

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

Fiche portrait Mobilité-Trajectoire →



Le cas de la falaise du Cap Lévrard

La falaise meuble du Cap Lévrard

Faits saillants



Fait saillant #1 - Environnement très actif

Les falaises meubles sont parmi les environnements riverains les plus rares du Saint-Laurent fluvial, mais elles sont parmi les plus dynamiques en termes d'activité sédimentaire.

Falaise active du Cap Lévrard



Nombreuses rigoles incisant la falaise



Fait saillant #2 - Glissements et événements hydrométéorologiques

Le sommet de la falaise du Cap Lévrard est conditionné par les glissements de terrain, alors que les événements hydrométéorologiques contrôlent l'évolution latérale de sa base.

Les mouvements sédimentaires se manifestent principalement durant le printemps, marqué par une fréquence accrue des niveaux d'eau élevés et des cycles de gel-dégel. Ils se produisent en particulier près des zones de suintement telles que les ravines et les interfaces lithologiques.

Décrochement initié près d'une zone de suintement



Plage à proximité de la falaise



L'évolution de ce type de falaise contribue fortement aux autres environnements sédimentaires à proximité en les alimentant en sédiments.

Fait saillant #3 - Effets de la saisonnalité

Fait saillant #4 - Importante source sédimentaire

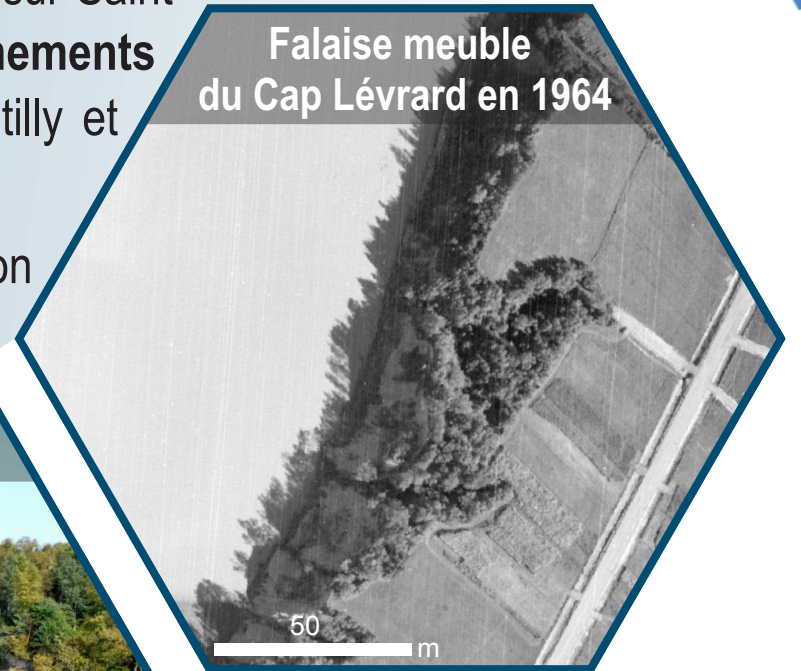
La falaise meuble du Cap Lévrard

Mise en contexte de l'enjeu



- La falaise meuble du Cap Lévrard est **située sur la rive sud de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent**, entre Deschaillons-sur-Saint-Laurent et Saint-Pierre-les-Becquets. Ce type de falaise sédimentaire **représente seulement 1% des environnements riverains du Saint-Laurent fluvial**. Ces falaises se concentrent majoritairement dans l'estuaire fluvial entre Gentilly et Leclercville.
- Environ **50% (≈13 km) des falaises de ce secteur présentent des signes d'activité sédimentaire**. Leur érosion **génère des quantités importantes de sédiments** qui sont soit remobilisées localement ou évacuées par le fleuve. Le transport en suspension des sédiments plus fins provenant de cette érosion est **crucial à la résilience des écosystèmes environnants**, en particulier les marais littoraux situés en aval.
- La falaise du Cap Lévrard est l'une des falaises actives de la région. La **surface active de la falaise était beaucoup moins grande dans les années 1960** en comparaison avec aujourd'hui. L'érosion de cette falaise semble **contrôlée essentiellement par des facteurs naturels**, à l'exception des vagues de battage initiées par la circulation maritime liée à la voie navigable du Saint-Laurent et peut-être d'une influence des activités agricoles à proximité. Il reste néanmoins à savoir si ces facteurs de contrôle naturels ne seraient également pas **conditionnés par la saisonnalité des conditions fluvio-estuariennes froides** de la région.
- Une étude basée sur une **approche géomorphologique et géohistorique** portant sur la falaise du Cap Lévrard a ainsi été réalisée afin de **mieux comprendre (1) les facteurs et les processus qui affectent la variabilité spatiale et temporelle des mouvements sédimentaires** sur les falaises meubles de l'estuaire fluvial et **(2) leur contribution sédimentaire au fleuve et aux secteurs riverains à haute valeur écologique**.
- Cette falaise meuble constitue une berge naturelle active **haute de 30 m et longue de 250 m, avec une pente d'environ 40°**. Elle est principalement composée d'une **strate argileuse à la base**, surmontée par une **strate sableuse au sommet**. La présence de végétation à l'interface entre les deux unités sédimentaires signale la **présence de suintement** à cette limite stratigraphique entre la **couche sableuse perméable et la couche argileuse imperméable**. Le tiers sud de la falaise est entaillé par de profondes ravines et ce secteur de la falaise est **particulièrement sensible aux mouvements de masse**.

Falaise meuble
du Cap Lévrard en 1964



Strate sableuse
sur une strate argileuse



Glissements
de terrain printaniers



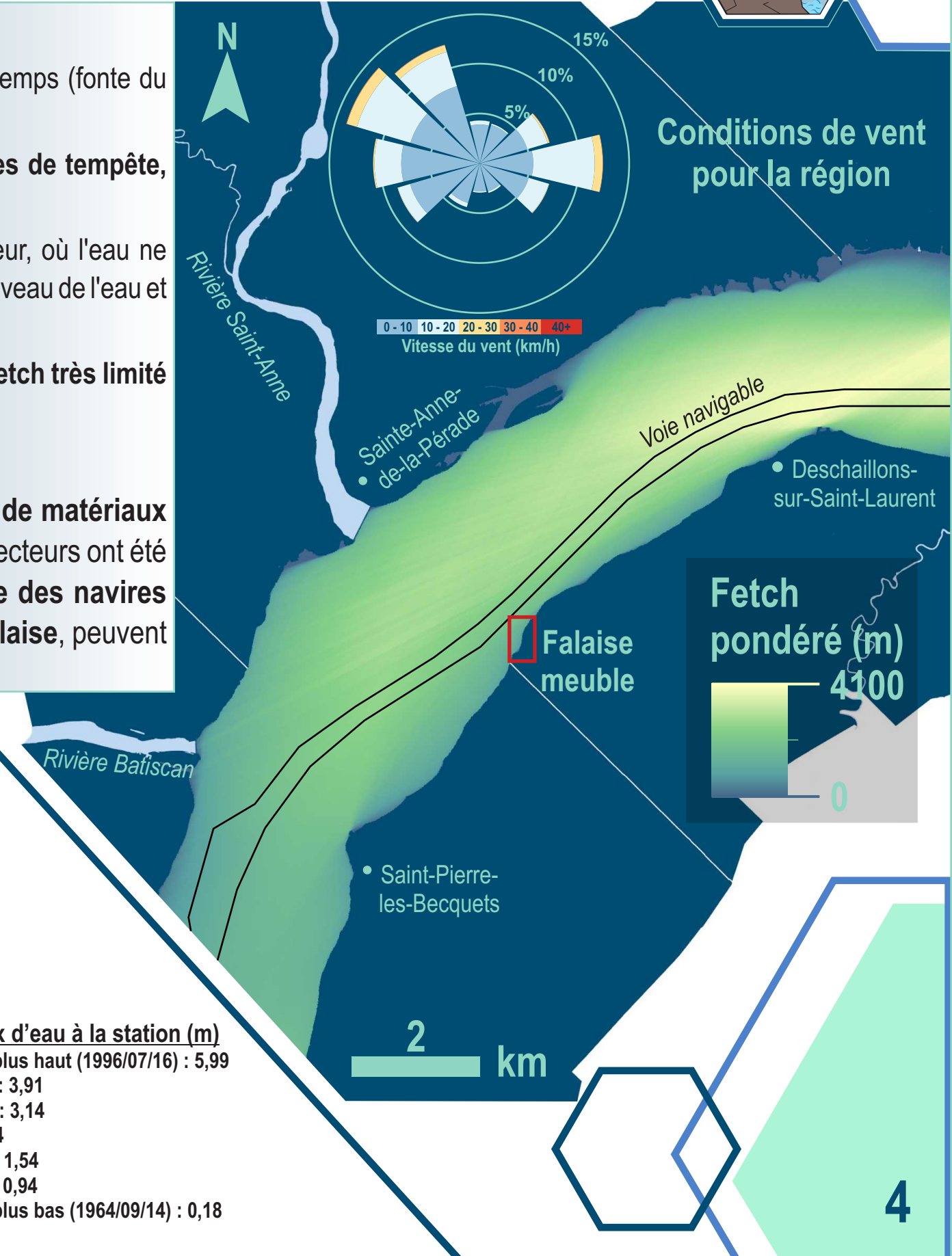
La falaise meuble du Cap Lévrard

Contexte physique

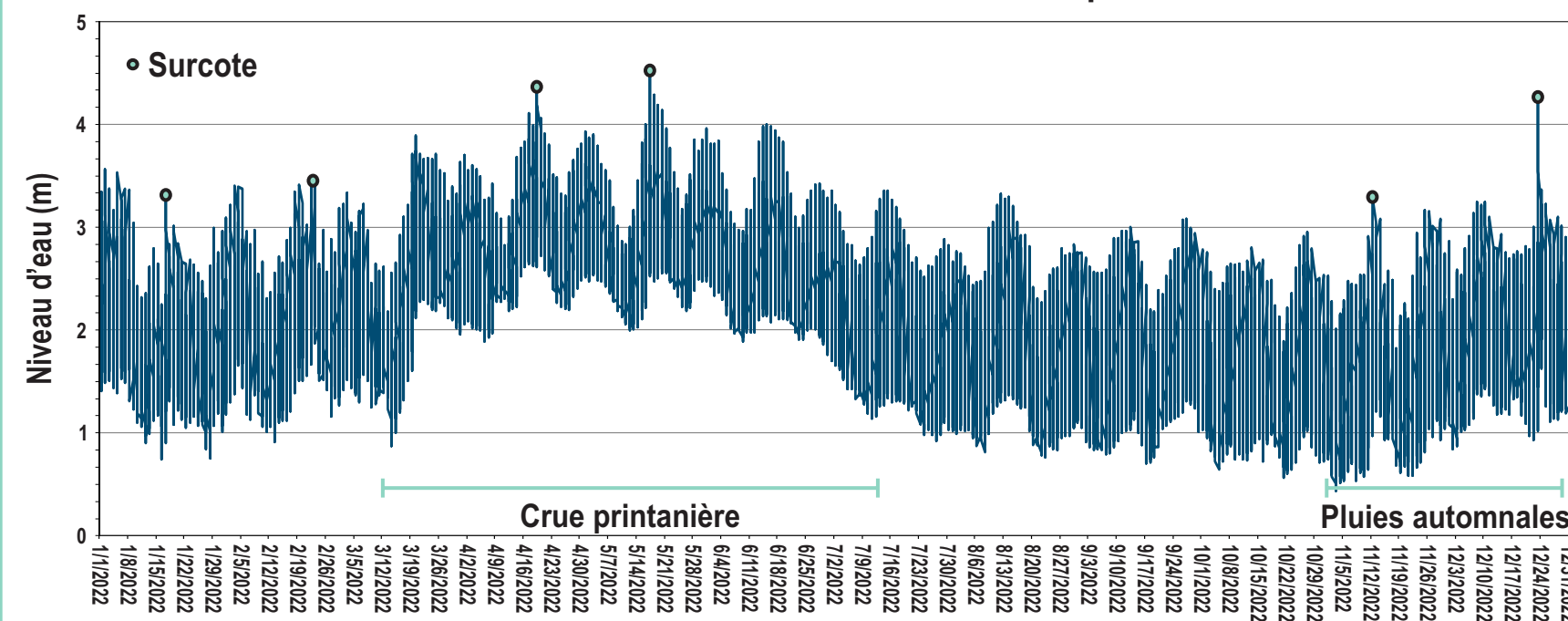


Les principaux facteurs naturels qui contrôlent la dynamique sédimentaire de la falaise du Cap Lévrard sont :

1. Un **régime hydrologique nivo-pluvial**, c'est-à-dire deux augmentations du débit, une importante au printemps (fonte du couvert neigeux) et une plus faible à l'automne (pluies abondantes) ;
 2. Des marées, avec un **marnage moyen d'environ 1,6 m**, susceptibles d'être affectées par de **rare ondes de tempête**, entraînant des **surcotes pouvant atteindre près d'un mètre** (p. ex. : le 23 décembre 2022) ;
 3. Une **influence plus importante des processus fluviaux** que dans la région de Québec. Dans ce secteur, où l'eau ne présente plus aucune salinité, les **ondes de marées affaiblies** se manifestent seulement par une hausse du niveau de l'eau et **ne causent plus d'inversion dans l'écoulement du Saint-Laurent** ;
 4. Des vents dominants provenant majoritairement du nord-ouest et de l'est dans un **environnement côtier à fetch très limité** qui **limite l'importance des vagues liées au vent** ;
 5. La présence de **glace de rive pendant près de 5 mois**, soit de décembre à avril.
- Le littoral de l'estuaire fluvial entre Leclercville et Gentilly est **caractérisé par des falaises composées de matériaux meubles**, dont la moitié sont actives, et des **marais littoraux sur la rive opposée ou en aval**. Quelques secteurs ont été artificialisés par des remblais et des structures de stabilisation. De plus, des **vagues liées au batillage des navires commerciaux** transitant dans la **voie navigable du Saint-Laurent**, laquelle se trouve à **<500 m de la falaise**, peuvent atteindre son pied lorsque les niveaux d'eau sont assez hauts.



Marées à Deschaillons-sur-Saint-Laurent pour 2022



Niveaux d'eau à la station (m)
Record plus haut (1996/07/16) : 5,99
PMSGM : 3,91
PMSMM : 3,14
NM : 2,24
BMIMM : 1,54
BMIGM : 0,94
Record plus bas (1964/09/14) : 0,18

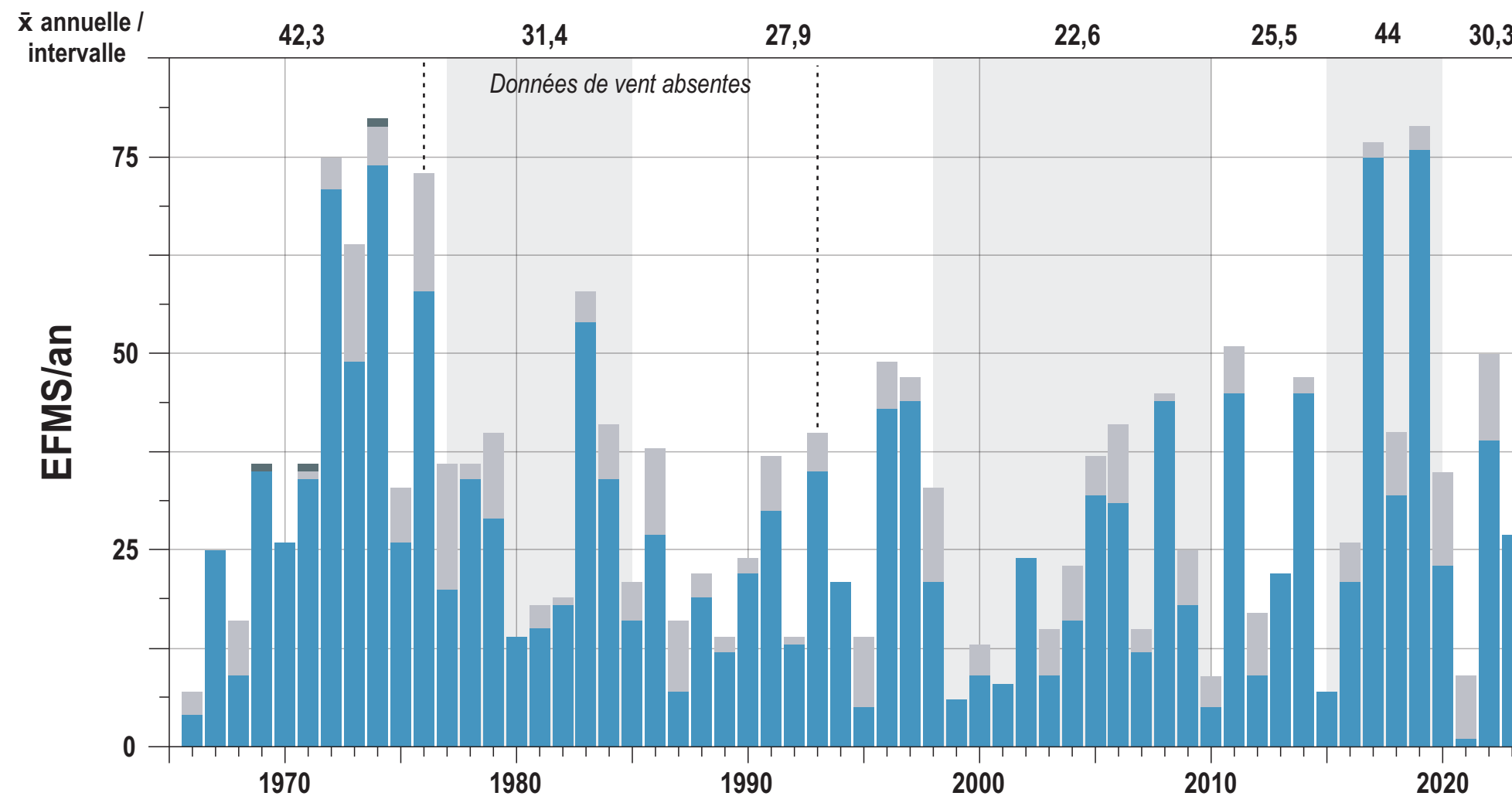
La falaise meuble du Cap Lévrard

Événements à forte mobilité sédimentaire



- Depuis 1966, **1871 « événements à forte mobilité sédimentaire (EFMS) »** ont été comptabilisés selon les valeurs-seuils et correspondraient à de potentiels moments où une migration du pied de la falaise aurait 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.
- Les **intervalles 1969-1979 et 2017-2022 correspondent aux périodes avec les plus grandes concentrations d'événements**. Ces périodes ont également été marquées par des inondations printanières historiques au Québec.
- Les EFMS sont étroitement liés au régime hydrologique nivo-pluvial du Saint-Laurent, alors que **88% des hauts niveaux sont enregistrés au printemps**. Ainsi, ce sont les hauts niveaux d'eau qui sont les plus fréquents parmi les EFMS, suivis de ceux combinant des hauts niveaux d'eau avec la glace de rive non ancrée.
- Les **événements comprenant des vents forts sont extrêmement rares**, avec seulement 3 occurrences depuis 1966 (entre 1969 et 1974). Seul l'effet des **vagues de battillage pendant les hauts niveaux d'eau printaniers pourrait ainsi avoir un impact non négligeable**.

Fréquence des EFMS de 1966 à 2023 pour la région de Deschaillons-sur-Saint-Laurent



Valeurs-seuils



> 3,91 m



07/12 - 31/12

17/03 - 07/04



Fetch efficace :

230-260°

& Vent >29 km/h



Tous les facteurs combinés

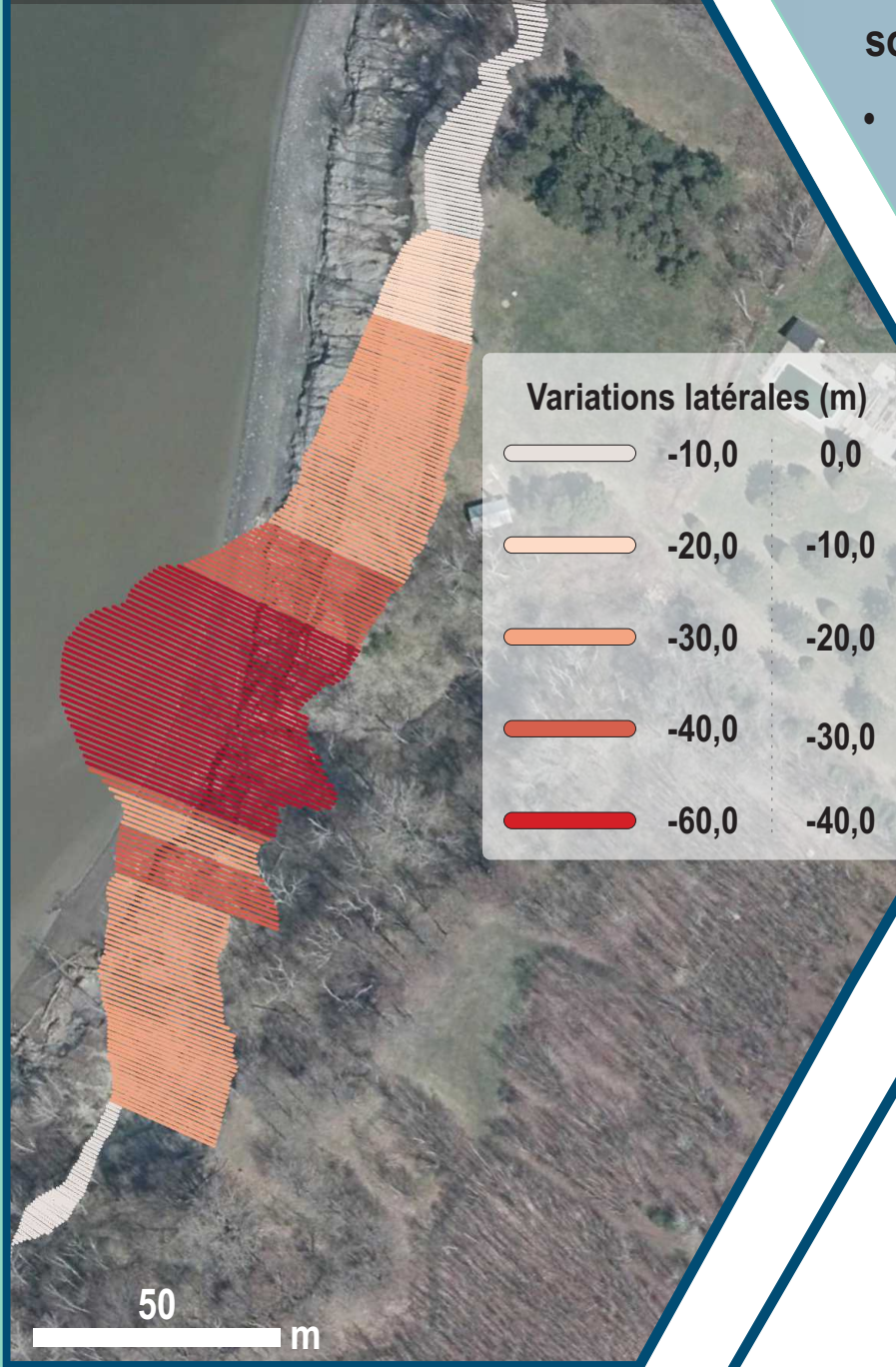
- La saisonnalité des EFMS de la région, produits généralement lors de la crue printanière, **concentrerait la plupart des mouvements sédimentaires au pied de la falaise lors de cette saison**.

La falaise meuble du Cap Lévrard

Évolution latérale de la falaise



Mouvement net du trait de côte entre 1958 et 2023

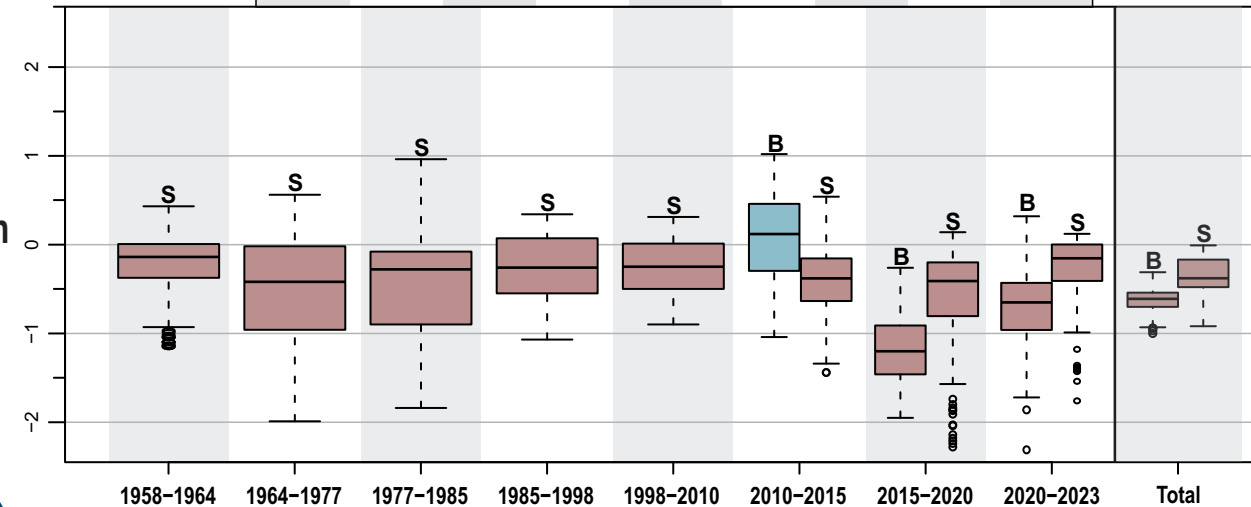


- Le recul général du sommet de la falaise depuis 1958 est plus prononcé vers le centre-sud de la falaise. Ce secteur qui formait à l'origine un bombement marqué s'avancant dans le fleuve, est aujourd'hui remplacé par une profonde ravine. Le recul sommital peut atteindre 60 m en 65 ans dans cette portion de la falaise.
- Le bas de falaise présente une avancée entre 2010 et 2015, probablement liée à une accumulation de sédiments résultant de mouvements de masse. À partir de 2015, le recul est supérieur à celui du haut de la falaise. Le pied de la falaise a seulement été mesuré à partir de 2010 en raison de la distorsion des images aériennes avant cette période.
- Le taux de migration moyen du sommet de la falaise est de -0,37 m/an sur 65 ans ; le taux de migration du bas de falaise de -0,62 m/an sur 13 ans (depuis 2010).
- Les périodes de recul les plus importantes sont 1964-1985 et 2015-2020 pour le sommet, avec un taux de recul supérieur à -0,40 m/an, et 2015-2020 pour le pied de falaise.
- Pour la période 1964-1985, le sommet de la falaise a enregistré un recul maximal de plus de 25 m, un taux inégalé par la suite. Pour la période 2015-2020, le recul du pied de la falaise est d'autant plus prononcé que des sédiments s'étaient accumulés lors de la période précédente, mais le retrait plus rapide qu'au sommet est confirmé à partir de 2020.
- Ces deux périodes correspondent aux périodes de forte concentration en EFMS : des inondations printanières. Ces hauts niveaux ont permis de nettoyer les dépôts provenant des glissements de terrain pour ensuite générer du creusement en pied de falaise créant des instabilités de la partie sus-jacente, ce qui a favorisé le développement d'autres mouvements de masse.

Statistiques sur les mouvements latéraux

	58-64	64-77	77-85	85-98	98-10	10-15	15-20	20-23	Total
TM* $\bar{x}$	Sommet de la falaise (S)								
	-0,21	-0,52	-0,45	-0,25	-0,28	-0,41	-0,58	-0,27	-0,37
	Base de la falaise(B)								
MNTC* $\bar{x}$	-1,39	-6,79	-3,44	-3,21	-3,48	-0,08	-1,17	-0,73	-0,62
						0,38	-6,27	-1,98	-7,88
Max recul	-7,32	-25,78	-14,23	-13,81	-11,17	-6,65	-15,95	-4,75	-60,09
						-4,8	-10,50	-8,32	-12,65

Taux de
migration
(m/an)

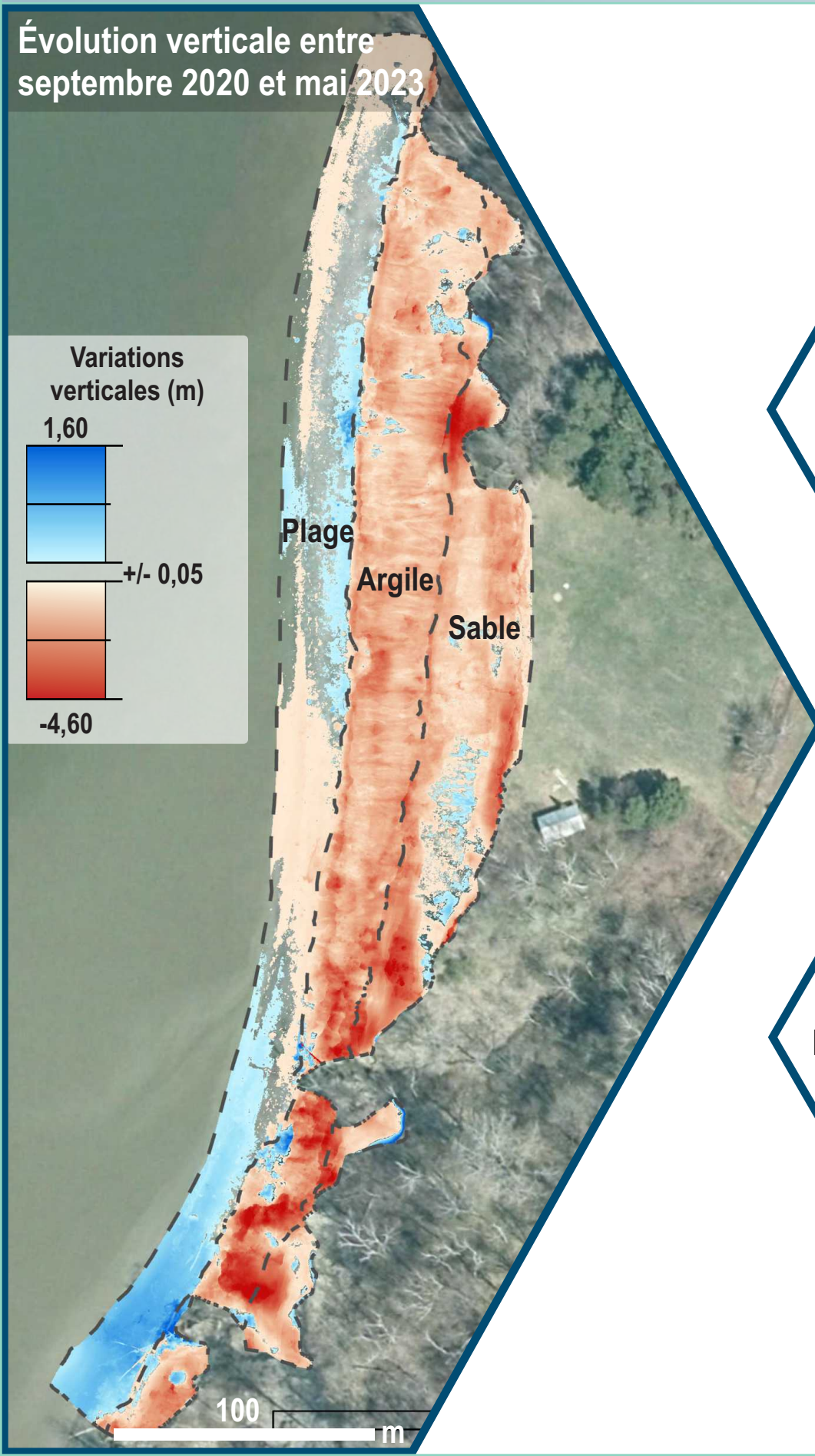


La falaise meuble du Cap Lévrard

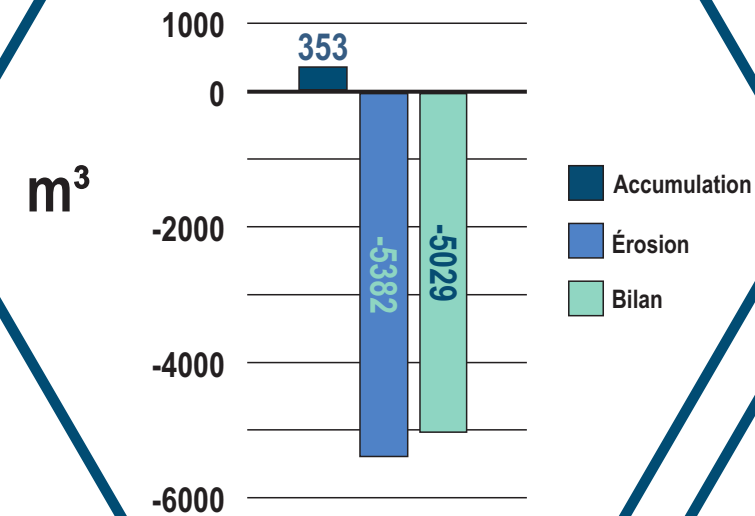
Évolution verticale de la falaise



Évolution verticale entre
septembre 2020 et mai 2023

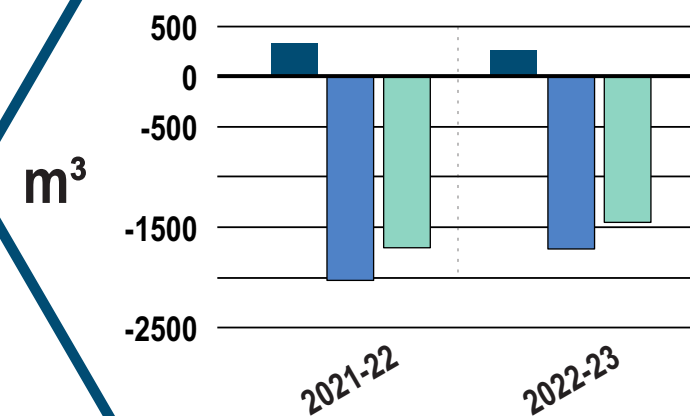


Bilan sédimentaire entre
septembre 2020 et mai 2023

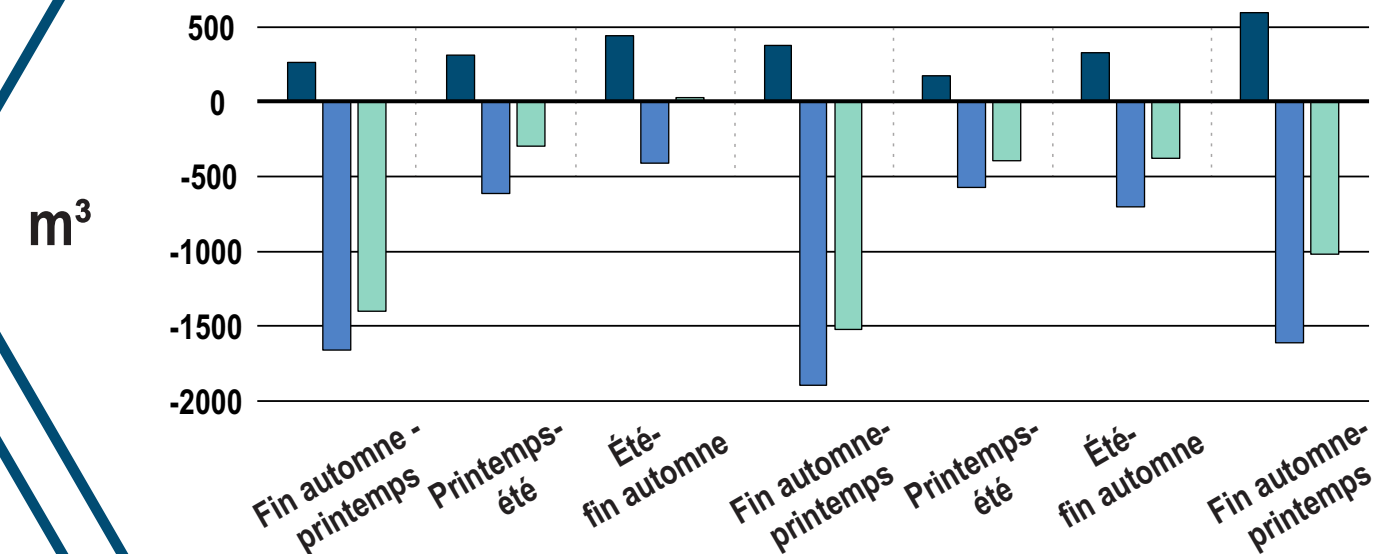


Environ **5000 m³** de sédiments de la falaise ont été perdus et emportés par le fleuve entre septembre 2020 et mai 2023. Ce volume représente un **abaissement moyen rapporté à la surface au sol de 33,9 cm/m²/an**, ce qui constitue une contribution sédimentaire majeure au fleuve. De plus, les valeurs d'**abaissement entre la zone sableuse et argileuse sont relativement similaires**.

Bilan sédimentaire
annuel



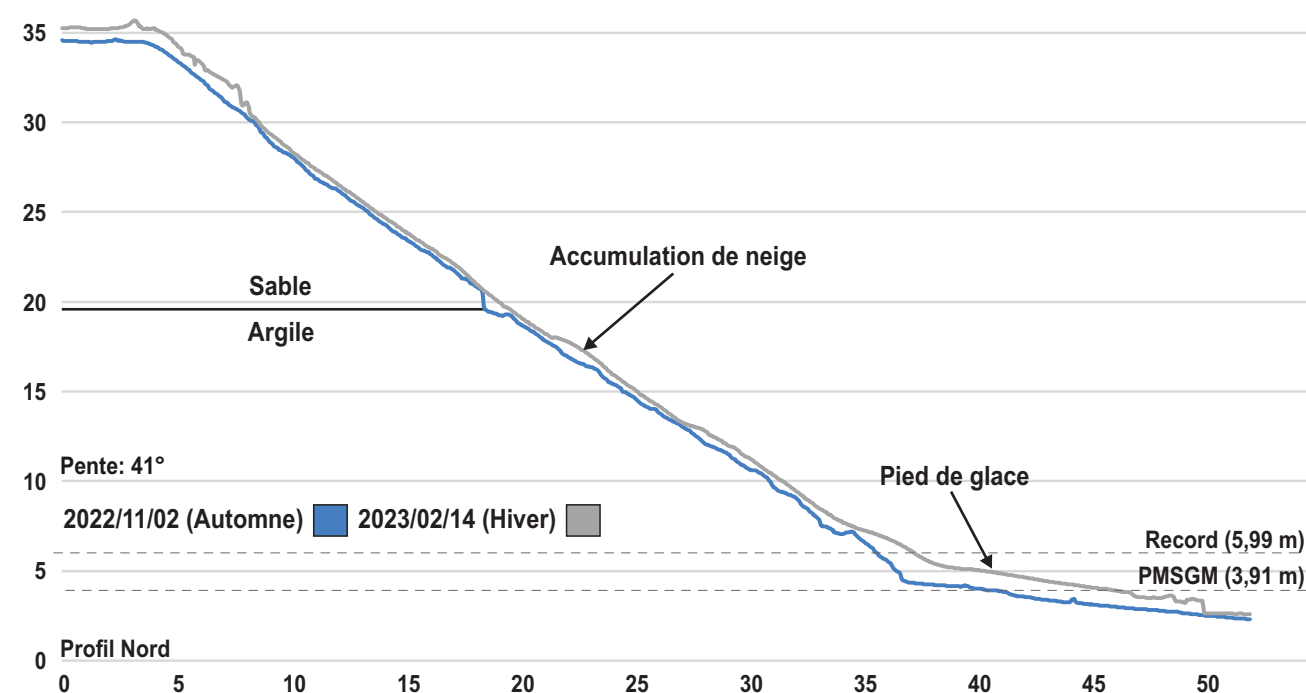
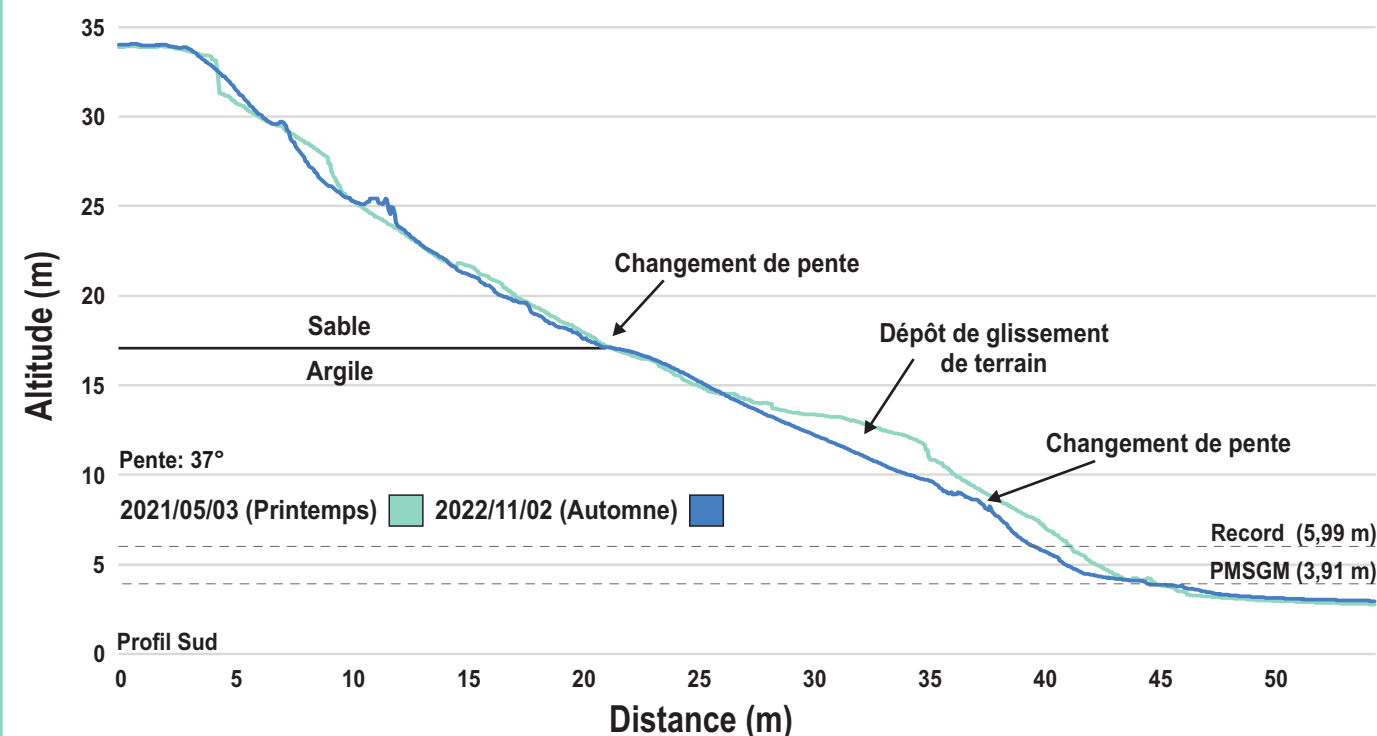
Bilan sédimentaire saisonnier 2020-2023



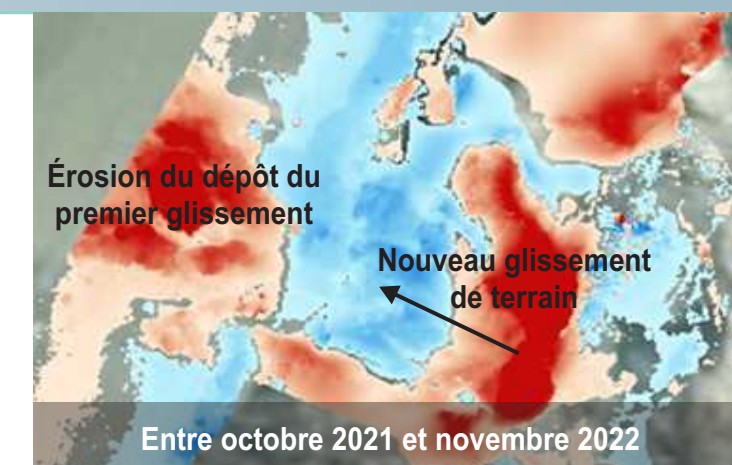
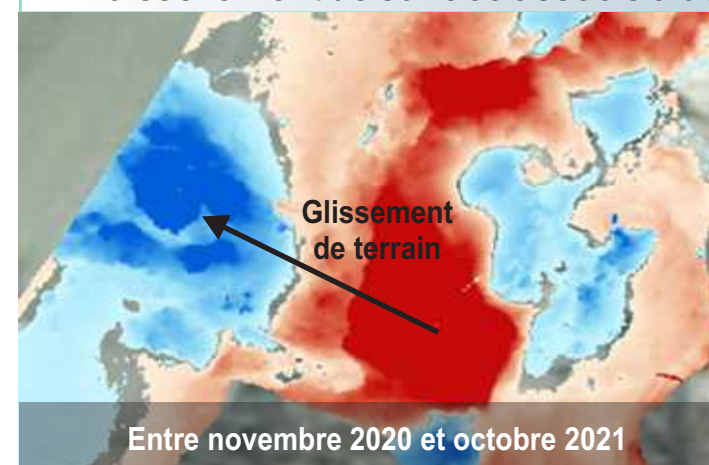
Les mouvements montrent une forte saisonnalité avec **3-4 fois plus de variations lors du printemps**. La falaise a été plus active en 2021-22 par rapport à 2022-23, alors que les niveaux d'eau étaient plus bas, ce qui indique la **contribution de d'autres facteurs de contrôle**.

La falaise meuble du Cap Lévrard

Principaux agents géomorphologiques



- Le profil plus abrupte des premiers mètres du pied de la falaise démontre l'incidence des processus hydrodynamiques provenant du fleuve. Les niveaux d'eau moyens ne permettent pas d'atteindre et de provoquer une érosion du bas de pente, qui est de plus protégé en hiver par le pied de glace. De ce fait, le **creusement du pied de falaise et l'enlèvement des sédiments accumulés sur la plage sont étroitement liés à l'activité des EFMS**, à savoir les hauts niveaux d'eau auxquels peuvent s'additionner une glace de rive non ancrée ou des vagues de batillage.
- La **plupart des mouvements de masse ont été observés près des ravines et initiés depuis le haut de falaise**, en laissant des dépôts temporaires tout au long de la pente. Par exemple, les sédiments provenant d'un important glissement de terrain survenu le 16 septembre 2021 ont complètement disparu le 16 avril 2022 lors d'un EFMS.
- La **progression du front de gel dans les sédiments permet de stabiliser la falaise** lors de la période hivernale. Au printemps, la fonte du manteau neigeux expose la face de la falaise aux cycles de **gel-dégel** liés aux fluctuations de température et augmente les infiltrations d'eau et la pression interstitielle dans la partie sableuse perméable. Des relâchements successifs de cette pression lors des phases de dégel des cycles produisent des conditions favorables au déclenchement des mouvements de masse, et ce, particulièrement près des zones de suintement, comme l'interface lithologique sable/argile et les ravines.
- Quant à la partie argileuse de la falaise, la **progression du front de gel associée aux cycles de gel-dégel provoque des zones de fracture profondes et favorise des détachements de blocs**. Les mouvements de masse observés en été dans la partie sud de la falaise peuvent avoir été induits par une déstabilisation de la pente initiée au printemps et/ou d'autres processus subaériens, comme du ruissellement de surface associé à des fortes pluies.



La falaise meuble du Cap Lévrard

Sommaire et conclusions



- **La mobilité à deux vitesses de la falaise meuble du Cap Lévrard**

La falaise active du Cap Lévrard a connu un **important recul depuis 65 ans**. Son érosion continue à produire d'importants volumes de sédiments. Son évolution est **essentiellement régie par des forçages naturels externes et intrinsèques à la falaise**, comme les EFMS, sa morphologie et sa composition lithologique. Cependant, les reculs et leur vitesse qui l'affectent se produisent différemment sur son sommet sableux et sa base argileuse. La **partie sommitale de la falaise est davantage soumise à des mouvements gravitaires rapides**, tandis que la **mobilité beaucoup plus lente du pied de falaise est étroitement associée aux processus hydrodynamiques**, comme les EFMS. Ces EFMS sont d'ailleurs dominés par les hauts niveaux d'eau saisonniers, parfois associés à la glace de rive non ancrée et aux vagues de batillage provenant de la voie navigable à proximité. La majorité des mouvements latéraux et verticaux ont été détectés sur la partie sud de la falaise qui est entaillée par de profondes ravines.

- **L'importance de la saisonnalité dans les processus d'érosion de la falaise**

La **dynamique morphosédimentaire de la falaise démontre une forte saisonnalité**, car les processus d'érosion agissent **essentiellement au printemps** ; **3 à 4 fois plus de mouvements ont été détectés pendant cette saison**. Plus précisément, les facteurs dominants qui contribuent à son érosion sont (1) **la combinaison des cycles de gel-dégel et des infiltrations des eaux de la fonte printanière** qui affectent particulièrement les zones de suintement comme l'interface lithologique sable/argile et les ravines, et (2) **les hauts niveaux d'eau associés à la crue printanière**, qui affectent le pied de falaise ainsi que la stabilité générale de la pente et qui participent également au retrait des sédiments accumulés sur la plage après des glissements de terrain. L'analyse de l'évolution de la falaise meuble du Cap Lévrard montre que les falaises actives concentrées dans cette portion de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent sont d'**importants pourvoyeur de sédiments dans le fleuve**. Ces falaises apportent donc une **contribution sédimentaire essentielle à la résilience des systèmes riverains qui les entourent**.



L'évolution de la falaise en chiffres = 13,3 m³ ou 20 tonnes

Entre 1958 et 2023 (sommet de la falaise)

Taux moyen de migration : -0,37 m/an

Recul maximal : -60,09 m

Entre 2010 et 2023 (base de la falaise)

Taux moyen de migration : -0,62 m/an

Recul maximal : -12,65 m

Entre septembre 2020 et octobre 2023

Perte volumétrique totale : -5029 m³ ou 378 

Abaissement moyen : 33,9 cm/m²/an