eau et un faible recouvrement par les plantes aquatiques. Comme il s'agit d'une espèce peu étudiée au Québec, il est possible que le dard de sable se trouve dans des habitats présentant des caractéristiques légèrement différentes que celles proposées dans la littérature, c'est pourquoi des échantillonnages ont également été réalisés dans des habitats semblant moins propices (avec présence de limon ou de végétaux, par exemple).

Les dards de sable capturés ont été dénombrés, mesurés puis pesés de façon aléatoire jusqu'à l'atteinte de 30 individus. Les espèces non visées par l'échantillonnage étaient seulement identifiées et dénombrées puis relâchées directement au site de capture. Une attention particulière a été portée à l'identification d'autres espèces à statut particulier comme le fouille-roche gris (*Percina copelandi*), mais aucune espèce de ce type n'a été observée dans les récents inventaires.

## Caractérisation des stations et de l'habitat

La caractérisation de l'habitat a également été réalisée en suivant les lignes directrices du protocole du MFFP (Couillard et coll., 2011). Une caractérisation globale de l'habitat résumant l'intégralité du transect a été réalisée. Cette caractérisation comprenait, sans s'y limiter :

- la profondeur et la largeur moyenne du cours d'eau;
- la vitesse moyenne du courant à environ 10 ou 15 cm au-dessus du substrat;
- une description de l'état des berges (stabilité, strates végétales);



- la granulométrie dominante et sous-dominante du substrat;
- la présence de végétaux et son pourcentage de recouvrement;
- la physicochimie mesurée à l'aide d'une sonde multiparamètres (température, pH, turbidité, conductivité, oxygène dissous).

Des informations supplémentaires ont également été récoltées comme la pente et la hauteur des talus, le type de milieu, la largeur des bandes riveraines et la hauteur entre la surface de l'eau et la ligne des hautes eaux. Lorsque des individus de dards de sable étaient capturés, une caractérisation fine de l'habitat a été réalisée. Celle-ci se fait directement au site de capture plutôt qu'à un endroit représentatif du transect.

## Estimation de la superficie d'habitat propice

Les données récoltées lors des caractérisations globales et fines de l'habitat a permis de déterminer si les transects échantillonnés présentaient les caractéristiques biophysiques de l'habitat essentiel du dard de sable tel que détaillé dans le programme de rétablissement de ce dernier (Pêches et Océans Canada, 2014). Selon la *Loi sur les espèces en péril*, l'habitat essentiel est « nécessaire à la survie ou au rétablissement d'une espèce sauvage inscrite, qui est désignée comme telle dans un programme de rétablissement ou un plan d'action élaboré à l'égard de l'espèce ».

Selon le programme de rétablissement, toutes les fonctions importantes du cycle de vie du dard de sable se déroulent dans un seul habitat caractéristique, soit un banc de sable, une berge ou un haut-fond en milieu lotique présentant les caractéristiques biophysiques suivantes :

- une vitesse d'écoulement généralement très faible à modérée favorisant un dépôt de sable dans le fond du cours d'eau et limitant les dépôts de fines particules de limon ou d'argile;
- une profondeur moyenne inférieure à 2 m;
- un substrat dominé par le sable avec ou sans gravier;
- un recouvrement par la végétation aquatique nul ou faible et épars;
- une turbidité généralement faible.

L'estimation de la superficie d'habitat propice visait également à déterminer si les habitats identifiés dans la rivière du Loup pouvaient être désignés comme « essentiels » lors d'une prochaine mise à jour du programme de rétablissement du dard de sable. Comme les inventaires étaient de type qualitatif, aucune estimation de l'abondance n'a été réalisée à partir de l'indice de capture par unité d'effort.





---

# Résultats des inventaires et de la caractérisation d'habitats potentiels

## Occurrences historiques

L'analyse des données historiques d'inventaires de dards de sable fournies par le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec et Pêches et Océans Canada n'indique aucune occurrence de dards de sable dans la rivière du Loup avant 2012 (CDPNQ, 2017; Pêches et Océans Canada, 2018) (Figure 2). Ces données ne doivent cependant pas être interprétées comme une absence de l'espèce dans la rivière historiquement. Il est toutefois important de souligner que des occurrences historiques (1944, 1972 et 1973) se trouvent dans la Petite rivière Yamachiche et l'embouchure de la rivière Yamachiche, deux rivières situées à proximité et ayant un point de confluence commun, soit le lac Saint-Pierre.

## Occurrences récentes

L'analyse des données récentes d'inventaires de dards de sable fournit par les organismes cités plus haut et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs indique plusieurs occurrences de dards de sable entre 2013 et 2018 dans la rivière du Loup (Figure 2). En 2013, 3 individus ont été capturés à l'aide d'une seine dans un grand banc de sable situé en aval de la route du Pont Masson à Yamachiche, dans l'élargissement de la rivière du Loup. En 2014, 89 individus ont été capturés à la seine dans ce même site (Côté, 2015). En 2017, quatre individus ont été capturés à la seine à bâtons sur trois transects (sur un total de 10) s'étalant sur un tronçon de 13 km en amont de la route du Pont Masson, dans des rives sableuses et argileuses, à la hauteur de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère. En 2018, des inventaires ont été réalisés à l'aide d'une seine à bâtons sur un tronçon supplémentaire de près de 16 km jusqu'au nord de la municipalité de Saint-Paulin par l'équipe de l'OBVRLY et du MFFP. Aucun dard de sable n'a été capturé dans le cadre de ces inventaires dans les 5 transects échantillonnés. Toutefois, il est important de souligner que des individus de dards de sable ont été capturés à la hauteur de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère dans le cadre d'un inventaire réalisé par le MFFP ciblant une espèce différente de poissons à l'aide d'une grande seine. Au moment d'écrire ces lignes, ces données d'inventaire n'ont pas encore été traitées.



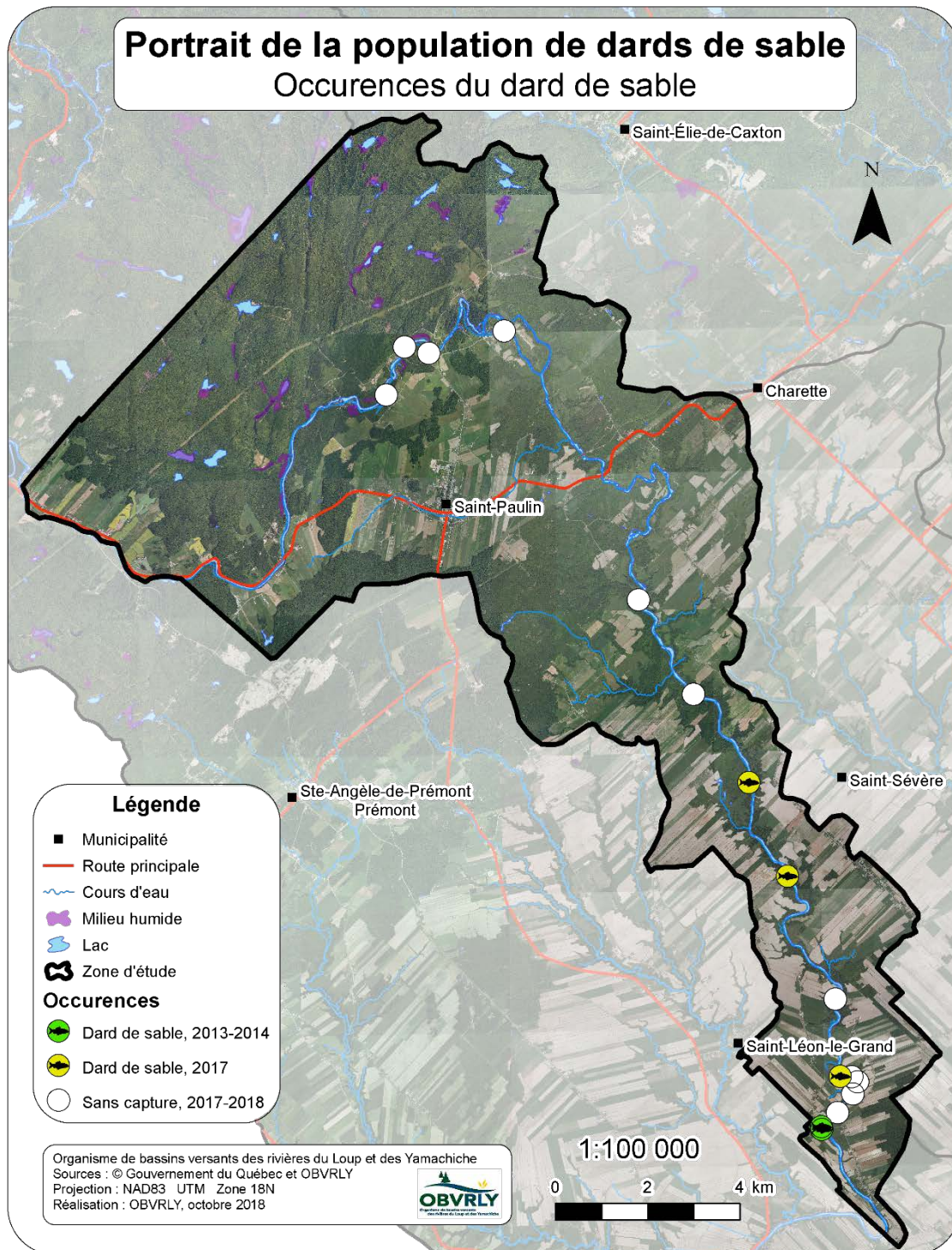


Figure 2. Occurrences historiques et récentes de dards de sable dans la rivière du Loup. Les stations échantillonnées en 2017 et 2018 présentant une absence de dard de sable sont également montrées.



## Présence d'habitats propices dans les tronçons présentant des occurrences de dard de sable

Selon l'analyse des données d'inventaire, la superficie totale d'habitat propice avec occurrence de dards de sable dans la rivière du Loup est estimée à 2 060 m<sup>2</sup> (Tableau 2). Il est important de noter ici que les occurrences datant de 2013 et moins ne présentaient pas de données quant à la qualité de l'habitat échantillonné. De façon générale, la rivière du Loup montre peu d'habitats propices dans le tronçon situé entre les municipalités de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère (Figure 3).

L'étude réalisée en 2014 a permis d'évaluer la présence d'habitats propices sur une distance de 18 km à partir de l'embouchure de la rivière du Loup jusqu'à la hauteur de la route du Pont Masson à Yamachiche. Seulement un habitat propice a été observé, d'une superficie de 1 700 m<sup>2</sup> (Tableau 2) (Figure 4). Cet habitat présentait toutes les caractéristiques d'un habitat propice : substrat composé principalement de sable et moyennement colmaté par des particules fines; vitesse d'écoulement généralement faible; eau trouble, mais non opaque; végétation aquatique absente; profondeur d'eau de moins de 2 m (Côté, 2015). Aucun autre habitat propice, avec ou sans mention de dards de sable, n'a été observé entre cette occurrence et l'embouchure de la rivière du Loup, la rivière présentant peu de bancs de sable, des profondeurs d'eau supérieures à 2 mètres, des rives composées principalement d'argiles et des berges fortement escarpées.

Tableau 2. Récapitulatif des résultats d'inventaire et de la caractérisation des habitats du dard de sable dans la rivière du Loup.

Année	Distance couverte (km)	No de station d'origine	Superficie échantillonnée (m <sup>2</sup> )	Présence de dard de sable	Habitat propice (m <sup>2</sup> )
2014	18,7	Seg2_St1	60	Oui	1 700
2017	13,0	5	20	Oui	360
		7	8	Oui	0
		8	20	Oui	0
2018	15,8	LOUP-AMPE-02	70	Non	250
		LOUP-AMPE-14	145	Non	3 300
		LOUP-AMPE-17	25	Non	350
		LOUP-AMPE-18	108	Non	300
		LOUP-AMPE-19	176	Non	180
Total					6 440
Total avec mention de dards de sable					<b>2 060</b>



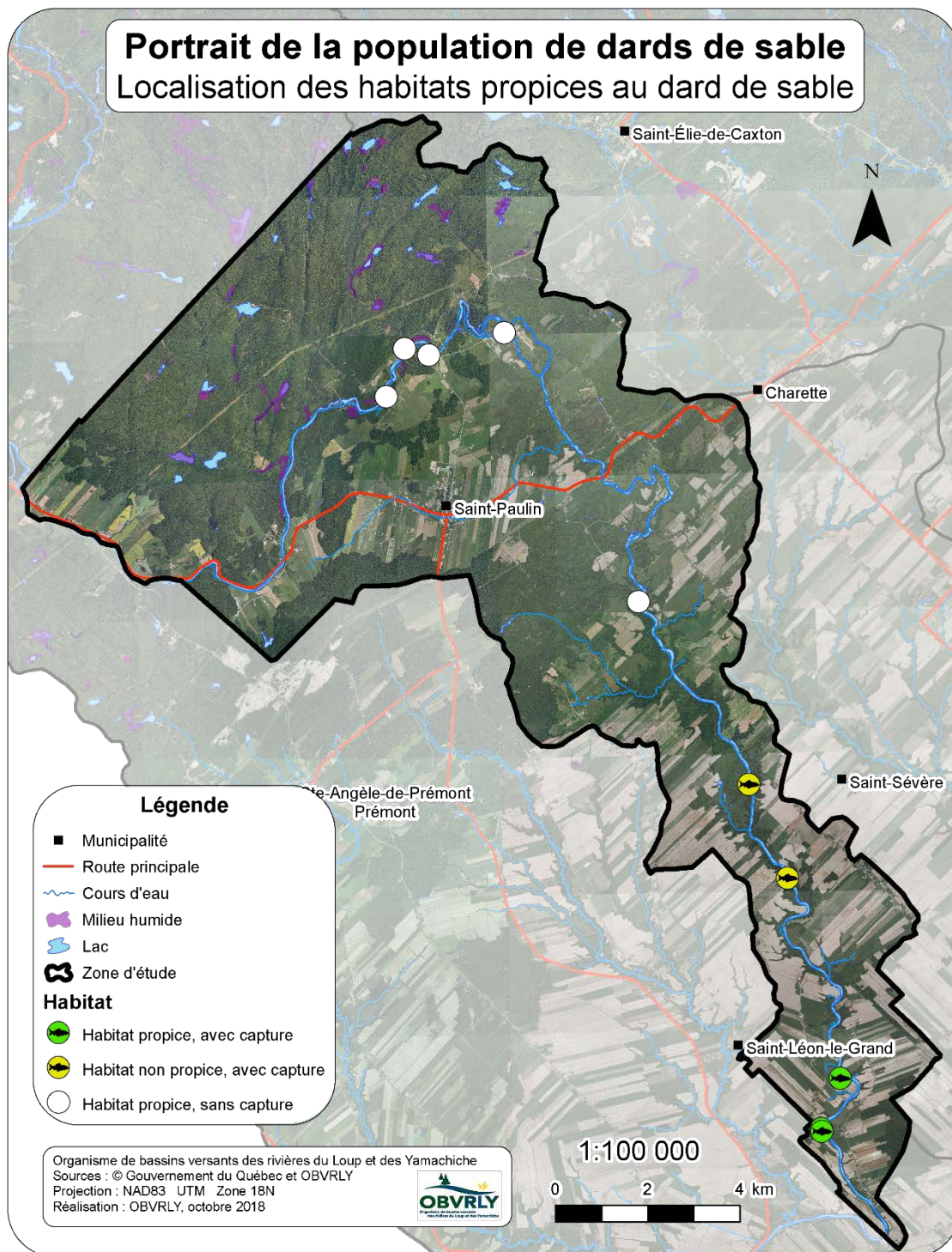


Figure 3. Répartition des habitats propices dans la rivière du Loup.



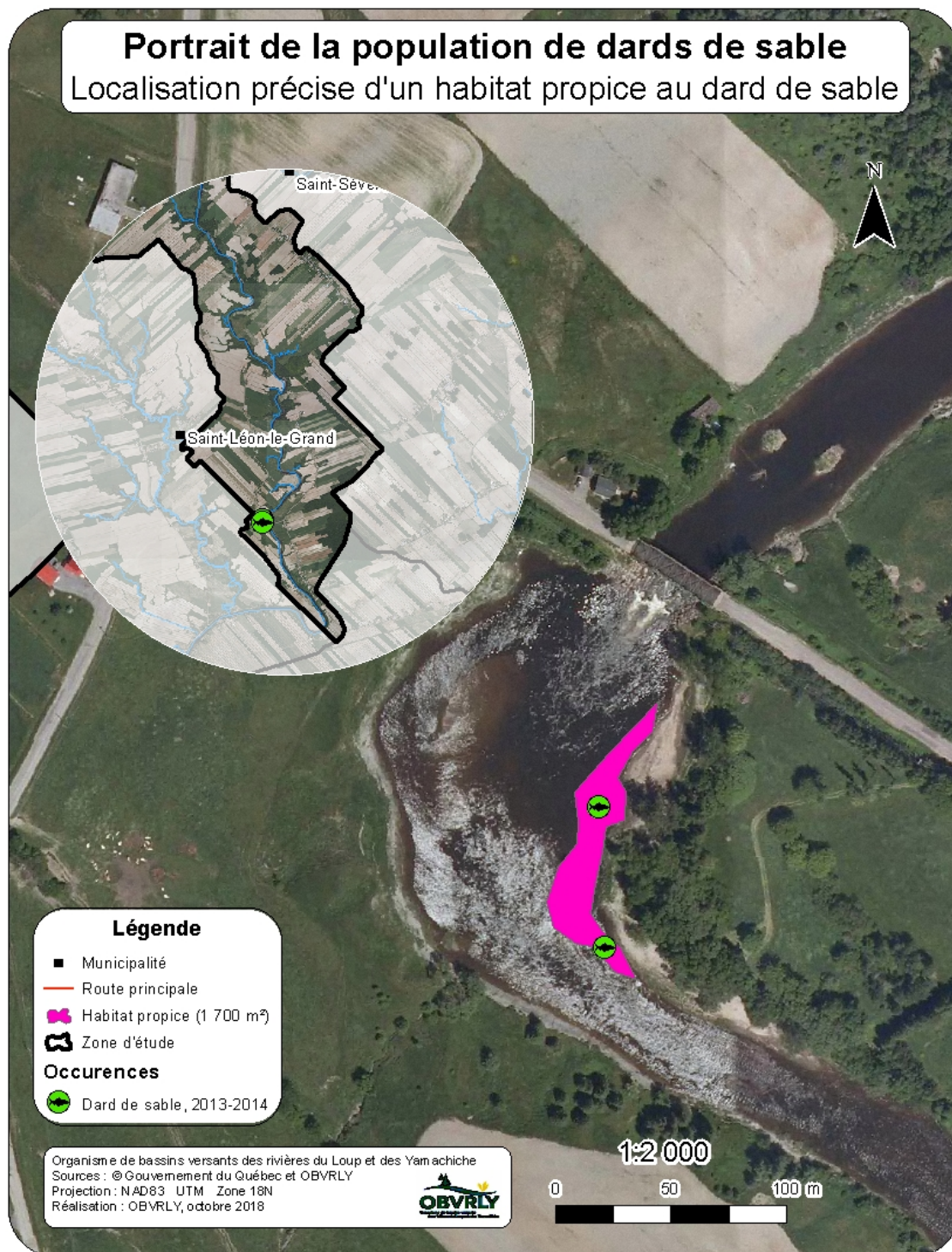


Figure 4. Délimitation de l'habitat propice aux dards de sable situé en aval du pont Masson, au sud des municipalités de Saint-Sévère et Saint-Léon-le-Grand.



En 2017, des individus ont été capturés à trois sites différents en amont de la route du Pont Masson (Tableau 2, Figure 2). Les données de caractérisation indiquent que seulement un habitat (Station no 5) présentait les caractéristiques propices au dard de sable sur tout le tronçon de 13 km : un substrat composé à 75 % de sable et 25 % d'argile; vitesse d'écoulement généralement faible; profondeur d'eau de moins d'un mètre; absence de végétation aquatique ou de débris organique (Figures 5 et 7). Les deux autres sites où ont été capturés des dards de sable présentaient des caractéristiques non propices : substrat principalement composé d'argile et présence de débris organique (Figure 6 et Figure 7).



Figure 5. Éléments caractérisant la station no 5 avec habitat propice au dard de sable : a) un individu capturé, b) aspect général de l'habitat, c) texture du substrat retrouvé dans la station.

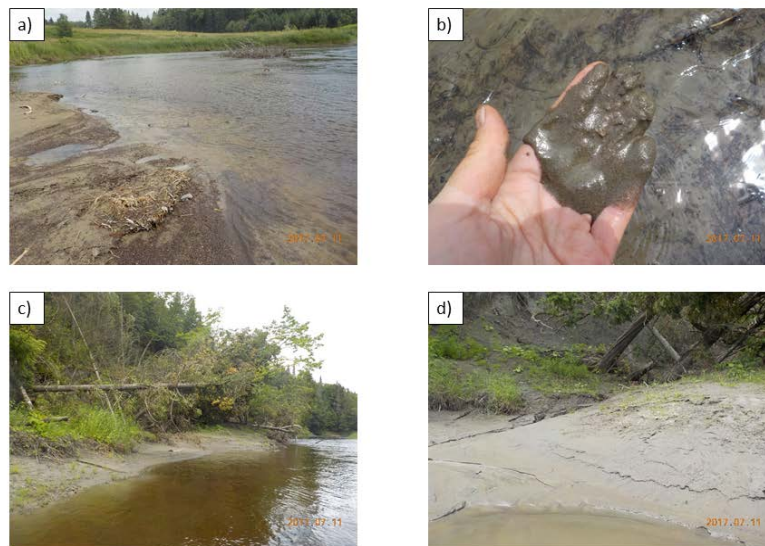


Figure 6. Éléments caractérisant l'habitat jugé non propice des stations 7 et 8 : a) aspect général de la station 7, b) texture du substrat retrouvé dans la station 7, c) aspect général de la station 8, d) substrat argileux retrouvé dans la station 8.



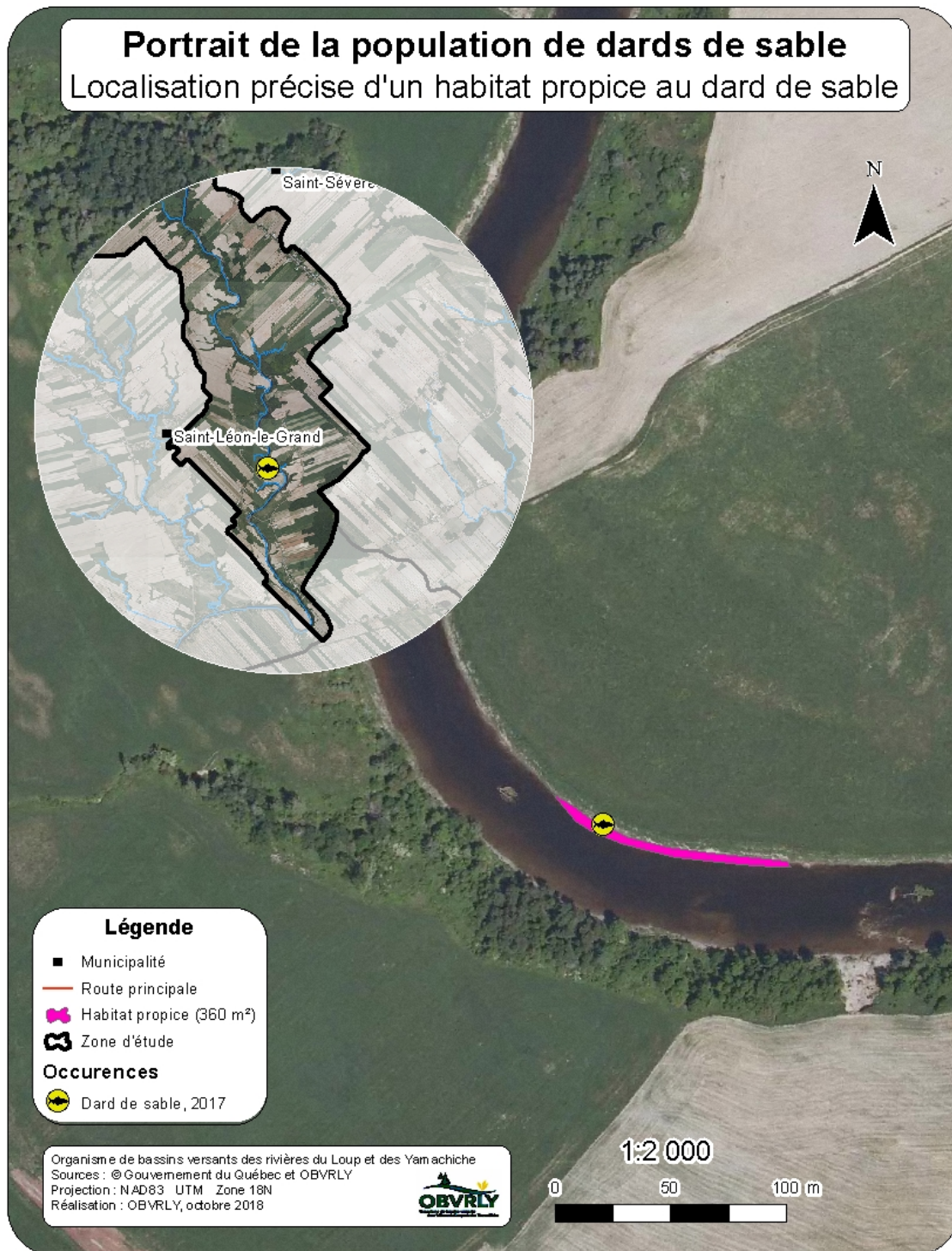


Figure 7. Délimitation de l'habitat propice situé en amont du pont Masson, sur le tronçon de la rivière du Loup entre les municipalités de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère.



## Présence d'habitats propices en amont des occurrences de dards de sable

En 2018, bien qu'aucun individu n'ait été capturé, quatre sites présentaient un habitat propice sur un tronçon de 15,8 km (Tableau 2) (Figure 3). Ces sites présentaient un substrat composé principalement de sable, une faible vitesse d'écoulement de l'eau, une faible turbidité et un faible recouvrement par les plantes aquatiques. À noter également que tous les paramètres physicochimiques mesurés montraient des valeurs permettant la présence du dard de sable (ex. concentrations d'oxygène dissous à plus de 10 mg/L, pH neutre, eau non turbide).

Parmi ces sites, un seul (LOUP-AMPE-02) se trouve dans les basses terres du Saint-Laurent, au sud de la municipalité de Saint-Paulin et donc en aval des chutes infranchissables de Saint-Paulin (Figure 9). Il se situe également à environ 5 km en amont de la dernière occurrence de dard de sable. Ce site correspond à un banc de sable submergé situé derrière un îlot (Figure 8a). Le substrat est composé de sable moyennement colmaté de limon (Figure 8b). La végétation aquatique est représentée par le potamogeton (*Potamogeton sp.*) et recouvre 15 %. Au moment de la caractérisation, la profondeur d'eau moyenne était de 34 cm et la vitesse d'écoulement était de 0,06 m/s. À cet endroit, la plaine d'inondation de la rivière s'élargit et une partie du banc de sable se trouve à l'embouchure d'un petit tributaire aux rives fortement érodées. Cet habitat propice se trouve toutefois à 150 m d'un obstacle naturel à la libre circulation du poisson, soit un enrochement sur parement incliné d'une hauteur variant de 50 à 200 cm selon les conditions hydrauliques en vigueur (données internes).

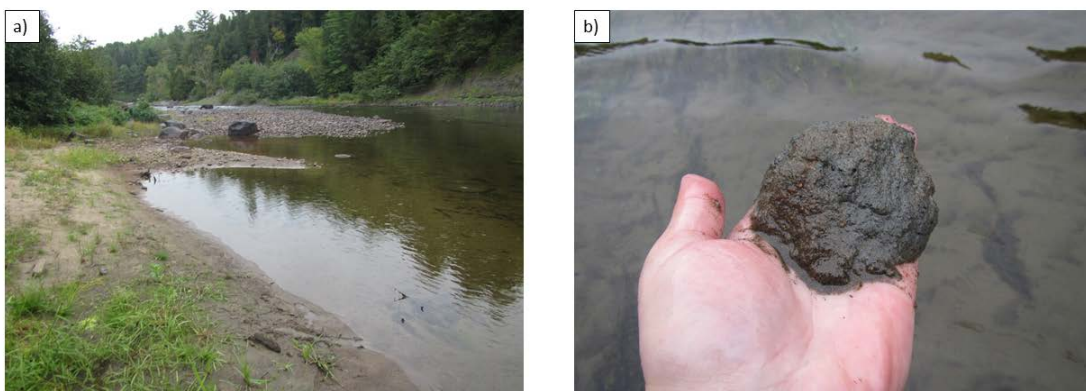


Figure 8. Éléments caractérisant la station LOUP-AMPE-02 avec habitat propice, mais sans capture de dard de sable: a) l'aspect général de l'habitat, b) texture du substrat observé dans l'habitat.





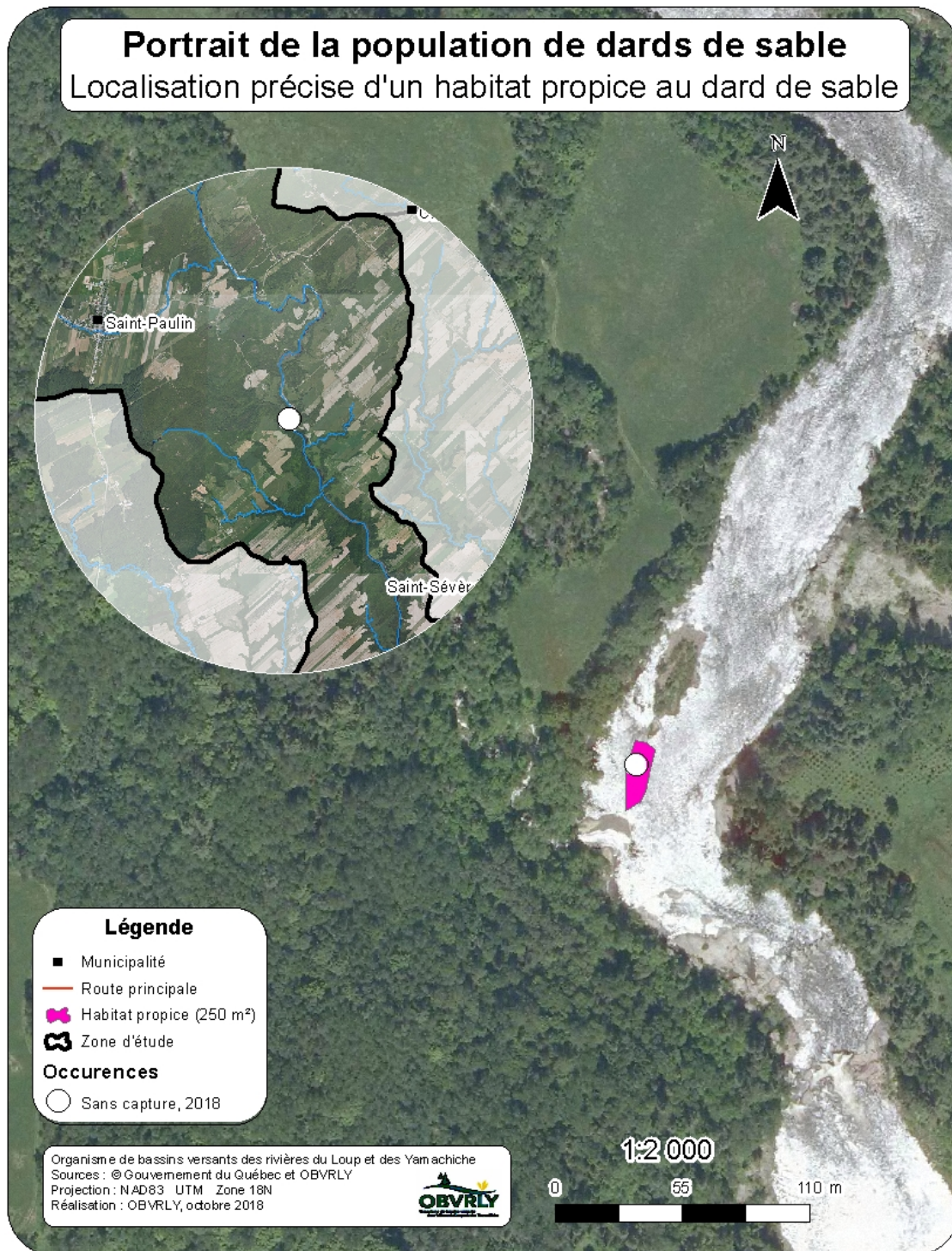


Figure 9. Délimitation de l'habitat propice situé en amont du pont Masson, sur le tronçon de la rivière du Loup entre les municipalités de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère.



Les quatre autres sites propices se trouvent dans le Bouclier canadien, plus spécifiquement dans la municipalité de Saint-Paulin et en amont d'une chute verticale infranchissable d'une hauteur de 40 mètres (Figure 3). Un de ces sites (LOUP-AMPE-14) se trouve au nord de la municipalité tout juste en aval d'une série de rapides. Il s'agit d'un banc de sable submergé d'une grande superficie présentant un substrat composé d'un mélange de sable et de gravier et un recouvrement de 5 % de végétation aquatique (vallisnérie d'Amérique, potamot nain) (Figure 10a). De grandes quantités de morceaux de bois provenant de vieux moulins à scie y sont aussi observées. Ce banc de sable est utilisé à des fins de loisirs puisqu'il se situe à l'intérieur des propriétés riveraines de l'Auberge Le Baluchon et on y observe la présence de quais de mise à l'eau. Le deuxième site (LOUP-AMPE-17) se trouve tout juste en aval d'un barrage et correspond à un banc de sable submergé et présentant un recouvrement de 10 % de végétation aquatique (*Najas flexilis*) (Figure 10b). Le troisième site (LOUP-AMPE-18) est un banc de sable situé à l'exutoire d'un marais riverain présentant un substrat composé principalement de sable moyennement colmaté de limon et un recouvrement de 15 % de végétation aquatique (*Sparganium fluctuans* et *Brasenia schreberi*) (Figure 10c). Le quatrième site (LOUP-AMPE-19) est un banc de sable riverain présentant un substrat composé seulement de sable et caractérisé par l'absence de végétation aquatique (Figure 10d).

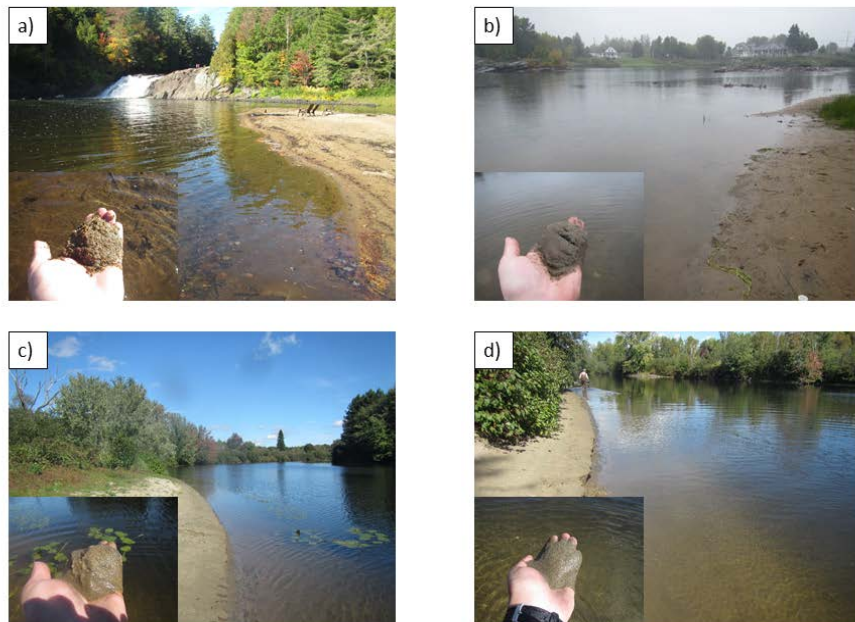


Figure 10. Aspect général des stations dont l'habitat est jugé propice, mais sans capture de dard de sable: a) AMPE-LOUP-14, b) LOUP-AMPE-17, c) LOUP-AMPE-18, d) LOUP-AMPE-19. La texture du substrat retrouvé dans ces stations se trouve en médaillon.



---

# Menaces potentielles à la viabilité de la population de dards de sable de la rivière du Loup

## Portrait sommaire de la zone d'étude

La zone d'étude correspond au bassin versant de la rivière du Loup débutant à environ 1 km au sud de la localisation la plus en aval de l'occurrence récente du dard de sable, soit au sud des municipalités de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère, jusqu'à la limite entre les municipalités de Saint-Paulin et Saint-Alexis-des-Monts (Figure 1 de la section *Zone d'étude*). Ce bassin versant est occupé à plus de 45 % par des surfaces déboisées ou agricoles alors que les surfaces boisées occupent 49 % de la zone (Tableau 3) (Figure 11). Un peu plus de 38 % de la superficie est en culture, dont 18,2 % en cultures à grands interlignes (maïs et soya) (Figure 12). On dénombre environ 851 résidences dans la zone d'étude pour une densité de 7,8 habitants/km<sup>2</sup>. La population se concentre principalement dans la municipalité de Saint-Paulin (Figure 13). Le réseau hydrographique est essentiellement composé du tronçon principal et de petits tributaires dans la section des basses terres du Saint-Laurent et du bassin versant de la rivière Saint-Louis en amont (Figure 14). En ce qui a trait au secteur aval de la rivière du Loup, plus de 17 km de bandes riveraines sont considérés comme étant de mauvaise qualité tel que le montre l'Indice de qualité de la bande riveraine (Tableau 3).

Tableau 3. Tableau sommaire du bassin versant de la zone d'étude.

Superficie totale de la zone ciblée	151,7 km <sup>2</sup>	100,0 %
Superficie boisée	75,6 km <sup>2</sup>	49,8 %
Superficie déboisée	69,0 km <sup>2</sup>	45,5 %
Superficie urbanisée	2,4 km <sup>2</sup>	1,6 %
Superficie de milieux humides	6,1 km <sup>2</sup>	4,0 %
Densité d'habitants	7,8 habitants/km <sup>2</sup>	
Nombre de résidences	851	
Nombre d'entreprises agricoles	61	
Superficie en cultures	48,5 km <sup>2</sup>	32,0 %
Superficie en cultures de maïs et de soya	21,5 km <sup>2</sup>	14,2 %
Superficie en érosion dans les basses terres	2,7 km <sup>2</sup>	1,8 %
Superficie en zone de mouvement de terrain	10,1 km <sup>2</sup>	
Indice de qualité de la bande riveraine (IQBR) classes c, d, e (secteur aval)	17,5 km	35,5 %



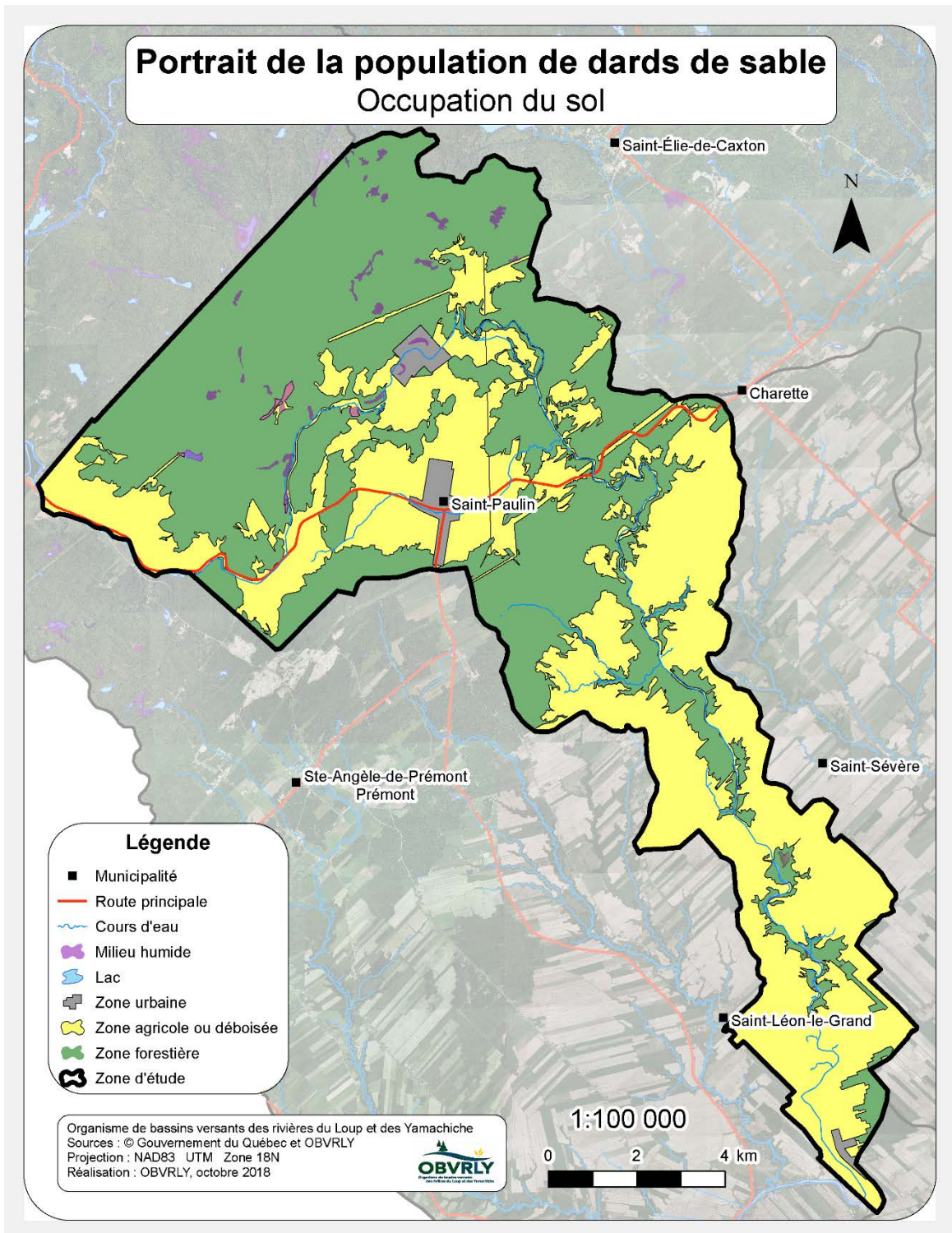


Figure 11. Occupation du sol sur le bassin versant de la zone d'étude.



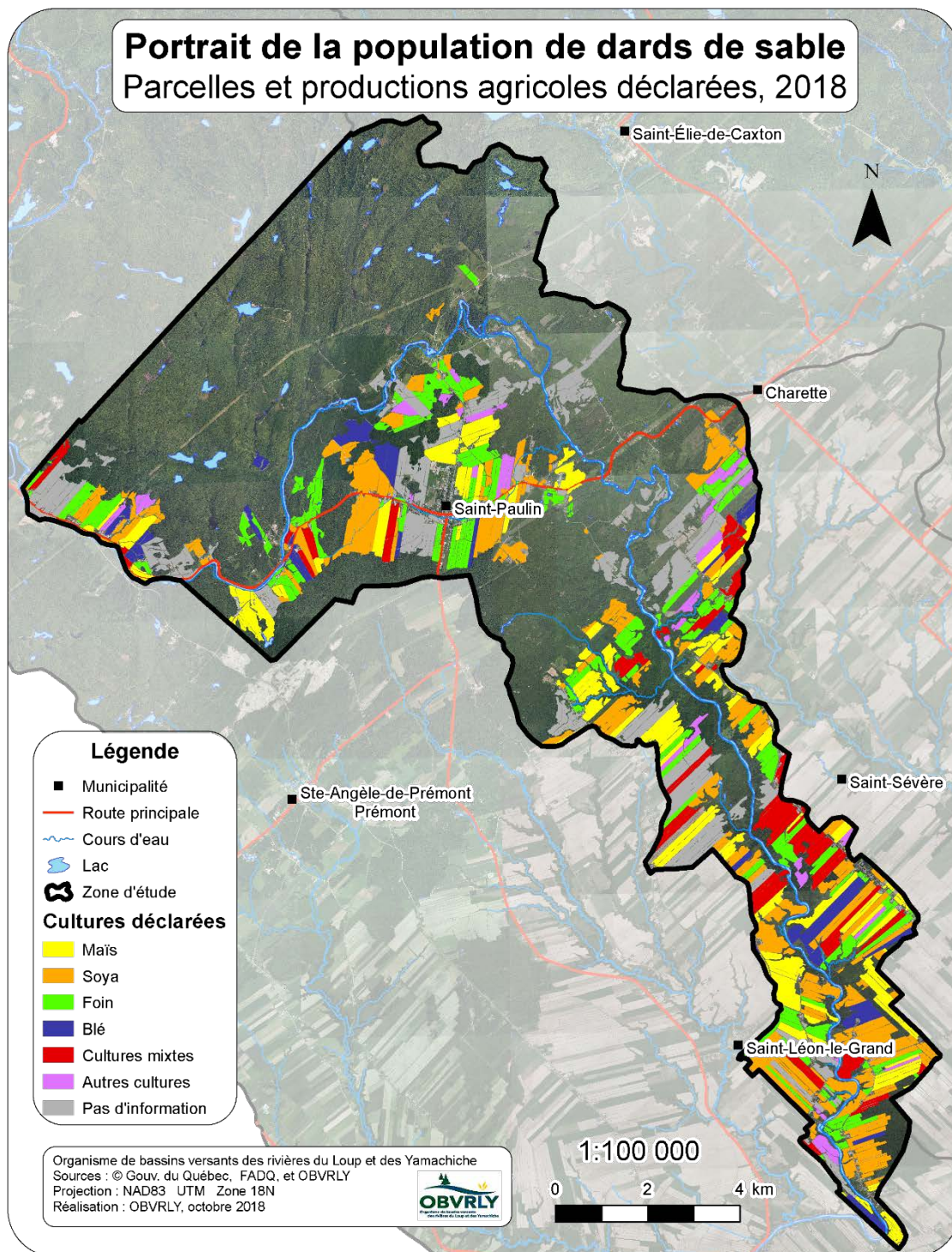


Figure 12. Cultures déclarées en 2018 dans la zone d'étude. Source : BDPPAD, Financière agricole du Québec, 2018.



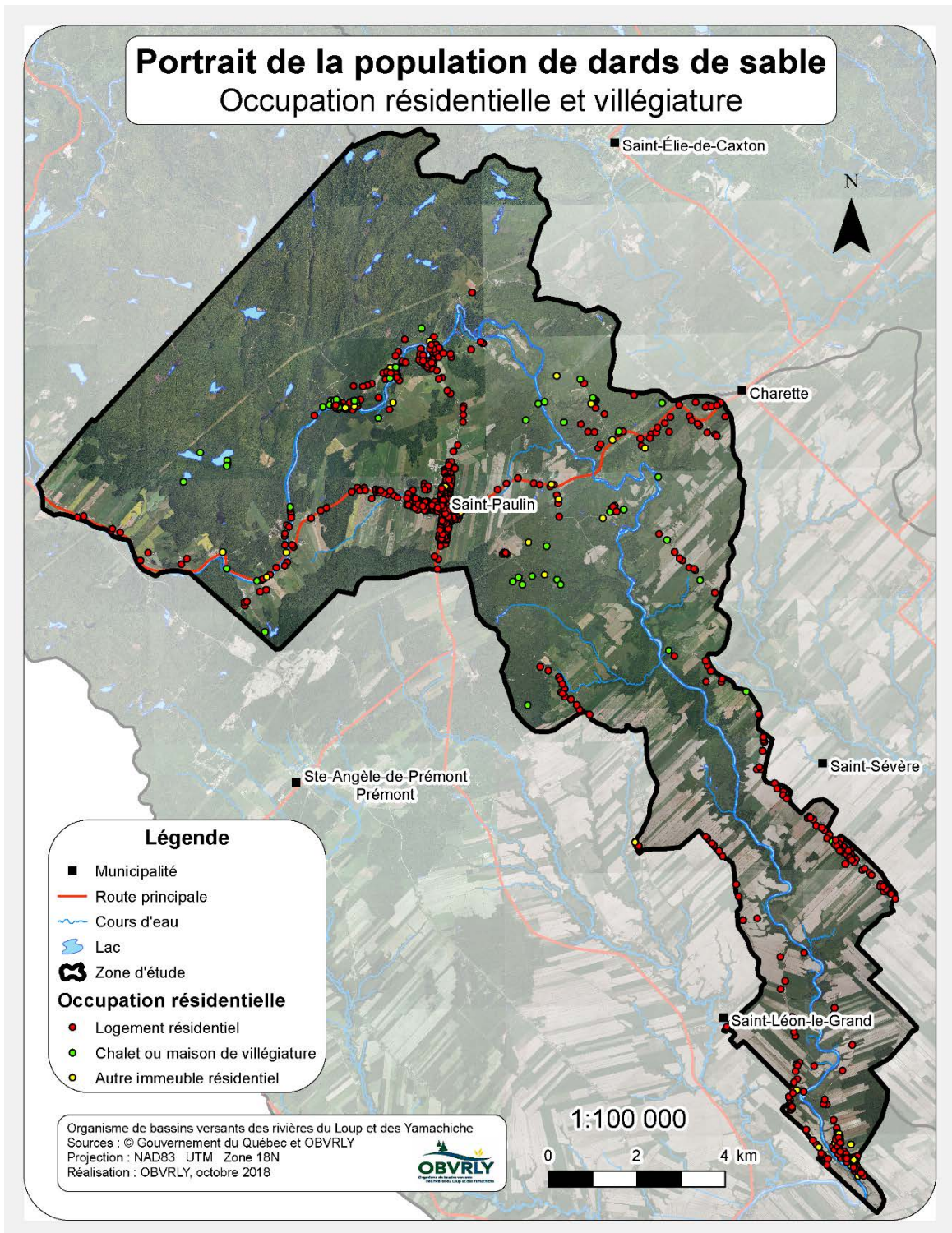


Figure 13. Répartition de la population dans la zone d'étude.



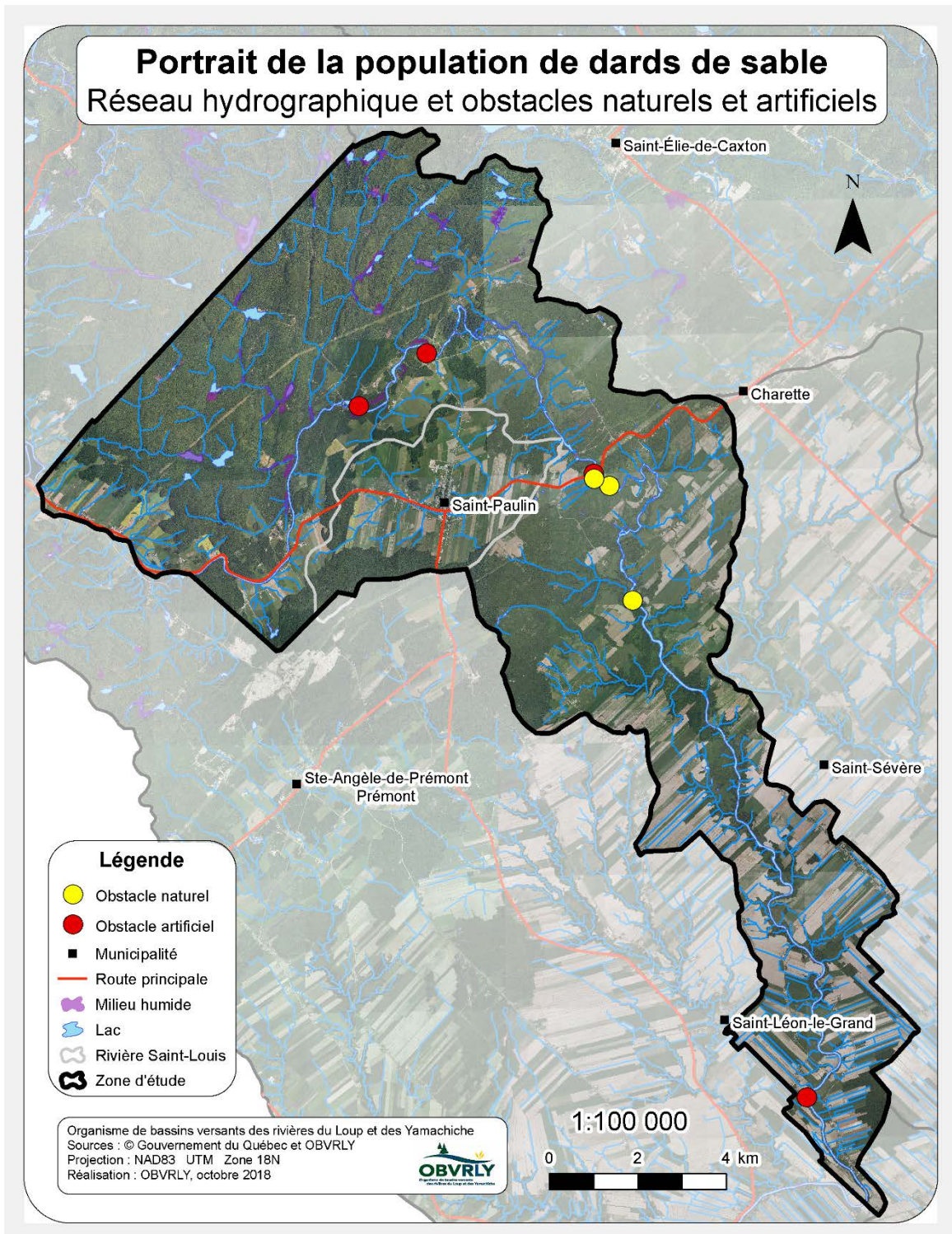


Figure 14. Réseau hydrographique et présence d'obstacles naturels et anthropiques sur le tronçon de la rivière du Loup de la zone d'étude.



## Description des menaces

L'énumération des menaces est basée sur celles identifiées dans les programmes provincial et fédéral du rétablissement du dard de sable (Équipe de rétablissement des cyprinidés et des petits percidés du Québec, 2008; Pêches et Océans Canada, 2014). Cette section décrit sommairement les menaces dans la zone d'étude en se concentrant sur celles pouvant mener à la dégradation ou à la perte de l'habitat et à la pollution de l'eau.

### ***Augmentation de l'apport en sédiments et de l'envasement des cours d'eau***

L'érosion est un phénomène selon lequel des particules ou fragments du sol sont arrachés aux matériaux rocheux sous l'action des agents d'érosion comme l'eau, le vent, les glaciers et l'activité des plantes et des animaux (Gouvernement du Canada, 2016). L'érosion causée par les agents climatiques se produit très lentement alors que l'érosion provenant de sources anthropiques se produit de façon accélérée. Les solides en suspension dans l'eau proviennent de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles et des retombées de matières atmosphériques en suspension (Hébert et Légaré, 2000).

Les apports en sédiments dans la rivière sont plutôt faibles au nord de la zone cible, dans le Bouclier, tel que l'indique le sous-indice des matières en suspension (MES) de l'Indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP<sub>6</sub>) à la hauteur des chutes à Magnan à Saint-Paulin. Cette station affichait une bonne qualité de l'eau avec un sous-indice médian de MES de 94 sur 100 entre 2014 et 2016 ( $n = 18$ ) et de 95 sur 100 entre 2016 et 2017 ( $n = 12$ ) (MELCC, 2017). Les matières en suspension montraient des dépassements de la valeur repère (13 mg/l) pour 13 % des échantillons entre 2014 et 2016 ( $n = 24$ ) et 7 % des échantillons entre 2016 et 2017 ( $n = 15$ ). À cette hauteur, l'occupation forestière est l'occupation principale du sol. Les apports en particules provenant du bassin versant agricole de la rivière Saint-Louis sont susceptibles d'être compensés par l'effet de dilution des masses d'eau provenant de l'amont du bassin versant de la rivière du Loup. En 2018, une station située au nord de la municipalité de Saint-Sévère affichait un sous-indice médian de MES de 92 sur 100 ( $n = 8$ ) et aucun échantillon ne dépassait la valeur repère de 13 mg/l. À cette hauteur, la zone forestière est encore bien présente, mais les terres cultivées commencent à gagner en importance.

Dans la section sud de la zone ciblée, les apports en MES sont plus élevés. Une station située au sud des municipalités de Saint-Léon-le-Grand et de Saint-Sévère (soit à environ 150 m d'un habitat propice au dard de sable) affichait un sous-indice médian en MES de 76 sur 100 en 2018 ( $n = 8$ ) et seulement un échantillon dépassait la valeur repère de 13 mg/l (MELCC, 2018). À cette hauteur, le bassin versant contributaire est principalement occupé par les activités agricoles alors que les surfaces forestières sont





limitées aux zones riveraines du tronçon principal et de quelques cours d'eau d'importance (Figure 11).

Cette augmentation des concentrations en MES est causée par la sensibilité accrue des sols à l'érosion (érodabilité) et à une forte concentration d'activités agricoles (OBVRLY, 2014). Cette zone est constituée de sols argileux sensibles dont la majorité se situe dans les basses terres du Saint-Laurent. Les cours d'eau situés dans ces plaines argileuses sont fortement encaissés et ont formé de profondes coulées qui s'érodent. La nature du sol et les fortes pentes expliquent les nombreuses zones à risque de mouvement de terrain (Figure 15). Le couvert végétal ou la présence de résidus au sol protègent normalement le sol de l'impact des gouttes de pluie et réduisent la vitesse d'écoulement de l'eau à la surface (MAAARO, 2015). Les sols des cultures à grands interlignes comme le maïs et le soya présentent des risques élevés d'érosion entre les rangs puisque ceux-ci sont généralement laissés à nu. Les sols laissés à nu l'hiver et au début du printemps présentent des risques accrus d'érosion hydrique à cause du ruissellement provenant de la fonte de la neige. Les pratiques culturales conventionnelles contribuent également à l'érosion du sol puisqu'elles sont susceptibles d'appauvrir le sol en matière organique, d'affecter la structure du sol et d'augmenter sa compaction (MAAARO, 2015).

L'infiltration de l'eau dans un sol compacté est fortement réduite, ce qui augmente le ruissellement de surface. Le travail du sol dans le sens de la pente favorise également l'érosion hydrique en créant des voies d'écoulement préférentiel à l'écoulement de l'eau. De plus, une grande proportion de segments de la rivière du Loup montre une bande riveraine de faible qualité (Figure 16). Au sud de la route 349, environ 17 km de bandes riveraines sont considérés de faible qualité et les cultures s'étendent parfois jusqu'au sommet du talus (OBVRLY, 2016). Cette absence de végétation est susceptible d'augmenter les risques de décrochements de talus le long de la rivière du Loup.

Le processus d'érosion hydrique dans les berges est également accru lorsque les débits de pointe augmentent dans les cours d'eau. L'augmentation du drainage souterrain des terres agricoles, l'imperméabilisation des surfaces, la mauvaise gestion de l'eau de pluie et le drainage routier apporteront plus rapidement aux cours d'eau les eaux provenant des précipitations. D'autres facteurs peuvent expliquer les apports de matières en suspension dans l'eau. Par exemple, la mauvaise gestion des fossés routiers et des agrégats sur les chantiers.

L'apport excessif de sédiments dans la rivière du Loup est susceptible de contribuer à l'envasement du substrat sableux normalement requis au dard de sable et d'affecter son comportement fouisseur (Pêches et Océans Canada, 2014). L'envasement des fonds sablonneux diminue également la concentration d'oxygène dissous dans le substrat en plus de réduire les surfaces disponibles pour la fraie. Les habitats propices identifiés, dont le banc de sable de plus de 1 700 m<sup>2</sup>, se trouvent dans le secteur aval, là où les processus érosifs sont élevés.



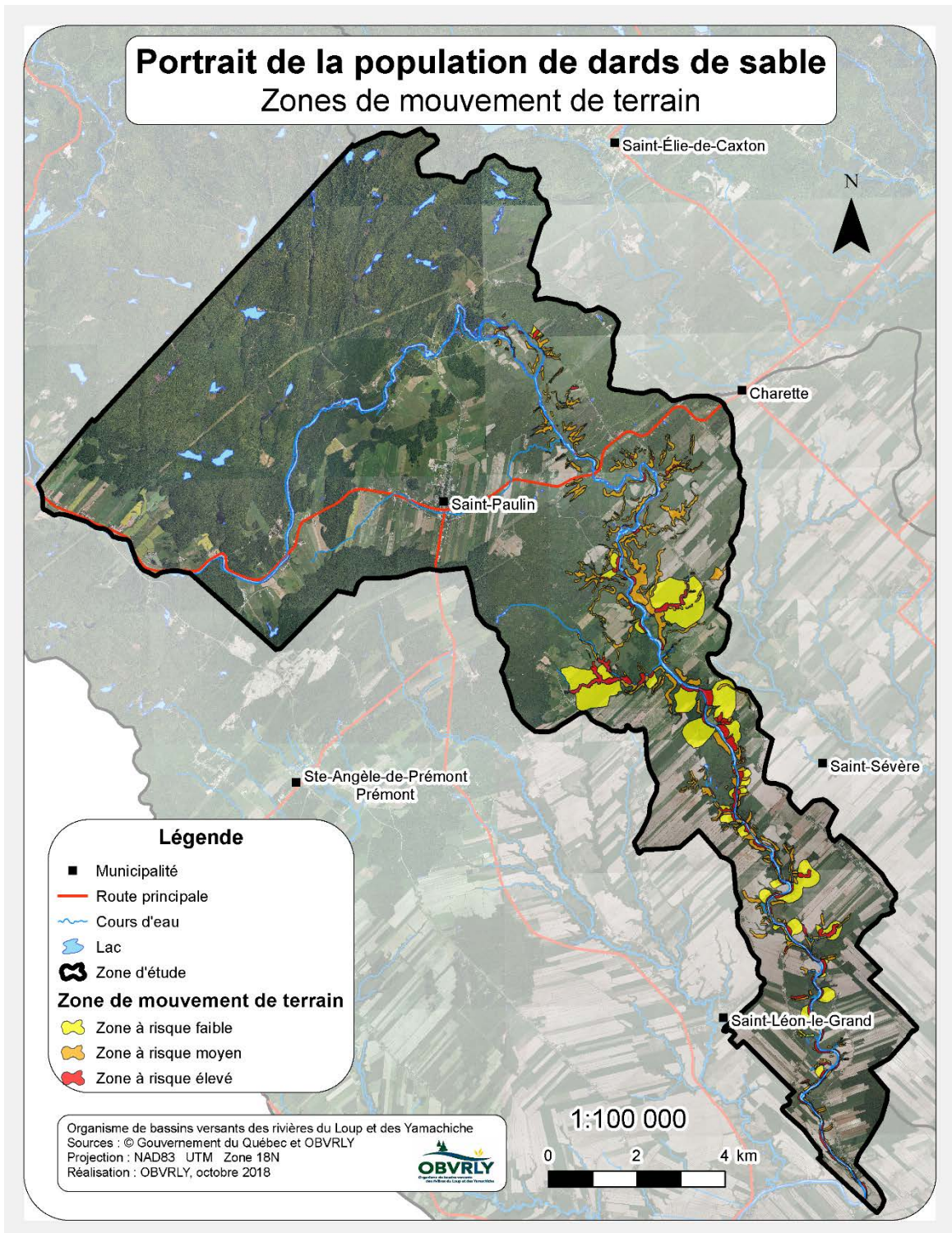


Figure 15. Zones à risque de mouvement de terrain dans la zone d'étude.



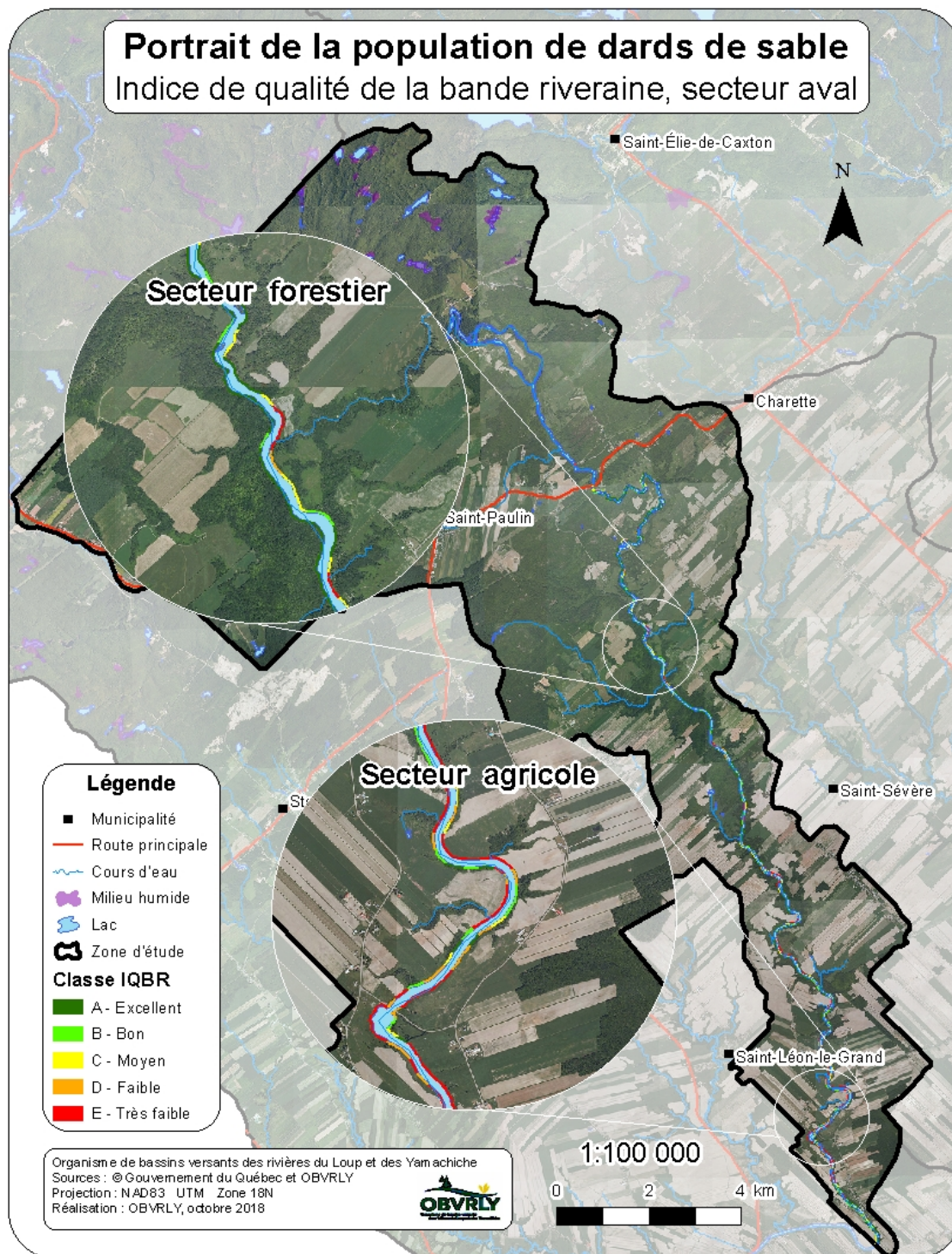


Figure 16. Indice de qualité de la bande riveraine (IQBR) de la rivière du Loup dans la zone ciblée et au sud de la route 349 à Saint-Paulin. Cet indice est issu d'une analyse par photo-interprétation datant de 2008 (OBVRLY, 2016).



## ***Altération du régime hydraulique***

L'altération du régime d'écoulement des eaux provient principalement des changements apportés à l'occupation du territoire. Au nord, la couverture forestière et la présence de résidus au sol favorisent l'infiltration de l'eau dans le sol et réduisent les écoulements de surface. La zone urbaine représente moins de 2 % du territoire, mais la présence de surfaces imperméabilisées peut contribuer à des apports supplémentaires d'eau de surface. Tel qu'indiqué dans la section portant sur l'apport de sédiments, la couverture végétale inadéquate et le travail conventionnel du sol en milieu agricole sont susceptibles de contribuer à l'écoulement de l'eau en surface. Le redressement de cours d'eau, la création de fossés de drainage, la mise en place de réseaux de drainage souterrain et le remblayage de cours d'eau contribuent également à l'augmentation des débits de pointe lors d'événements de pluie et de la crue printanière. Le bassin versant de la rivière Saint-Louis à Saint-Paulin est donc susceptible de contribuer davantage aux apports en eau au nord de la zone.

Dans la portion aval de la zone, les superficies des terres cultivées augmentent alors que la couverture forestière diminue. Cette baisse de couverture végétale théorique favorise les écoulements d'eau à la surface du sol. Le réseau hydrographique montre un nombre plus important de cours d'eau redressés dans les basses terres du Saint-Laurent (Figure 14), contribuant davantage aux apports hydriques.

Comme les processus hydrologiques et les processus érosifs sont intimement liés, cette altération est susceptible de contribuer à la dégradation de la qualité des habitats propices du dard de sable et au maintien des bancs de sable (Pêches et Océans Canada, 2014). Les habitats propices identifiés dans la rivière du Loup se trouvent en aval et sont susceptibles d'être altérés par l'effet cumulatif des apports hydriques provenant de l'amont et des apports latéraux des milieux agricoles.

## ***Présence excessive de nutriments***

Le dard de sable est une espèce considérée intolérante à la pollution (Barbour et coll., 1999) et peut être grandement affecté par les contaminants et l'excès de nutriments d'origine urbaine, industrielle et agricole. Les nutriments reconnus pour affecter le dard de sable sont le phosphore et l'azote. Lorsque le phosphore se retrouve en trop grande concentration dans l'eau, il provoque la croissance excessive de plantes aquatiques et d'algues. Les organismes aquatiques soumis à des concentrations élevées d'azote peuvent subir des effets néfastes. Par exemple, la faune aquatique soumise à une exposition chronique de nitrites peut développer une méthémoglobinémie (Hébert et Légaré, 2000).

Dans les eaux de surface, le phosphore se retrouve principalement sous la forme de phosphates. Il est dissous ou associé à des particules. Les nitrites et les nitrates sont des ions (groupe d'atomes qui diffèrent en nombre d'électrons) d'azote provenant de la



nitrification de l'ammonium, un processus impliquant des réactions chimiques par les bactéries présentes dans l'eau et le sol (INSPQ, 2016). L'ion nitrate est la principale forme d'azote inorganique trouvée dans l'environnement aquatique alors qu'on retrouve peu d'ions nitrite (Hébert et Légaré, 2000). La fraction d'azote non utilisée par les plantes est emportée par l'eau de ruissellement ou de drainage et se retrouve dans les cours d'eau agricoles. La concentration de nitrites dans l'eau est également favorisée par la présence de sédiments, où se déroulent la plupart des réactions chimiques. Les éléments de phosphore et d'azote présents dans les eaux de surface des cours d'eau proviennent principalement des effluents municipaux, industriels et des résidences isolées rejetant directement dans l'environnement ainsi que du lessivage et du ruissellement des terres agricoles fertilisées (adapté de Hébert et Légaré, 2000).

Les apports en phosphore dans la rivière sont négligeables au nord de la zone cible, dans le Bouclier, tel que l'indique le sous-indice de phosphore total (PTOT) de l'Indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP<sub>6</sub>) à la hauteur des chutes à Magnan à Saint-Paulin. Cette station affichait une bonne qualité de l'eau avec un sous-indice médian de PTOT de 100 sur 100 entre 2014 et 2016 ( $n = 18$ ) et entre 2016 et 2017 ( $n = 12$ ) (MELCC, 2017). Le phosphore total montrait des dépassements du critère de vie aquatique chronique (CVAC = 0,03 mg/l) pour 13 % des échantillons entre 2014 et 2016 ( $n = 24$ ) et dans 7 % des cas entre 2016 et 2017 ( $n = 15$ ). À cette hauteur, l'occupation forestière est l'occupation principale du sol. Les apports en phosphore provenant du bassin versant de la rivière Saint-Louis sont susceptibles d'être compensés par l'effet de dilution des masses d'eau provenant de l'amont du bassin versant de la rivière du Loup. En 2018, une station située au nord de la municipalité de Saint-Sévère affichait un sous-indice médian de PTOT de 100 sur 100 ( $n = 8$ ) et aucun échantillon ne dépassait le critère de vie aquatique chronique de 0,03 mg/l. Les résultats sont similaires pour les différentes formes d'azote.

Au sud de la zone ciblée, les apports en PTOT sont demeurés faibles pendant la saison estivale de 2018 malgré la présence plus importante d'activités agricoles. Une station située au sud des municipalités de Saint-Léon-le-Grand et de Saint-Sévère (soit à environ 150 m d'un habitat propice au dard de sable) affichait un sous-indice médian en PTOT de 94 sur 100 ( $n = 8$ ) et un échantillon dépassait le critère de vie aquatique chronique de 0,03 mg/l (MELCC, 2018). Les résultats sont similaires pour les différentes formes d'azote.

### ***Présence de pesticides et autres contaminants***

Les pesticides sont des substances destinées à détruire ou repousser des organismes nuisibles ou indésirables (Giroux, 2004). Ils sont classés selon les organismes indésirables qu'ils ciblent : insecticides, herbicides et fongicides. Les insecticides sont utilisés en milieu agricole afin de contrôler les insectes nuisibles au rendement des cultures. En milieu urbain, ils sont utilisés pour contrôler les fourmis, les perce-oreilles et autres insectes nuisibles à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments. Les insecticides de la



famille des néonicotinoïdes sont utilisés à grande échelle pour enrober les semences de maïs et de soya afin de les protéger de certains ravageurs de semis (MELCC, 2018). Dans les cultures de maïs et de soya, ce sont les herbicides, dont le glyphosate, qui sont les plus utilisés au Québec (Giroux, 2015). Les herbicides sont également largement utilisés en milieu urbain afin de contrôler les plantes indésirables sur les terrains résidentiels et commerciaux. Les pesticides, si mal appliqués ou appliqués en volumes excessifs, se retrouvent éventuellement dans les cours d'eau par la dérive aérienne, par ruissellement de surface ou par infiltration dans le sol. Plusieurs facteurs peuvent contribuer à leur transport vers les cours d'eau comme le mode d'épandage ainsi que la fréquence et l'intensité des événements de pluies survenant pendant ou après l'épandage. Les pesticides peuvent avoir différents effets sur la faune aquatique. Les insecticides peuvent notamment perturber les communautés d'invertébrés aquatiques et le succès de reproduction de certaines espèces de poissons (Giroux, 2015).

En 2013, dix pesticides ont été détectés dans la rivière du Loup, dont les herbicides atrazine et glyphosate, ainsi que deux insecticides néonicotinoïdes. Seulement le chlotianidine dépassait le critère de qualité pour la vie aquatique (Giroux, 2015). La station se trouvait au sud de la municipalité de Louiseville à environ 9 km en aval de la présente zone d'étude. Il est possible que les faibles concentrations de pesticides mesurées soient expliquées par le pouvoir de dilution de la rivière du Loup. Comme des activités agricoles sont présentes dans le bassin versant de la rivière Saint-Louis et dans le tronçon aval de la rivière du Loup, il est probable que les concentrations de pesticides problématiques soient retrouvées dans la zone d'étude présentant des habitats propices au dard de sable.

Dans une étude réalisée entre 2008 et 2011, le MELCC a mesuré mensuellement la concentration de 21 métaux dans la rivière du Loup (Duchemin et Hébert, 2014). Les résultats indiquent qu'aucune concentration de métaux ne dépassait les critères pour la protection de la vie aquatique (effet chronique).

### ***Présence d'obstacle au libre passage***

La rivière du Loup présente plusieurs obstacles naturels (enrochements, chutes naturelles) et artificiels (barrages, seuils) dans la zone d'étude (Figure 14). Il est impossible pour le dard de sable de franchir les chutes à Magnan d'une hauteur de plus de 40 mètres. Toutefois, aucune donnée ne permet de déterminer l'effet des autres obstacles sur les déplacements du dard de sable dans la rivière du Loup.



## Zones et menaces prioritaires

Bien que des habitats propices au dard de sable aient été identifiés dans le secteur du Bouclier canadien, dans la municipalité de Saint-Paulin, aucun individu n'y a été capturé. Les problématiques observées sont également différentes de celles identifiées dans le secteur des basses terres du Saint-Laurent. Les effets de l'érosion ne se reflètent pas dans le suivi de la qualité des eaux de surface dans ce secteur plutôt forestier. Toutefois, le bassin versant de la rivière du Loup montre une occupation du sol (zone agricole et urbaine) susceptible d'altérer le régime d'écoulement de l'eau dans la rivière et d'apporter des sédiments et autres nutriments dans la rivière du Loup. Ces apports sont cumulés à mesure que l'on se dirige vers le secteur aval de la rivière du Loup, là où se trouvent des habitats de dards de sable. Cet apport ne doit pas être négligé, mais cette section du rapport se concentrera plutôt sur les perturbations directes du secteur aval de la zone d'étude. Ce secteur sera limité au nord par la transition entre le Bouclier canadien et les basses terres du Saint-Laurent puisque ces deux provinces naturelles sont caractérisées par un type et une occupation du sol différents (Figure 17).

Les menaces prioritaires sont les mêmes que celles identifiées par le programme fédéral de rétablissement du dard de sable au Québec (Tableau 4) (Pêches et Océans Canada, 2014), soit :

- l'augmentation des apports en sédiments et l'envasement des cours d'eau;
- l'altération du régime hydrologique;
- la présence de contaminants.



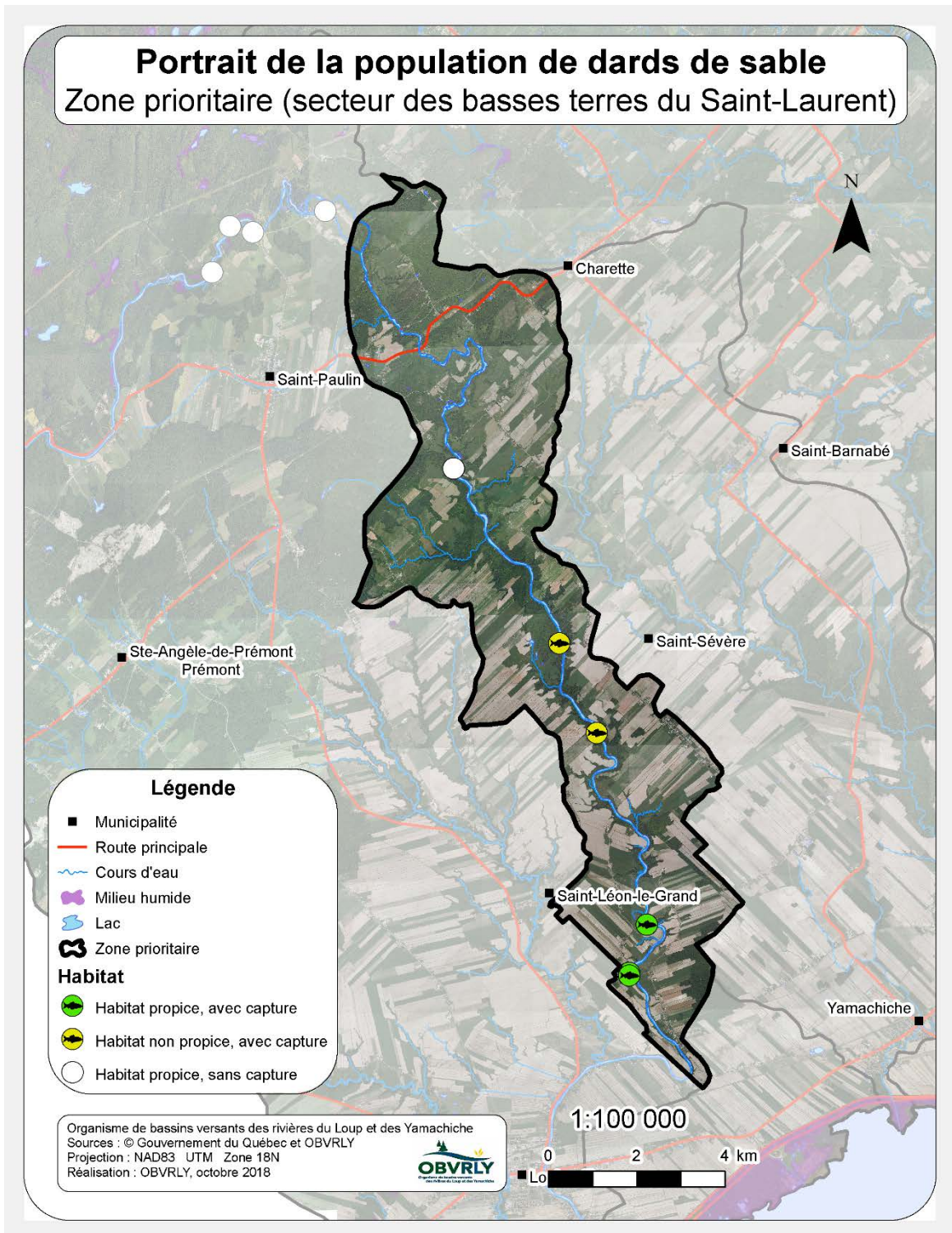


Figure 17. Zone prioritaire pour la conservation des habitats propices au dard de sable des basses terres du Saint-Laurent





Tableau 4. Menaces prioritaires observées ou hypothétiques dans le secteur des basses terres du Saint-Laurent de la zone d'étude (adapté de Pêches et Océans Canada, 2014).

Menace	Causes	Occurrence dans la zone d'étude	Niveau de préoccupation fédéral	Priorité locale
Apports sédimentaires et envasement des cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Érodabilité naturelle des sols</li> <li>Faible couverture végétale des sols</li> <li>Pratiques culturales conventionnelles</li> <li>Gestion des eaux de pluie en milieu urbain</li> </ul>	Forte	Élevé	1
Altération du régime hydrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Linéarisation et remblayage des cours d'eau</li> <li>Faible couverture végétale des sols</li> <li>Drainage artificiel</li> <li>Pratiques culturales conventionnelles</li> <li>Gestion des eaux de pluie en milieu urbain</li> </ul>	Forte	Élevé	2
Présence de pesticides et autres contaminants	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation de pesticides en milieu agricole</li> <li>Utilisation de pesticides en milieu résidentiel<sup>1</sup></li> </ul>	Modérée	Élevé	3
Présence excessive de nutriments	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eaux usées municipales et résidentielles</li> <li>Lessivage des terres agricoles fertilisées</li> </ul>	Faible	Élevé	4
Présence d'obstacles aux déplacements	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obstacles artificiels (seuils et barrages)</li> <li>Obstacles naturels (enrochement et chutes)</li> </ul>	Faible	Modéré	5

Note 1 : En assumant un volume qui équivaut à 10 % des pesticides utilisés à des fins résidentielles dans la zone d'étude (MDELC, 2015)



---

## Recommandations

Les recommandations qui suivent visent essentiellement l'atténuation des effets des activités humaines sur les habitats présents de dards de sable et la protection de leur habitat. Elles sont adaptées des mesures essentielles et nécessaires au rétablissement des populations de dards de sable (Pêches et Océans Canada, 2014). Bien que ces recommandations soient applicables au secteur du Bouclier canadien, elles s'appliquent essentiellement au secteur aval de la zone d'étude, soit dans les basses terres du Saint-Laurent. Comme la présence excessive de nutriments n'est pas une problématique prioritaire dans la zone d'étude de la rivière du Loup, cette section ne traitera pas de recommandations à ce sujet.

### Atténuation des processus d'érosion des sols

La combinaison entre la nature argileuse des sols dans les basses terres du Saint-Laurent et la faible superficie sous couvert végétal permanent augmente les risques d'érosion hydriques dans la zone d'étude. **Pour atténuer les processus d'érosion des sols à l'origine de la présence excessive de matières en suspension dans l'eau et pouvant se traduire par un envasement du substrat utilisé par le dard de sable, il est nécessaire de limiter l'érosion d'origine anthropique.** Les actions recommandées visent essentiellement à augmenter la couverture végétale sur le territoire et à favoriser l'adoption de pratiques de conservation des sols en milieu urbain et agricole (Tableau 5). En milieu urbain, il existe plusieurs mesures d'aménagement contribuant à diminuer le ruissellement de surface (Boucher, 2010). En milieu agricole, l'adoption de pratiques culturales durables, telles que le travail réduit du sol et l'intégration de cultures de couverture, permet de réduire le phénomène d'érosion hydrique (MAAARO, 2015; 2018; MAPAQ, 2018). Utilisées judicieusement, ces pratiques agroenvironnementales peuvent augmenter la productivité du sol et la rentabilité des cultures de diverses façons (N'Dayegamiye et Mehuys, 2008). La mise en place d'un projet collectif et intégrateur permettrait de déployer des efforts de sensibilisation ainsi que de soutien technique et financier, notamment via les programmes *Prime-Vert 2018-2023* et *Services-conseils*. Les zones agricoles déboisées et sous-exploitées devraient être reboisées afin d'augmenter la couverture végétale du sol. Des bandes riveraines élargies et composées des trois strates végétales devraient être aménagées là où la qualité de la bande riveraine est insuffisante. Des bandes riveraines diversifiées et de largeurs supérieures à 7 mètres permettent de capturer certains éléments tels que les sédiments si la pente n'est pas trop abrupte (Duchemin et coll., 2002; Gagnon et Gangbazo, 2007). Les zones boisées riveraines actuelles devraient être protégées au moyen de pratiques d'intendance telles que des ententes de conservation volontaires.



## Atténuation des fluctuations du régime hydrique

**Pour atténuer les fluctuations du régime hydrique se traduisant par l'altération de la dynamique fluviale et des habitats du dard de sable, il est nécessaire de ralentir les eaux de ruissellement de surface et de favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol.** Les recommandations citées précédemment s'appliquent également pour l'atténuation des fluctuations du régime hydrique (Tableau 5). Par exemple, les cultures de couverture sont connues pour favoriser la structure du sol et l'infiltration de l'eau alors que les sols compactés par la machinerie et l'absence de racines augmentent le ruissellement de l'eau en surface (MAAARO, 2015). Une grande prudence devrait être accordée quant au remblaiement et à la linéarisation de cours d'eau ainsi qu'à l'aménagement de fossés de drainage supplémentaires. Le renouvellement ou l'amélioration du réseau de drainage agricole devrait être fait seulement lorsqu'il s'agit de la solution optimale et en suivant l'avis d'une personne compétente en matière de drainage. Une gestion non optimale des eaux pluviales est susceptible d'accélérer le cycle hydrologique naturel de l'eau en milieu urbain. Afin de mieux cibler les méthodes et les processus d'aménagement du territoire, il serait avantageux de procéder à l'autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales pour les municipalités de la zone d'étude (ROBVQ, 2017). Cet outil, se présentant sous forme de questionnaire et de pointage pondéré, permet d'évaluer en profondeur l'efficacité des méthodes et règlements touchant la gestion des eaux pluviales actuellement mise en œuvre. Des efforts pourraient également être déployés à l'aménagement de bassin de rétention et de jardins de pluie.

## Sensibilisation des différents acteurs de l'eau

**Pour assurer la conservation des habitats du dard de sable, il est nécessaire que tous les acteurs de l'eau de la zone ciblée soient informés de la présence et la situation du dard de sable** (Tableau 5). Il est recommandé de s'assurer que les intervenants concernés, notamment les aménagistes, les urbanistes et le gestionnaire des cours d'eau de la MRC tiennent compte des habitats connus du dard de sable avant que des travaux soient autorisés sur les rives des cours d'eau fréquentés par l'espèce (Pêches et Océans Canada, 2014). Il est également recommandé de distribuer aux citoyens des outils de sensibilisation spécifiques au dard de sable qui renseignent notamment sur le fait qu'il s'agit d'une espèce menacée et des actions pouvant être entreprises à l'échelle résidentielle (Pêches et Océans Canada, 2014). La mise en place d'un projet collectif et intégrateur, en collaboration avec les acteurs des milieux municipaux et agricoles, permettrait d'optimiser les efforts de sensibilisation.



Tableau 5. Synthèse des actions recommandées à réaliser à l'échelle du bassin versant pour la protection des habitats du dard de sable dans la rivière du Loup.

Menace	Secteur ciblé	Actions recommandées
Apports sédimentaires et envasement des cours d'eau	Milieu urbain et résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier précisément les sources d'érosion provenant du réseau routier ou de tout autre sol mis à nu (RAPPEL, 2003)</li> <li>• Augmenter la couverture végétale sur les terrains résidentiels, municipaux et commerciaux en s'assurant d'un équilibre entre les strates herbacées, arbustives et arborescentes, notamment en élargissant les bandes riveraines (Duchemin et coll., 2002; Gagnon et Gangbazo, 2007).</li> <li>• Offrir une formation sur la gestion environnementale des fossés et la gestion des sols mis à nu au personnel de la voirie et aux entrepreneurs en construction et excavation (RAPPEL, 2012)</li> <li>• Adopter des mesures réglementaires visant à contrôler l'érosion sur les chantiers de construction</li> <li>• Limiter le ruissellement de surface en adoptant des principes de gestion durable des eaux pluviales, notamment par l'aménagement de bassin de rétention et de jardins de pluie (OBWB, 2011; MDDELCC, 2014)</li> </ul>
	Milieu agricole	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les sources d'érosion dans les champs en nappe, en rigoles et par ravinement (OBVMR, n. d.)</li> <li>• Adopter des pratiques de travail minimal du sol ou de semis direct (MAPAQ, 2005; MAAARO, 2015)</li> <li>• Intégrer les cultures de couverture à la rotation (MAPAQ, 2005; 2018)</li> <li>• Reboiser les coulées agricoles sous-exploitées</li> <li>• Aménager des bandes riveraines élargies (Duchemin et coll., 2002; MAPAQ; 2005; Gagnon et Gangbazo, 2007)</li> <li>• Aménager des ouvrages hydroagricoles pour le contrôle des sources ponctuelles d'érosion (OBVMR, n. d.)</li> <li>• Préserver les zones boisées actuelles à l'aide d'ententes de conservation volontaire</li> </ul>
Altération du régime hydrique	Milieu urbain et résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmenter la couverture végétale sur les terrains résidentiels, municipaux et commerciaux en s'assurant d'un équilibre entre les strates herbacées, arbustives et arborescentes, notamment en élargissant les bandes riveraines (Duchemin et coll., 2002; Gagnon et Gangbazo, 2007).</li> <li>• Réaliser un autodiagnostic en gestion durable des eaux pluviales pour les municipalités de la zone d'étude (ROBVQ, 2017)</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopter des mesures réglementaires visant à détourner les eaux pluviales du réseau d'égout ou des fossés routiers</li> <li>• Limiter le ruissellement de surface en adoptant des principes de gestion durable des eaux pluviales, notamment par l'aménagement de bassin de rétention et de jardins de pluie (OBWB, 2011; MDDELCC, 2014)</li> </ul>
	Milieu agricole	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopter des pratiques de travail minimal du sol ou de semis direct (MAPAQ, 2005; MAAARO, 2015)</li> <li>• Intégrer les cultures de couverture à la rotation (MAPAQ, 2005; 2018)</li> <li>• Reboiser les coulées agricoles sous-exploitées</li> <li>• Préserver les zones boisées actuelles à l'aide d'ententes de conservation volontaire</li> <li>• S'assurer que le drainage souterrain est la solution optimale en demandant l'avis d'une personne compétente en la matière</li> </ul>
Présence de pesticides et autres contaminants	Milieu urbain et résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre sur pied une campagne de sensibilisation auprès des citoyens et des acteurs municipaux afin de limiter l'utilisation de pesticides en milieu municipal et résidentiel (MDDELCC, 2015)</li> <li>• Adopter des mesures réglementaires en milieu municipal pour l'encadrement des pesticides utilisés sur le territoire (MDDELCC, 2015)</li> </ul>
	Milieu agricole	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopter la lutte intégrée lors du contrôle de plantes indésirables ou dans la lutte aux ravageurs des cultures, notamment en réalisant des diagnostics spécialisés, du dépistage préventif, en intégrant les cultures de couverture et en procédant au désherbage mécanique (MAPAQ, 2011; MAARO, 2018)</li> <li>• Effectuer une transition progressive vers l'agriculture biologique</li> </ul>
Menaces générales	Tous les milieux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenir compte des habitats de dard de sable dans les décisions liées à l'aménagement du territoire et la délivrance de permis par les intervenants municipaux (Pêches et Océans Canada, 2014)</li> <li>• Faire connaître le dard de sable en diffusant de l'information spécifique à sa situation et aux menaces qui pèsent sur les habitats de la rivière du Loup</li> <li>• Mettre en place un projet collectif par bassin versant en collaboration avec les acteurs des milieux municipaux et agricoles ainsi que les citoyens des municipalités de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère</li> </ul>



---

## Conclusion

Ces travaux ont permis de dresser le portrait de la population de dards de sable de la rivière du Loup et dresser un bilan des menaces pesant sur son habitat. La rivière du Loup présente peu d'habitats propices au dard de sable, mais des individus sont observés dans plusieurs secteurs de la rivière entre les municipalités de Saint-Léon-le-Grand et Saint-Sévère. Il est actuellement impossible de statuer ni sur la santé de la population de dards de sable ni sur sa viabilité à long terme. Les pêches réalisées dans les dernières années se sont également limitées aux habitats présentant des caractéristiques propices à sa présence. Il est possible que l'espèce soit présente à de plus grandes profondeurs d'eau, dans des secteurs où le substrat est moins sableux et dans certains tributaires de la rivière. L'utilisation d'engins de pêche différents pourrait également permettre d'augmenter le nombre et la répartition des captures dans la rivière du Loup.

La conservation des habitats actuels est essentielle afin de protéger cette population, dont l'espèce est considérée comme menacée. Des mesures doivent être prises en ce sens en suivant les lignes directrices des programmes de rétablissement provincial et fédéral. Une gestion intégrée et durable des ressources en eau dans le bassin versant de la rivière du Loup est indispensable afin d'atténuer à la source les menaces d'origine anthropique. Les acteurs de l'eau du bassin versant doivent également être sensibilisés à la présence de cette espèce fragile afin de tenir compte de sa situation lors de leurs activités quotidiennes. La conservation de cette population passe finalement par la collaboration entre les différents acteurs locaux et régionaux de gestion de la faune aquatique.



---

## Références

- BARBOUR, M.T., J. GERRITSEN, B.D. SNYDER ET J.B. STRIBLING. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. (2e édition). U.S. Environmental Protection Agency. Office of Water, Washington, D.C. EPA 841-B-99-002
- BOUCHER, ISABELLE. 2010. *La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 118 pages
- CDPNQ, 2017. *Bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche – MRC de Maskinongé*, Centre de Données sur le Patrimoine Naturel du Québec (CDPNQ), gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)
- CÔTÉ, P.-O. 2015. *Inventaire d'abondance et évaluation de la superficie de l'habitat propice pour le dard de sable dans six (6) cours d'eau au Québec*. Rapport d'expertise final du Groupe Synergis réalisé pour le ministère des Pêches et Océans Canada, 80 pages et 8 annexes
- COUILLARD, M-A., J. BOUCHER et S. GARCEAU. 2011. *Protocole d'échantillonnage du fouille-roche gris (*Percina copelandi*), du dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) et du méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) au Québec*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec et Secteur des Opérations régionales, 27 pages
- COUILLARD, M. A., J. BOUCHER ET S. GARCEAU. 2013. *Bilan de l'information disponible sur cinq espèces de poissons à statut précaire au Québec et de l'état d'avancement des activités de rétablissement*, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, 58 pages et annexes
- DUCHEMIN, M., HÉBERT S., 2014. *Les métaux dans les rivières du sud-ouest du Québec (2008-2011)*, 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 978-2-550-71296-1 (PDF), 24 pages et 17 annexes.



- DUCHEMIN, M., LAFRANCE, P., BERNARD, C., 2002. *Les bandes enherbées : une pratique de conservation efficace pour réduire la pollution diffuse*. Fiche synthèse, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 2 pages
- ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT DES CYPRINIDÉS ET DES PETITS PERCIDÉS DU QUÉBEC. 2008. *Plan de rétablissement du dard de sable (Ammocrypta pellucida) au Québec 2007-2012*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec. 29 pages
- GAGNON, E., GANGBAZO, G., 2007. *Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspectives*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, ISBN : 978-2-550-49213-9, 17 pages
- GIROUX, I., 2004. *La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq n° ENV/2004/0309, collection n° QE/151, 40 pages
- 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 pages et 5 annexes.
- GOVERNEMENT DU CANADA, 2016. *Pollution de l'eau : érosion et sédimentation*, tiré du site Web du Gouvernement du Canada, [en ligne], <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-aperçu/pollution-causes-effets/erosion-sedimentation.html> (consulté le 6 décembre 2018)
- HÉBERT, S. et S. LÉGARÉ, 2000. *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 pages et 3 annexes
- INSPQ, 2003. *Fiches chimiques - Nitrites/nitrates*. Institut national de santé publique du Québec, [en ligne], <https://www.inspq.gc.ca/eau-potable/nitrates> (consulté le 6 décembre 2018)
- MAAARO, 2015. *L'érosion du sol – Causes et effets*, tiré du site Web du ministère de l'agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAARO), [en ligne], <http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/12-054.htm> (consulté le 6 décembre 2018)





- MAAARO, 2018. *Guide agronomique des grandes cultures*, Publication 811F, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAARO), 492 pages
- MAPAQ, 2005. *Bonnes pratiques agroenvironnementales pour votre entreprise agricole, 2<sup>e</sup> édition*, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), 41 pages
- MAPAQ, 2011. *Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021*, 23 pages
- MAPAQ, 2018. *Cultures de couverture en production de grandes cultures*, tiré du site Web du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), [en ligne], <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/profil/Pages/Cultures-de-c1128-6729.aspx> (consulté le 6 décembre 2018)
- MDDELCC, 2014. *Guide de gestion des eaux pluviales*, tiré du site Web du ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (MELCC), [en ligne], <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide.htm> (consulté le 7 décembre 2018)
- MDDELCC, 2015. *Stratégie québécoise sur les pesticides 2015-2018*, 24 pages, [en ligne], <http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/strategie2015-2018/strategie.pdf> (consulté le 6 décembre 2018)
- MELCC, 2018. *La protection des pollinisateurs*, tiré du site Web du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), [en ligne], <http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/strategie2015-2018/pollinisateurs.htm> (consulté le 6 décembre 2018)
- N'DAYEGAMIYE, A., MEHUYS, G., 2008. *Évaluation des effets à long terme du semis direct et du labour sur les propriétés du sol et les rendements des cultures*, rapport de recherche, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 48 pages
- OBVRLY, 2013. *Plan directeur de l'eau des bassins versants de la zone du Loup-Yamachiche (Mauricie)*, Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 134 pages et 1 annexe, [en ligne] <http://www.obvrly.ca/#!/plan-directeur-de-leau/c1ilu>



- OBVRLY, 2016. *Caractérisation des principaux cours d'eau de l'OBVRLY, 2012 à 2014*, Rapport final, Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 134 pages et une annexe.
- OBWB, 2011. *Slow it. Spread it. Sink it! An Okanagan Homeowners Guide to Using Rain as a Resource*, Okanagan Basin Water Board, 53 pages et 1 annexe
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA, 2014. *Programme de rétablissement du dard de sable (Ammocrypta pellucida), populations du Québec au Canada*, Série des programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Ottawa, 50 pages et 7 annexes
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA, 2018. *Mentions de percidés pour les rivières du Loup et Yamachiche*, données fournies par la Direction régionale Gestion des écosystèmes du ministère des Pêches et Océans Canada (données obtenues le 12 octobre 2017)
- ROBVQ, 2017. *Autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales, 2e édition*, document réalisé par le Regroupement des organismes de bassins versants du Québec (ROBVQ), 67 pages, [en ligne]  
<https://robvq.qc.ca/public/documents/bibliotheque/uploaded/OBoendum.pdf>
- TARDIF, B., G. LAVOIE ET Y. LACHANCE. 2005. *Atlas de la biodiversité du Québec. Les espèces menacées ou vulnérables*. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs, Québec. 60 pages
- WWF-CANADA, 2017. *Rapport planète vivante. Regard national sur la perte de biodiversité*, résumé, 12 pages, [en ligne],  
[http://assets.wwf.ca/downloads/LPRC\\_ES\\_French\\_web.pdf?\\_ga=2.262800716.1781207285.1544208528-596234628.1510060299](http://assets.wwf.ca/downloads/LPRC_ES_French_web.pdf?_ga=2.262800716.1781207285.1544208528-596234628.1510060299) (consulté le 7 décembre 2018)

