

# Programme de suivi de la mobilité des berges du tronçon fluvial du Saint-Laurent

## Fiche portrait Mobilité-Trajectoire →

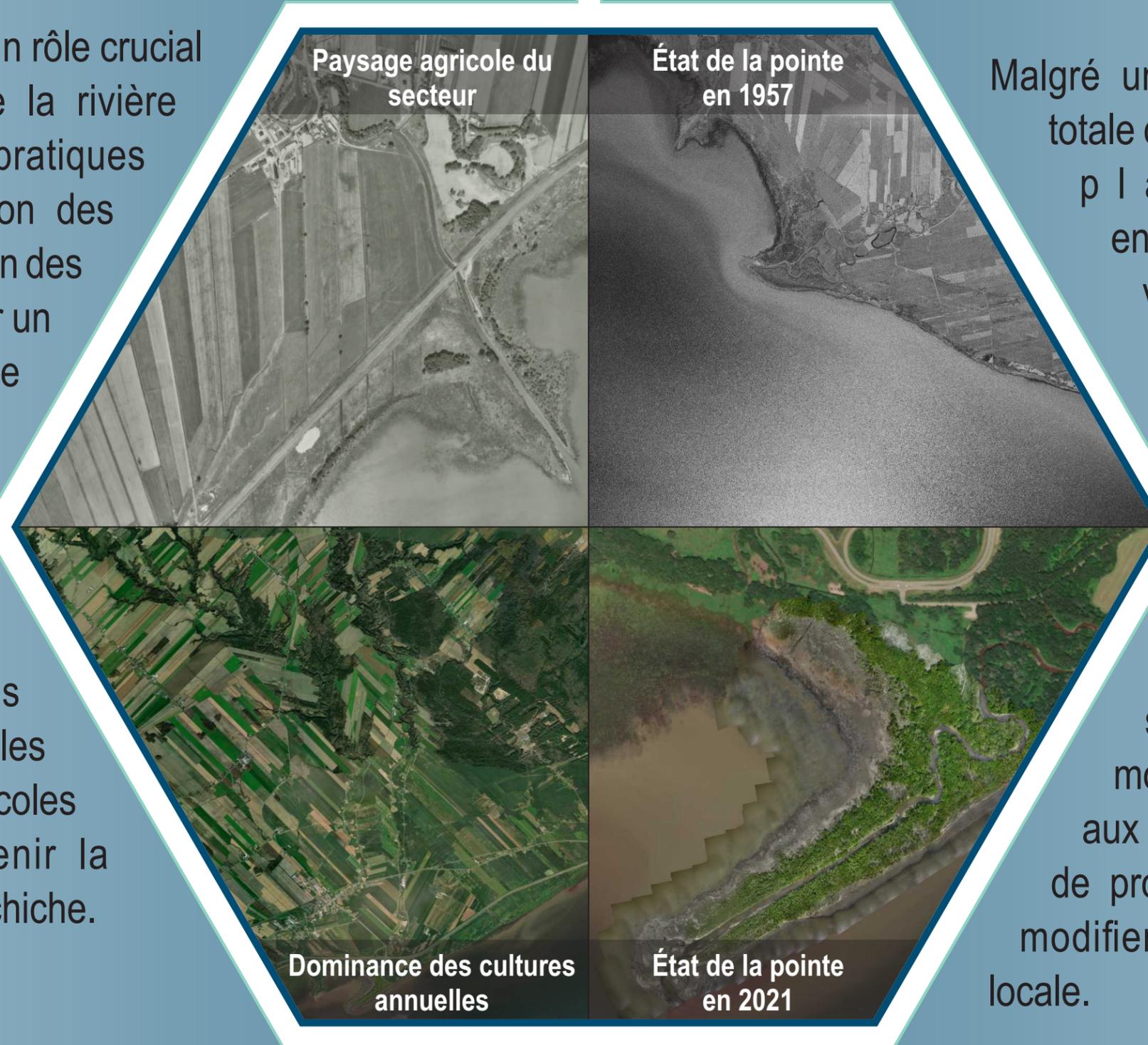


Le cas de la pointe Yamachiche



### Fait saillant #1 - Activités agricoles

Les activités agricoles jouent un rôle crucial dans l'évolution du delta de la rivière Yamachiche. En effet, les pratiques agricoles telles que l'utilisation des terres, les techniques de gestion des sols et l'irrigation peuvent avoir un impact significatif sur le transport sédimentaire de la rivière.



La conversion des cultures pérennes en cultures annuelles combinée aux pratiques agricoles auraient permis de maintenir la progression de la pointe Yamachiche.

### Fait saillant #3 - Conversion des cultures

### Fait saillant #2 - Développement rapide

Malgré une diminution de la superficie totale des terres agricoles et la mise en place de mesures environnementales dans le bassin versant au courant du 20<sup>e</sup> siècle, le delta a continué de prograder rapidement dans le lac Saint-Pierre.

Depuis les années 1980, la pointe montre une tendance à s'amincir, alors que la rive est montrée une plus grande exposition aux vagues. Ce phénomène risque de provoquer des avulsions et ainsi modifier la dynamique sédimentaire locale.

### Fait saillant #4 - Amincissement de la pointe

# La pointe Yamachiche

## Mise en contexte de l'enjeu



- Le **lac Saint-Pierre (LSP)** est un élargissement du fleuve Saint-Laurent (SL) localisé en amont de Trois-Rivières. Ce lac fluvial possède une **profondeur moyenne d'environ 2,7 m**. Sa bathymétrie peu profonde a **conditionné le développement de ses environnements sédimentaires riverains** au fil du temps.
- L'**exutoire des nombreux tributaires du LSP**, lesquels sont connus pour être les plus chargés en sédiments au Québec, sont souvent caractérisés par une pointe de sédiments qui s'avancent vers le centre du plan d'eau ; cette **structure sédimentaire correspond à un delta**. Parmi les deltas présents dans le LSP, celui de la **rivière Yamachiche** est l'un des plus importants en termes de dimensions, et ce, malgré la petite taille de ce cours d'eau. Le delta de cette rivière a **considérablement évolué et progressé au cours des dernières centaines d'années**. Des études suggèrent que cela est fort probablement en **réponse aux nombreuses interventions humaines (p. ex. : déforestation, agriculture, etc.) ayant eu lieu dans son bassin versant (BV)**.
- Aujourd'hui, le delta de la Yamachiche est reconnu pour ses **vocations récréotouristiques et de conservation**. Cependant, **plusieurs signes d'érosion sont maintenant visibles** sur sa pointe. Il est donc possible que des **changements dans les pratiques agricoles aient pu affecter le transit sédimentaire** à l'origine de la formation de ce système deltaïque.
- Une étude basée sur une **approche géomorphologique et géohistorique** portant sur l'évolution de la pointe Yamachiche a ainsi été réalisée afin de **mieux comprendre la variabilité historique de son développement et des dynamiques sédimentaires associées aux activités anthropiques** dans son BV.
- La pointe Yamachiche est localisée dans la municipalité du même nom et **s'avance sur près de 1,5 km dans le LSP**. Ce delta **est composé de sédiments sableux et limoneux** et s'est développé rapidement au cours des deux derniers siècles. En parallèle à sa progression dans le LSP, la végétation a colonisé ce système sédimentaire pour y former un **écosystème riche en biodiversité**, ce qui a encouragé les acteurs locaux à attribuer au site l'appellation de réserve naturelle. **Les activités agricoles couvrent aujourd'hui environ 35% de la superficie de son BV de 266 km<sup>2</sup>**.

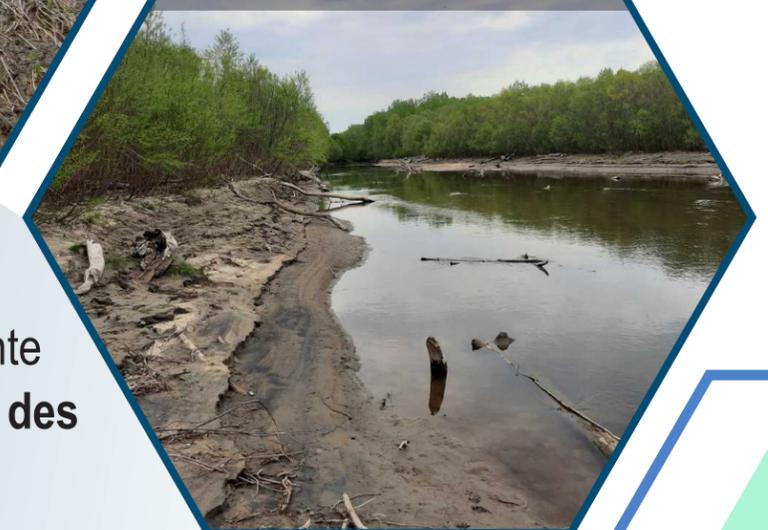
L'embouchure de la  
rivière Yamachiche



Marais adjacent  
à la pointe



Chenal principal  
de la rivière

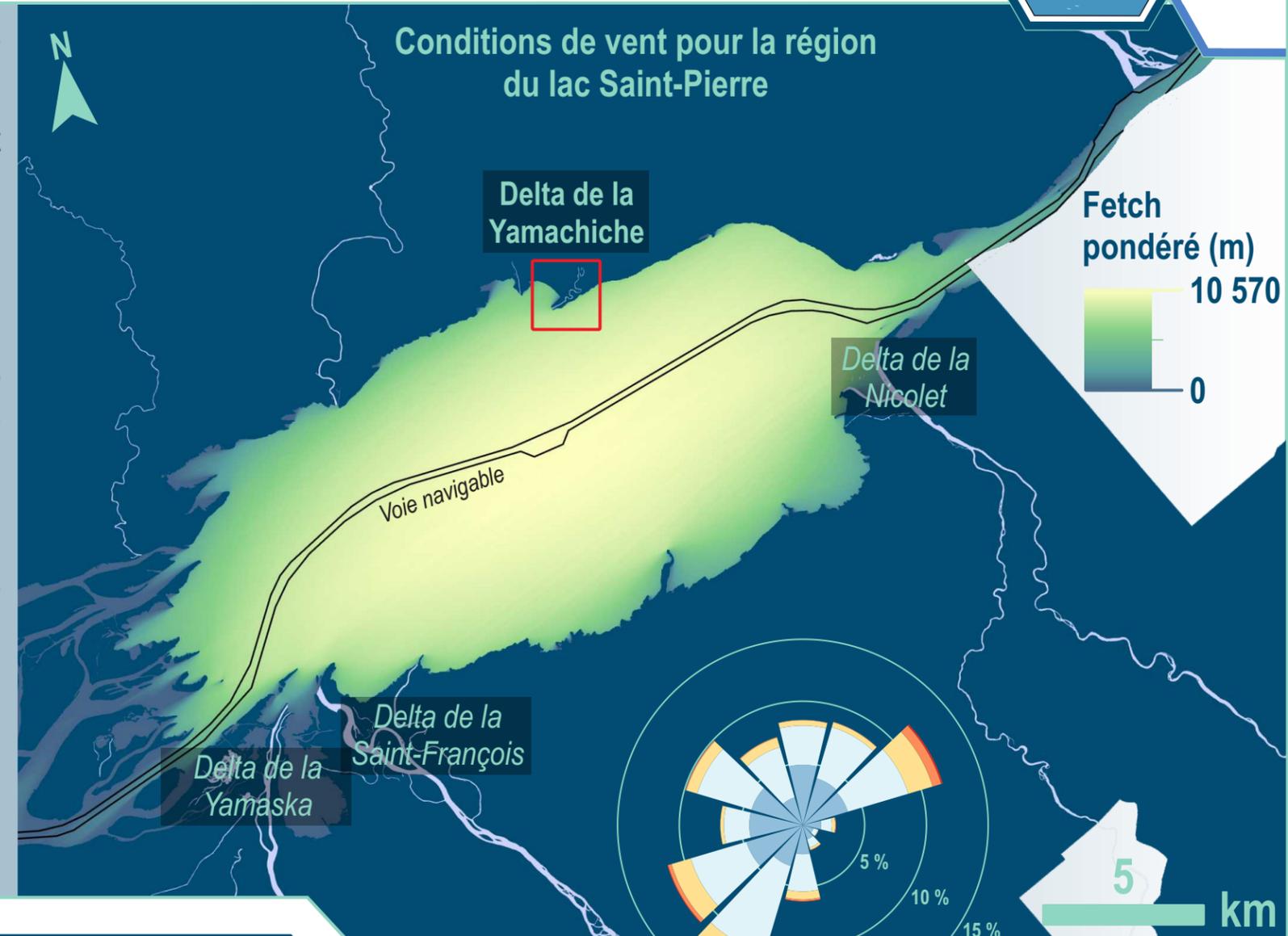


# La pointe Yamachiche

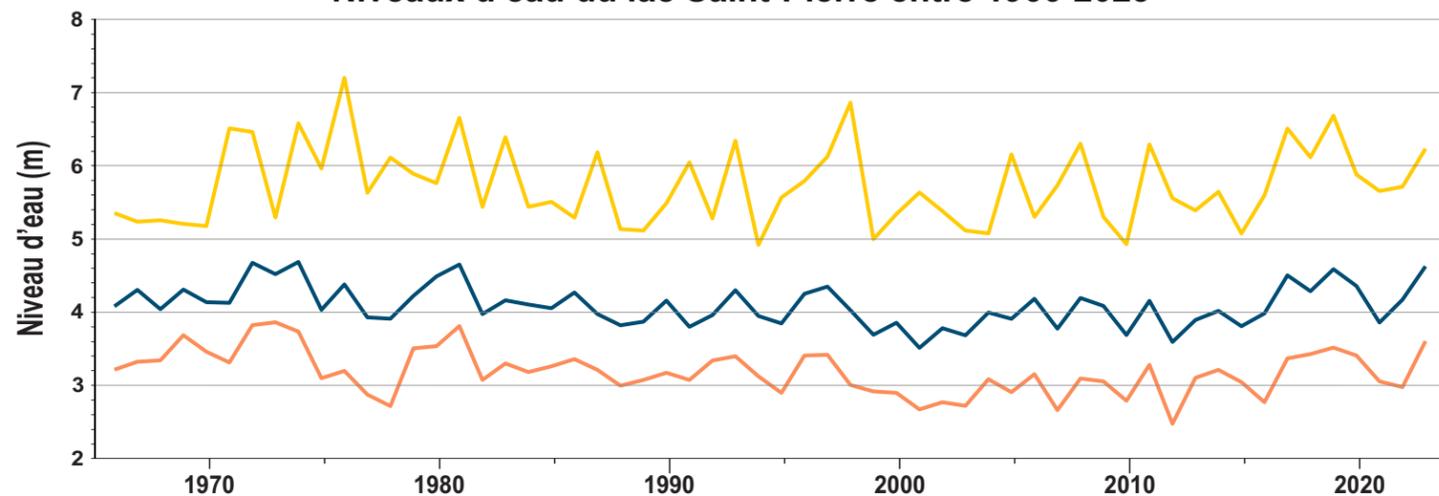
## Contexte physique



- La pointe Yamachiche est localisée sur la rive nord du LSP. Son évolution est régie par plusieurs facteurs naturels :
  - Un **régime hydrologique nivo-pluvial**, c'est-à-dire deux augmentations du débit, soit une importante au printemps (fonte du couvert neigeux) et une plus faible à l'automne (pluies abondantes). Le débit moyen à l'embouchure de la rivière est de  $7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  ;
  - Des vents dominants en provenance du sud-ouest dans un **environnement riverain à fetch limité** restreignant la formation de vagues de grande amplitude. Cependant, l'embouchure de la Yamachiche est exposée à un **fetch qui peut atteindre plus de 25 km**, ce qui est **beaucoup plus important de ce qui s'observe généralement dans le Saint-Laurent fluvial** ;
  - La présence de **glace de rive pendant près de 5 mois**, soit de décembre à avril.
- La **bathymétrie peu profonde du LSP** et les **pentés très douces de ses berges** créent des conditions **favorables à la formation de marais et d'herbiers**. De plus, cette faible topographie, combinée à l'importante charge sédimentaire de ses affluents, **contribue également à la formation de deltas** dans ce lac fluvial qui possède le statut de Réserve mondiale de la Biosphère.
- Le niveau d'eau du LSP varie constamment. En effet, **des amplitudes de près de 4 m** du niveau d'eau du lac peuvent être observées au courant d'une même année.



Niveaux d'eau du lac Saint-Pierre entre 1966-2023



Maximum

Moyen

Minimum

0 - 10 10 - 20 20 - 30 30 - 40 40+

Vitesse du vent (km/h)

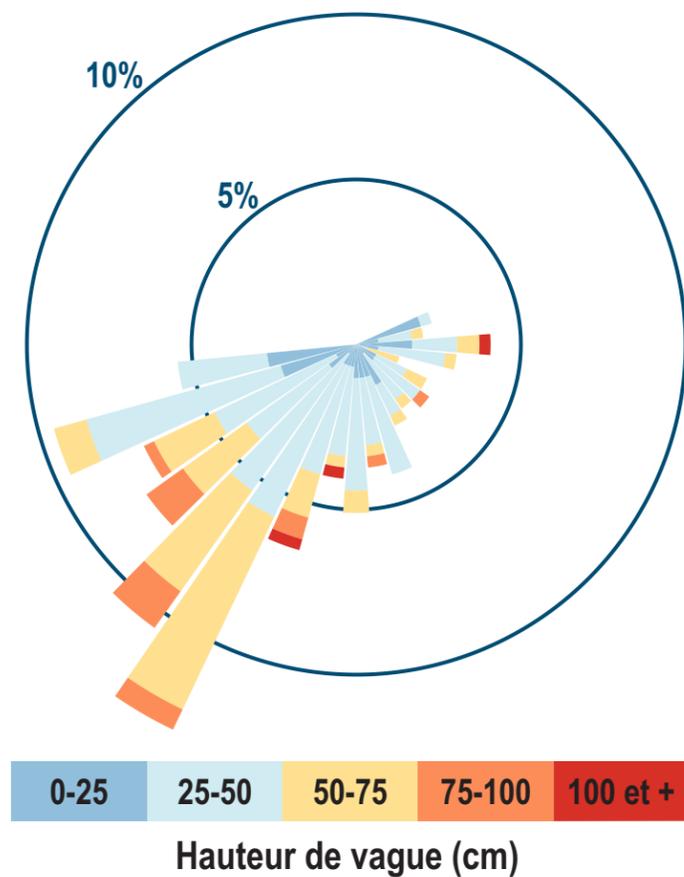
# La pointe Yamachiche

## Événements à forte mobilité sédimentaire

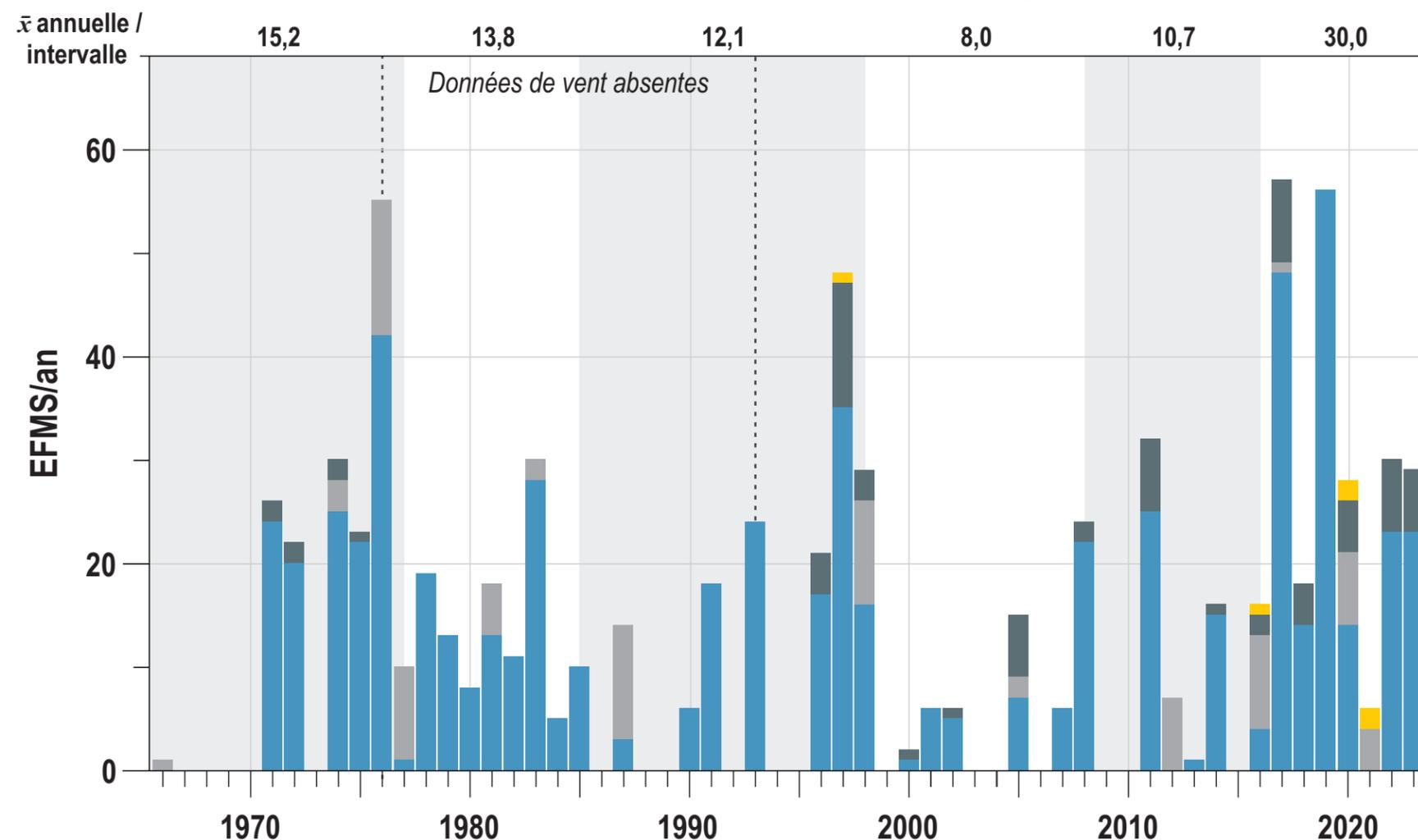


- Depuis 1966, **796 « événements à forte mobilité sédimentaire (EFMS) »** ont été comptabilisés selon les valeurs-seuils. Ces EFMS correspondent aux moments potentiels où une migration des berges et une inondation du delta de la rivière Yamachiche auraient pu se produire. Il est à noter que les données concernant les conditions de vent n'étaient pas disponibles entre 1976 et 1993, diminuant ainsi probablement le nombre d'EFMS de cette classe pour cette période. L'intervalle récent de **2016-2023 est la période où le plus de EFMS ont été identifiés**.
- Les EFMS sont étroitement contrôlés par le régime hydrologique nivo-pluvial du SL, car **99% des EFMS sont observés au printemps**. De plus, la pointe Yamachiche, qui s'avance dans le LSP, est **grandement exposée aux vagues générées par le vent**. Ainsi, bien que les événements de hauts niveaux d'eau soient les EFMS les plus fréquents, les EFMS comprenant des épisodes de vents forts sont ceux qui pourraient contribuer davantage au recul des berges du delta.
- L'analyse du régime de vagues du LSP montre que celles-ci atteignent plus fréquemment la portion est de la pointe Yamachiche, à cause des vents dominants provenant du sud-ouest et que la pointe courbe vers l'ouest. De plus, quelques rares épisodes de vagues avec une hauteur >100 cm sont observés, en provenance du sud-ouest et de l'est. Les paramètres physiographiques et environnementaux font ainsi en sorte que la berge est du delta de la Yamachiche est particulièrement exposée aux vagues qui se forment dans le LSP.

### Rose des vagues à la pointe Yamachiche pour 2022



### Fréquence des EFMS entre 1966 et 2023 pour la pointe Yamachiche



### Valeurs-seuils

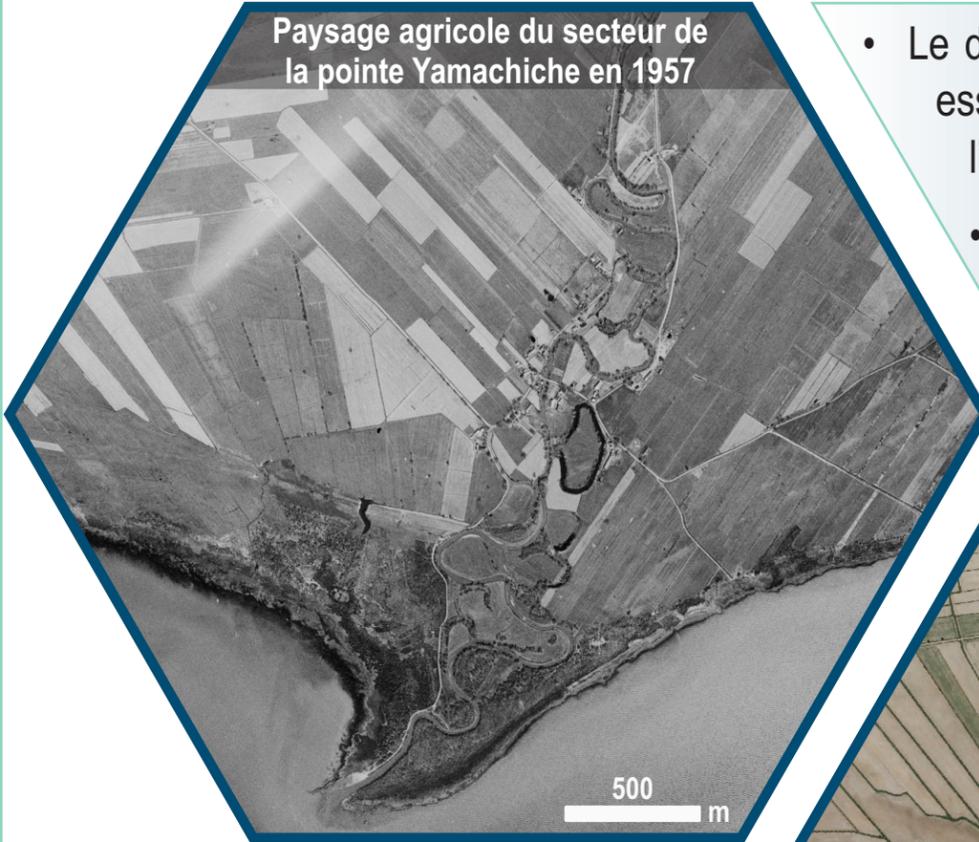
- > 5,32 m
- 07/12 - 31/12  
17/03 - 07/04
- Fetch efficace :  
70-260°  
& Vent >29 km/h
- Tous les facteurs combinés

# La pointe Yamachiche

## Résumé historique de la région

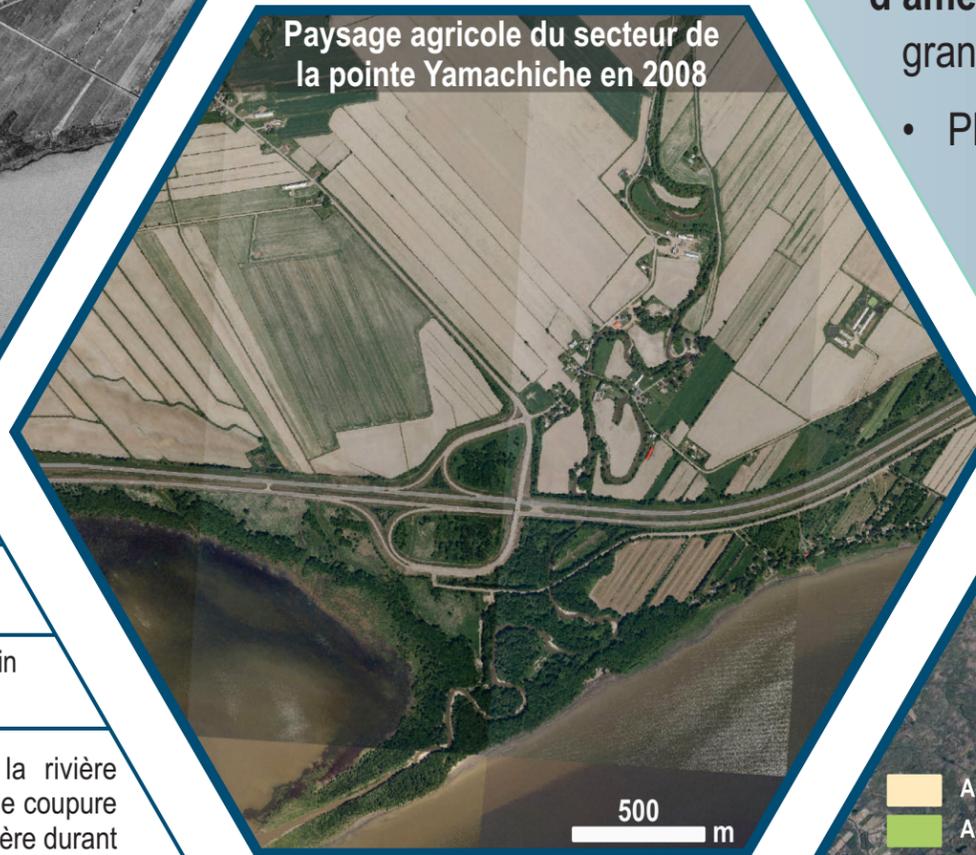


Paysage agricole du secteur de la pointe Yamachiche en 1957



- Le delta de la rivière Yamachiche est un système sédimentaire **très jeune dans l'histoire du LSP**. Il aurait essentiellement commencé à se développer depuis les 150-200 dernières années, soit au moment où l'agriculture a pris de l'expansion dans la région.

Paysage agricole du secteur de la pointe Yamachiche en 2008



- Rapidement, l'agriculture s'est imposée comme **une activité importante dans le BV de la Yamachiche**. Le développement de cette activité socio-économique a nécessité le retrait d'une importante superficie du territoire forestier. De plus, **de nombreux drains agricoles se déversant dans la rivière Yamachiche ont été aménagés afin d'améliorer l'efficacité de l'exploitation agricole**. Ces modifications du territoire ont grandement participé à **augmenter la charge sédimentaire transitant vers la rivière**.

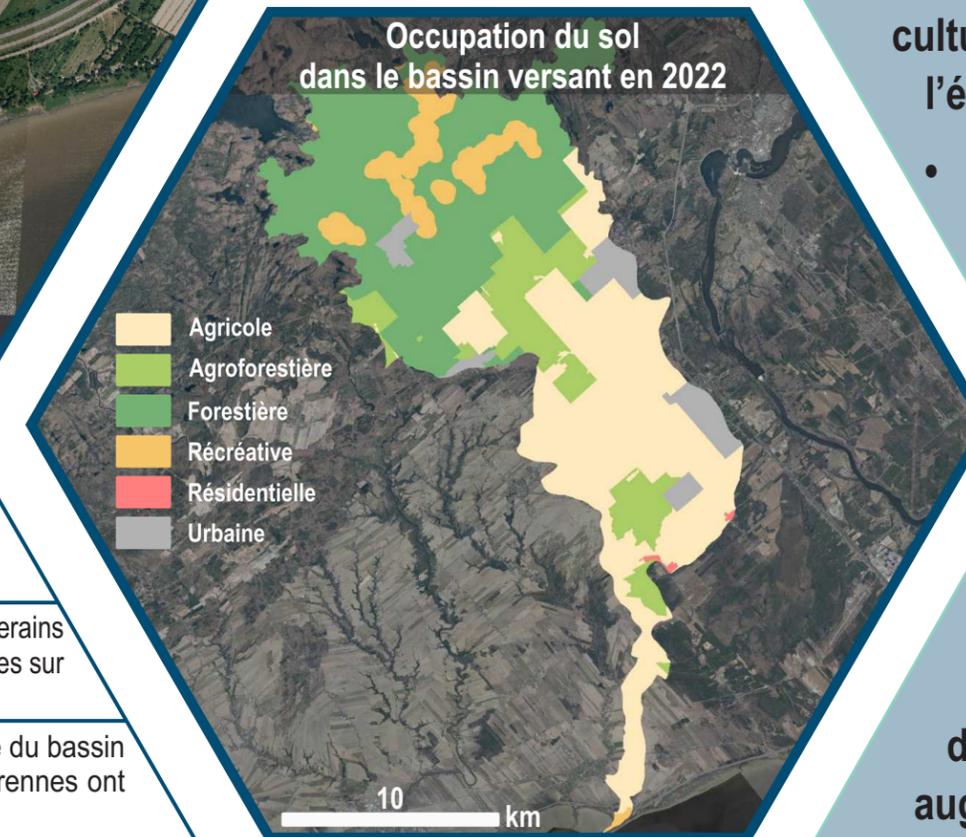
- Plusieurs **rectifications humaines dans ses méandres** sont survenues dans l'histoire récente de cette rivière. Ces changements de parcours **sont venus modifier son hydrodynamique**, comme la vitesse de son courant.

- Entre 1964 et 2022, **le pourcentage du territoire agricole a diminué de 14% dans le BV** de la rivière. La majorité des agriculteurs ont également

converti leurs cultures pérennes en cultures annuelles, ce qui favorise l'érosion des sols agricoles.

- Une nouvelle mesure concernant les bandes riveraines a été mise en place en 1987**. Cette mesure recommandait aux agriculteurs à aménager une bande de végétation de 3 m de part et d'autre des cours d'eau, afin de **limiter l'érosion, diminuer la quantité de sédiments en suspension et augmenter la qualité de l'eau**.

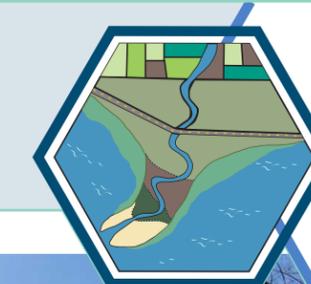
Occupation du sol dans le bassin versant en 2022



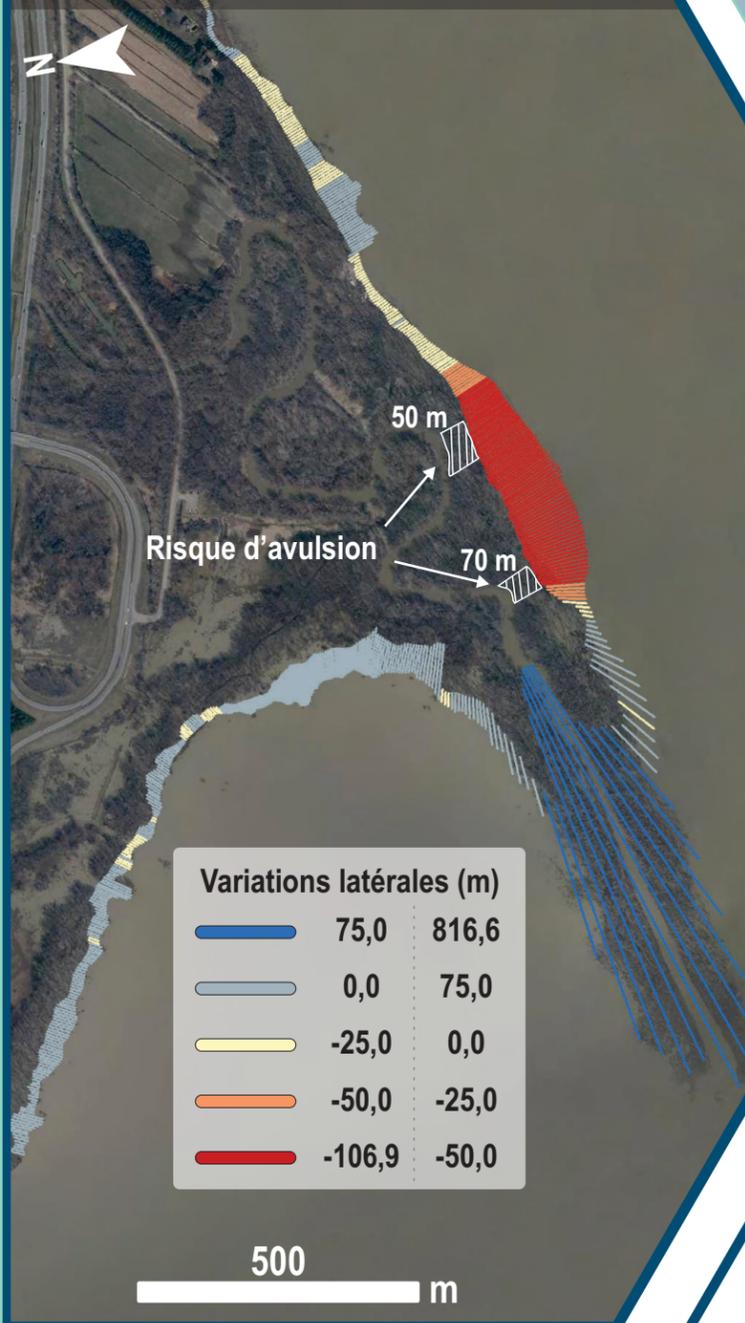
Date	Interventions significatives
1859	Le delta n'empiète que très peu sur le lac Saint-Pierre et l'agriculture est en essor dans la région.
1921-1948	Deux méandres sont manuellement coupés dans le bassin versant, modifiant ainsi l'hydrodynamique de la rivière.
~1975	L'autoroute 40 est construite sur le parcours de la rivière Yamachiche. Cette intervention a nécessité une nouvelle coupure de méandre, en plus de perturber l'écoulement de la rivière durant les travaux.
1964-1997	Une perte de 11% du territoire agricole dans le bassin versant de la rivière Yamachiche est enregistré au cours de cette période, dont 1,67% par des processus naturels et un autre 9,33% est converti en territoire forestier. De plus, une augmentation de cultures annuelles, comme le maïs et le soja, apparaît dans les pratiques agricoles de la région. La capacité du réseau racinaire de ce type de culture à limiter l'érosion des sols est beaucoup plus faible que celle des cultures pérennes.
1987	En vigueur depuis 1987, la politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables recommande aux riverains d'entretenir une bande de végétation de part et d'autre des cours d'eau afin de prévenir les impacts de l'érosion des sols agricoles sur le transport sédimentaire et la qualité de l'eau.
2005-2022	Le bassin versant de la Yamachiche enregistre une nouvelle perte de son territoire agricole. En 2005, 38% du territoire du bassin versant de cette rivière était dédié à l'agriculture, alors que cette superficie diminue à 35% en 2022. Les cultures pérennes ont presque tout été converties en cultures annuelles.

# La pointe Yamachiche

## Évolution latérale du delta



### Mouvement net de la berge entre 1964 et 2023



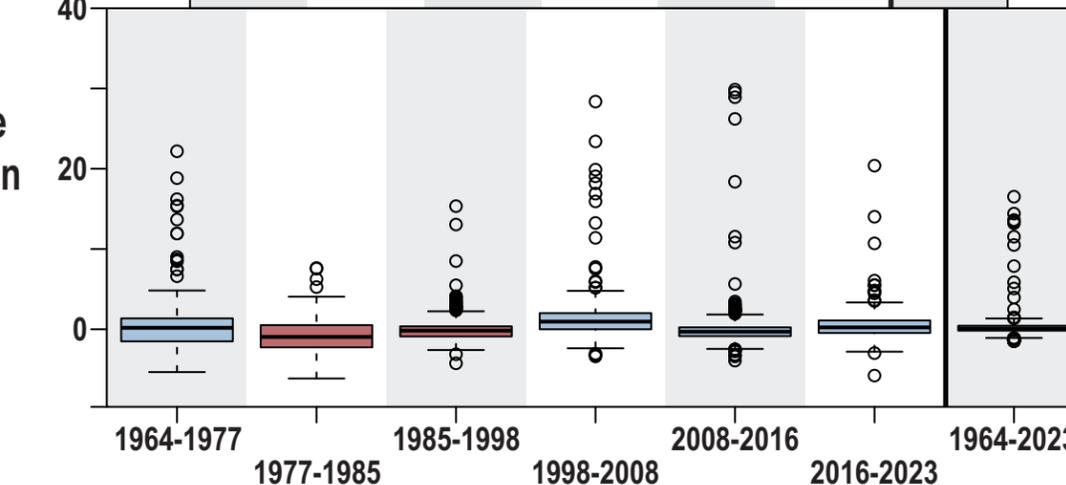
- L'étude de l'évolution latérale des berges de la pointe Yamachiche révèle une **avancée maximale du front du delta dans le LSP qui a atteint près de 820 m** entre 1964 et 2023. Malgré la **perte de superficie agricole** depuis les années 1960 et la **mise en place de mesures environnementales** en 1987, la **pointe a poursuivi sa progression à un rythme très rapide**, mais adoptant une morphologie de plus en plus étroite.
- Une **dynamique latérale différente** est observée entre la portion est de la pointe Yamachiche et le reste du site. En effet, depuis 1964, la rive est montrée **d'importants reculs** pouvant totaliser plus de 100 m sur certains transects. Cette rive est aussi celle qui est **la plus exposée aux EFMS** se produisant dans le LSP.
- À l'inverse, étant protégée des vagues par la pointe, **la rive ouest a avancé en moyenne de plus de 75 m** entre 1964 et 2023. La protection offerte par la pointe favorise la **sédimentation des particules fines en suspension** et leur **séquestration** par les milieux humides, ce qui contribue à leur développement dans cette baie.



### Statistiques sur les mouvements latéraux

	64-77	77-85	85-98	98-08	08-16	16-23	Total
TM* $\bar{x}$	0,08	-0,92	-0,08	1,42	0,13	0,42	0,25
MNTB* $\bar{x}$	1,01	-7,36	-0,97	14,82	1,01	2,08	9,73
Max recul	-68,05	-48,87	-57,74	-35,29	-30,20	-28,14	-106,90
Max avancée	282,90	60,82	198,28	295,85	231,30	99,48	818,60

### Taux de migration (m/an)

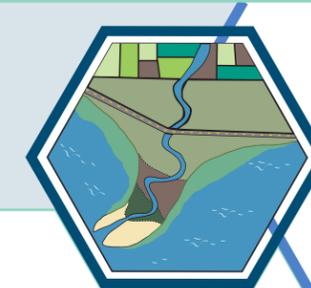


\*TM: Taux de migration  
\*MNTB: Mouvement net du trait de berge  
 $\bar{x}$ : Moyenne

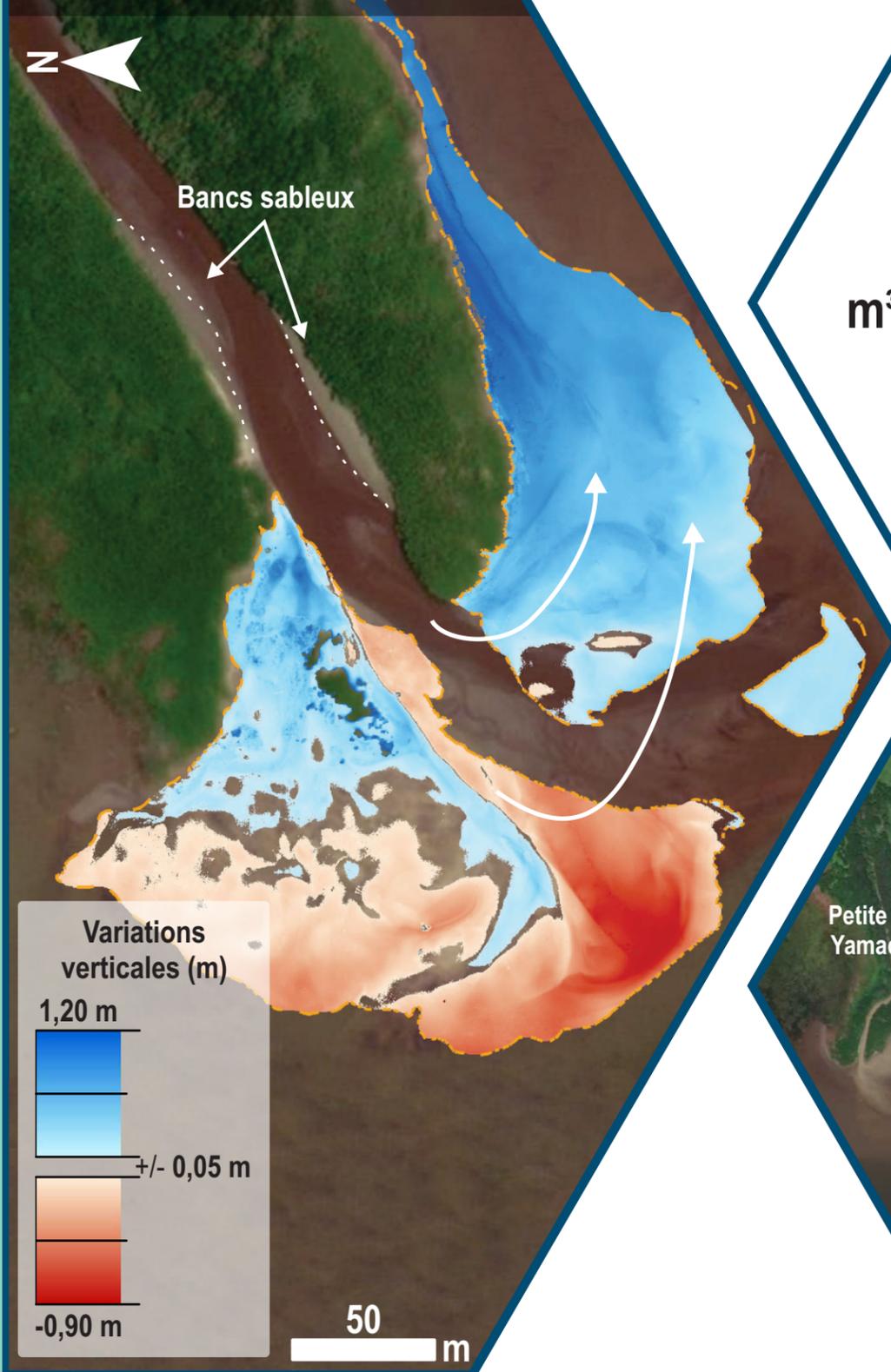
- L'érosion qui affecte la portion est de la pointe **augmente les risques d'avulsion** – c'est-à-dire l'abandon d'un lit de rivière au profit d'un nouveau tracé – sur le delta de la rivière Yamachiche. En effet, l'espace entre certains méandres de la rivière et le LSP diminue avec l'amincissement de la pointe, pour atteindre **entre 50 et 70 m pour les deux méandres les plus à risque**. Il est donc possible que **le parcours de la rivière se modifie drastiquement à moyen terme**.

# La pointe Yamachiche

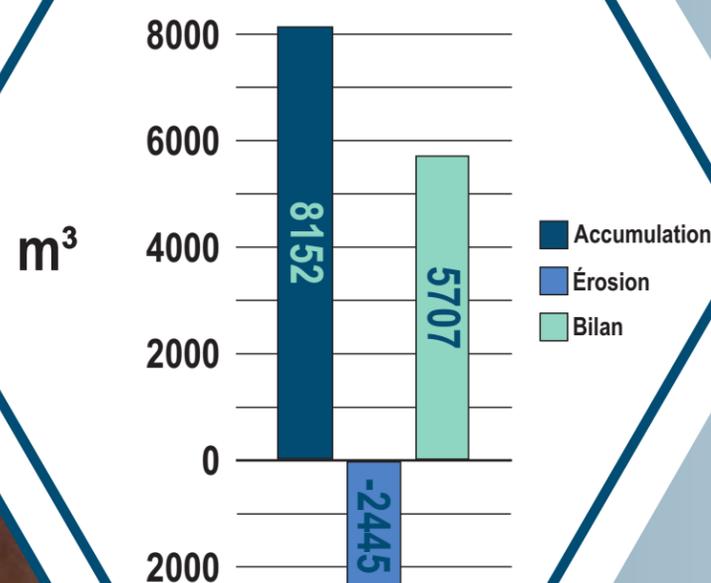
## Évolution verticale du delta



### Évolution verticale entre mai 2021 et octobre 2022



### Bilan sédimentaire entre mai 2021 et octobre 2022

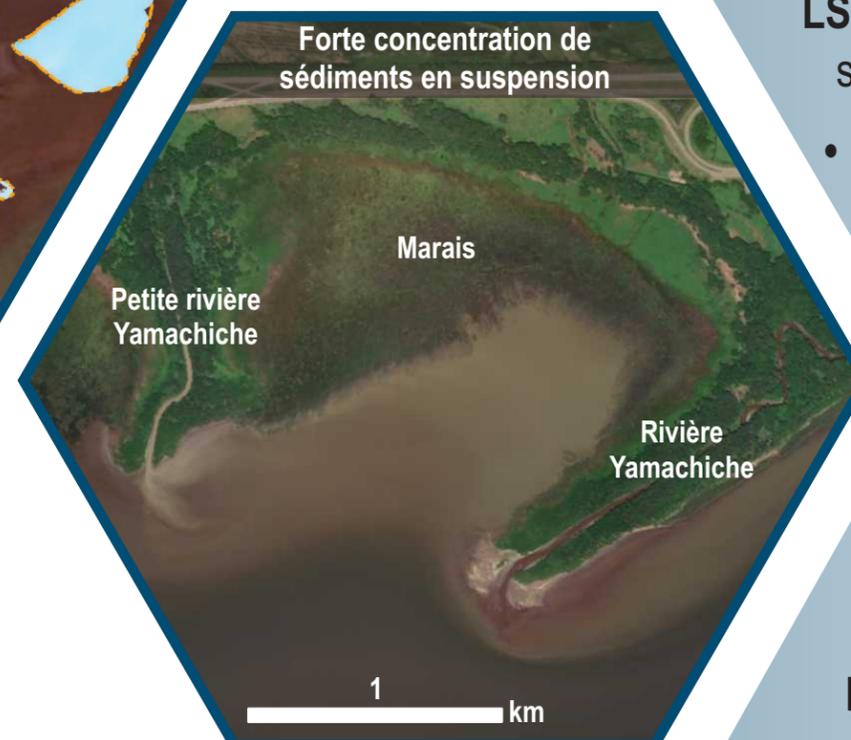


- La portion sableuse de la pointe située à l'exutoire de la rivière Yamachiche constitue un secteur très dynamique qui révèle une tendance vers l'accumulation sédimentaire. Ainsi, trois fois plus de sédiments y ont été déposés qu'érodés entre mai 2021 et octobre 2022. La pointe de la rivière Yamachiche a donc enregistré un bilan positif de 5707 m<sup>3</sup> pour une accumulation moyenne de 16 cm/m<sup>2</sup>/an.

- Avec un débit moyen assez faible de la rivière, l'apport de ces sédiments limoneux et sableux se produit principalement lors de la crue printanière et lorsque le delta est submergé. Des études réalisées dans le secteur mentionnent que l'érosion des terres agricoles dans le BV Loup-Yamachiche produirait environ 3,2 tonnes/ha/an de sédiments. Ce ratio, qui représente une quantité massive de sédiments pouvant atteindre la rivière, se classe 3<sup>e</sup> parmi tous les BV du LSP, ce qui explique à la fois l'importante accumulation sédimentaire observée en seulement 1,5 an sur le delta de cette petite rivière.

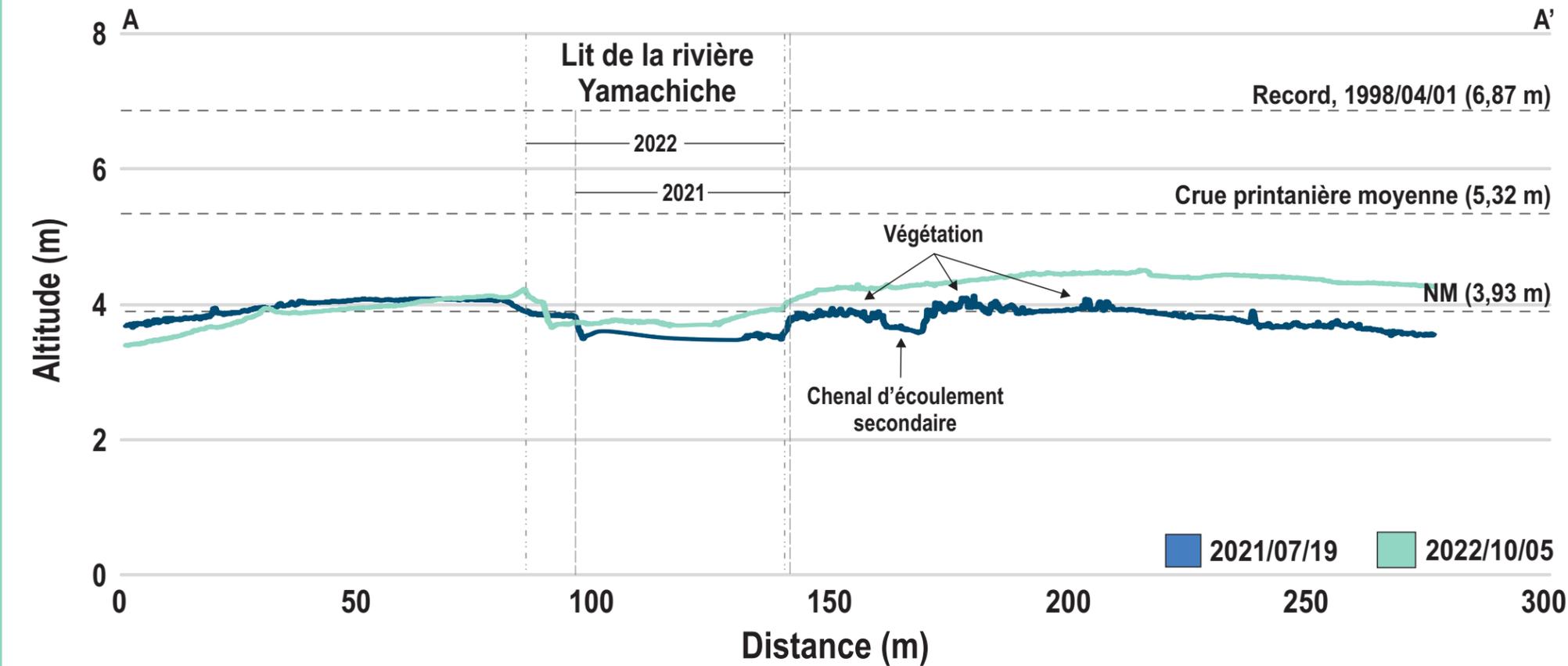
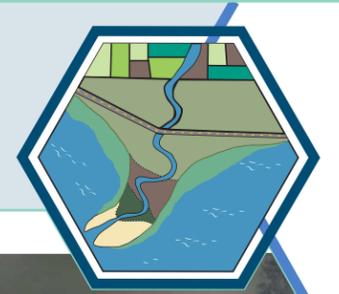
- Cette accumulation s'est principalement produite sur la rive est de la pointe, en raison du sens du courant qui se déplace de l'ouest vers l'est dans le LSP. Cependant, cet apport sédimentaire ne semble pas parvenir à contrebalancer la migration négative que le reste de cette rive subit.

- Pour ce qui est du reste de la pointe Yamachiche, la végétation et les hauts niveaux d'eau printaniers rendent difficile l'évaluation de son évolution verticale. Donc, seulement la portion sableuse dénudée de végétation à l'extrémité de sa pointe a pu être analysée.



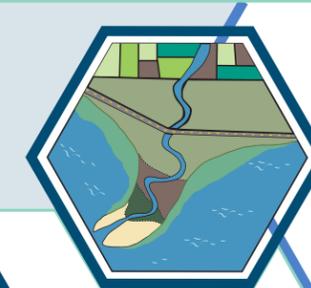
# La pointe Yamachiche

## Évolution verticale du delta



- Les variations détectées dans le profil de pente du delta de la Yamachiche révèlent un **système sédimentaire très dynamique** pour une si petite rivière. L'évolution du profil de la rivière Yamachiche montre que son lit a migré et qu'il s'est élargi d'environ 13 m entre 2021 et 2022, en plus de **modifier légèrement l'orientation de son embouchure**.
- Les changements dans le profil de la partie sableuse de la pointe Yamachiche **se produisent principalement lorsque la pointe est inondée au printemps et parfois à l'automne**, comme l'illustre le niveau moyen des crues printanières. Dans ces conditions, les sédiments provenant de la rivière peuvent se déposer sur ou au front de la pointe provoquant d'importantes **accumulations, particulièrement sur la rive est du profil de la rivière**. Une telle situation s'est produite entre juillet 2021 et octobre 2022, alors qu'une accumulation a recouvert la végétation qui commençait à se développer sur la pointe est, en plus de complètement remplir un ancien chenal d'écoulement secondaire.
- Lors de la période d'étiage, les sédiments qui se sont accumulés au front et/ou sur le delta **sont ensuite colonisés et éventuellement stabilisés par la végétation, permettant ainsi la progradation de la pointe dans le LSP**. Malgré tout, la rivière parvient à ajuster le tracé de son chenal dans les sédiments sableux facilement remobilisables.



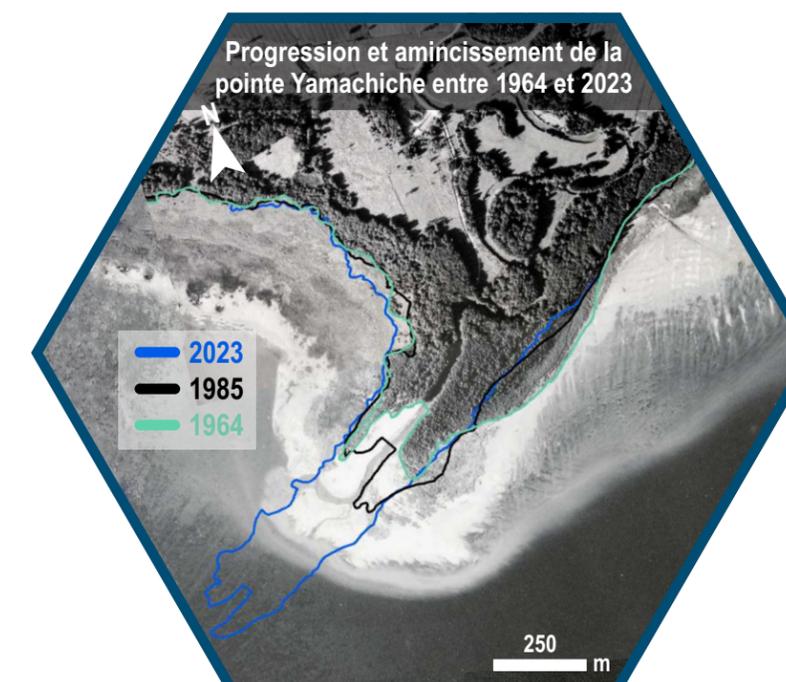
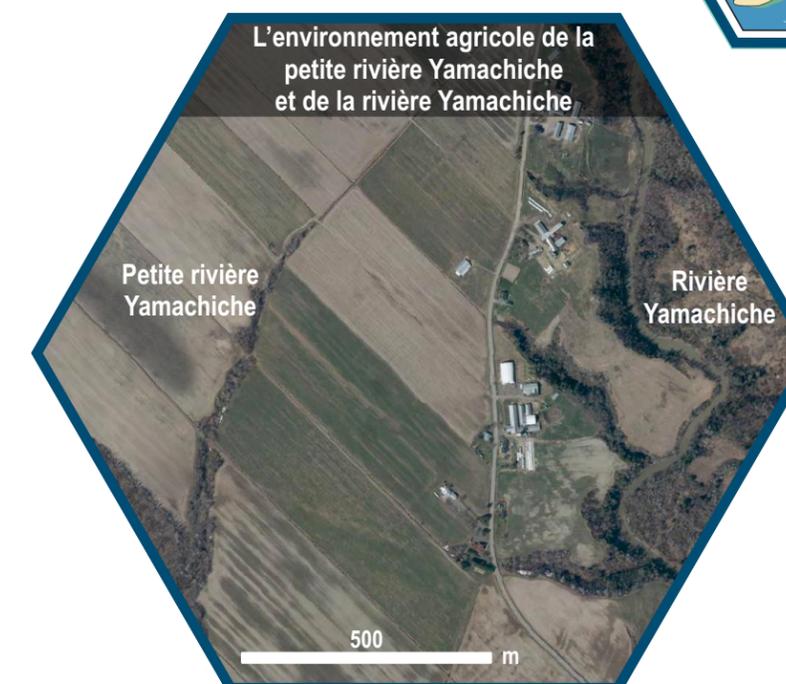


### • L'importance de l'agriculture dans la formation de la pointe Yamachiche

L'agriculture est devenue une des activités socio-économiques dominantes dans le BV de la rivière Yamachiche à partir du 19<sup>e</sup> siècle et joue encore aujourd'hui un rôle déterminant sur sa trajectoire hydrogéomorphologique. **La déforestation et l'exploitation des terres agricoles ont favorisé l'érosion des sols, permettant ainsi un apport important de sédiments dans la rivière à l'origine des écosystèmes mis en valeur par la réserve naturelle de la pointe Yamachiche.** Malgré la réduction de la superficie du territoire agricole et l'émergence de mesures environnementales au courant de la deuxième moitié du 20<sup>e</sup> siècle, **le delta de la rivière Yamachiche a continué de croître rapidement.** La conversion des cultures pérennes en **cultures annuelles et les mauvaises pratiques agricoles (p. ex. : sols à nu avant l'hiver)** seraient ainsi la principale cause du maintien de la progression du delta.

### • La transformation morphosédimentaire du delta de la rivière Yamachiche

La pointe Yamachiche a donc pu progresser grâce aux importants apports sédimentaires provenant des activités agricoles dans son bassin versant. Cependant, à partir des années 1980, d'autres paramètres environnementaux ont fait en sorte que **le delta s'est développé davantage sur sa longueur que sur sa largeur.** Cette réponse géomorphologique a contribué à **augmenter son exposition au régime de vagues du LSP**, lesquelles ont la **capacité d'éroder sa rive est faisant face aux vents dominants** de la région. Ces déplacements latéraux réduisent maintenant la distance de certaines portions terrestres entre des méandres de la rivière et le lac Saint-Pierre, ce qui pourrait **entraîner à moyen terme des avulsions de la rivière**. Ce phénomène pourrait causer des changements majeurs sur (1) la morphologie de la pointe, comme l'abandon du chenal principal, (2) le régime sédimentaire local qui influence le développement des écosystèmes à proximité, et (3) la dynamique de la glace de rivière à l'embouchure de la Yamachiche, à savoir augmenter le risque d'embâcle.



## L'évolution du delta en chiffres

 = 13,3 m<sup>3</sup> ou 20 tonnes

Entre 1964 et 2023

Taux moyen de migration : 0,25 m/an

Avancée maximale : 818,60 m

Recul maximal : -106,90 m

Entre mai 2021 et octobre 2022

Accumulation totale : 5707 m<sup>3</sup> ou 429 

Accumulation moyenne : 16 cm/m<sup>2</sup>/an