

--> Voir l'**erratum** concernant cet article

## Âge et taux moyen d'accrétion verticale des schorres du Saint-Laurent estuarien, en particulier ceux de Montmagny et de Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec

### Age and Mean Rate of Vertical Accretion of Intertidal Marshes of the St. Lawrence Estuary, Particularly those at Montmagny and Sainte-Anne-de-Beaupré

Jean-Claude Dionne

Volume 58, numéro 1, 2004

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/013111ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/013111ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Dionne, J.-C. (2004). Âge et taux moyen d'accrétion verticale des schorres du Saint-Laurent estuarien, en particulier ceux de Montmagny et de Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 58(1), 73-108. <https://doi.org/10.7202/013111ar>

Résumé de l'article

D'un point de vue géologique, les marais intertidaux (schorres supérieurs) constituent une formation sédimentaire originale. Ceux du Saint-Laurent estuarien sont constitués de trois faciès superposés généralement mis en place au-dessus d'un substrat limono-argileux (dépôt pélicitique de la Mer de Goldthwait) taillé en surface d'érosion. Selon le secteur, le dépôt à la base du schorre supérieur possède les caractéristiques des slikkes vaseuses ou sableuses, ou bien des bas estrans sableux et graveleux. La deuxième unité (la plus importante en épaisseur), constituée de vase (limon sableux) et de débris de plantes en place, correspond à un faciès de schorre inférieur. Plus organique, la troisième unité, en surface, est caractéristique d'un faciès de schorre supérieur. Les schorres du Saint-Laurent estuarien sont des formations sédimentaires relativement récentes. Si le substrat limono-argileux date du début de l'Holocène (12,5-10 ka), la mise en place des trois unités constituant le schorre supérieur a eu lieu seulement au cours du dernier millénaire. Dans les deux principaux sites étudiés (Montmagny et Sainte-Anne-de-Beaupré), l'unité 1 a été mise en place entre 400 et 900 BP environ, l'unité 2, entre 130 et 400 BP, alors que l'unité 3, en général encore en accrétion verticale, a, pour l'essentiel, été édiflée au cours du dernier siècle. Bien que le taux moyen d'accrétion verticale à long terme varie d'un site à l'autre, il est à peu près partout légèrement inférieur à celui de la plupart des schorres dans le monde pour la même période. Dans 68,5 % des cas, il se situe entre 1 et 2 mm/an, dans 21 % des cas, entre 2 et 3 mm/an, et dans 10,5 % des cas, au-dessus de 3 mm/an. Menacés à la fois par l'érosion et les empiétements, les schorres du Saint-Laurent estuarien, en raison de leur faible superficie ainsi que de leur valeur écologique et économique, méritent d'être mieux connus, protégés et mis en valeur.

# ÂGE ET TAUX MOYEN D'ACCRÉTION VERTICALE DES SCHORRES DU SAINT-LAURENT ESTUARIEN, EN PARTICULIER CEUX DE MONTMAGNY ET DE SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ, QUÉBEC

Jean-Claude DIONNE\*, Département de géographie, Université Laval, Québec G1K 7P4.

**RÉSUMÉ** D'un point de vue géologique, les marais intertidaux (schorres supérieurs) constituent une formation sédimentaire originale. Ceux du Saint-Laurent estuarien sont constitués de trois faciès superposés généralement mis en place au-dessus d'un substrat limono-argileux (dépôt pélitique de la Mer de Goldthwait) taillé en surface d'érosion. Selon le secteur, le dépôt à la base du schorre supérieur possède les caractéristiques des slikkes vaseuses ou sableuses, ou bien des bas estrans sableux et graveleux. La deuxième unité (la plus importante en épaisseur), constituée de vase (limon sableux) et de débris de plantes en place, correspond à un faciès de schorre inférieur. Plus organique, la troisième unité, en surface, est caractéristique d'un faciès de schorre supérieur. Les schorres du Saint-Laurent estuarien sont des formations sédimentaires relativement récentes. Si le substrat limono-argileux date du début de l'Holocène (12,5-10 ka), la mise en place des trois unités constituant le schorre supérieur a eu lieu seulement au cours du dernier millénaire. Dans les deux principaux sites étudiés (Montmagny et Sainte-Anne-de-Beaupré), l'unité 1 a été mise en place entre 400 et 900 BP environ, l'unité 2, entre 130 et 400 BP, alors que l'unité 3, en général encore en accréation verticale, a, pour l'essentiel, été édifiée au cours du dernier siècle. Bien que le taux moyen d'accréation verticale à long terme varie d'un site à l'autre, il est à peu près partout légèrement inférieur à celui de la plupart des schorres dans le monde pour la même période. Dans 68,5% des cas, il se situe entre 1 et 2 mm/an, dans 21% des cas, entre 2 et 3 mm/an, et dans 10,5% des cas, au-dessus de 3 mm/an. Menacés à la fois par l'érosion et les empiètements, les schorres du Saint-Laurent estuarien, en raison de leur faible superficie ainsi que de leur valeur écologique et économique, méritent d'être mieux connus, protégés et mis en valeur.

**ABSTRACT** *Age and mean rate of vertical accretion of intertidal marshes of the St. Lawrence estuary, particularly those at Montmagny and Sainte-Anne-de-Beaupré.* From a geological point of view, intertidal marshes (high marshes) are an original sedimentary formation. Those in the St. Lawrence estuary are made of three superposed facies generally overlying a silty-clayey substrate (a pelitic deposit of the post-glacial Goldthwait Sea), cut into an erosion surface. Depending on the area, the basal deposit of high marshes has the characteristics of a mud tidal flat or a lower sandy and gravelly strand. The second unit (the most important in thickness), made of laminated mud (sandy silt) and remains of plants in growing position, is a low marsh facies deposit. More organic, the third unit, at the surface, is a high marsh facies deposit. The St. Lawrence intertidal marshes are relatively recent sedimentary deposits. Although the clay substrate is an early Holocene deposit (12.5-10 ka), the three units of the high marsh were emplaced only during the last millennium. In the two main marshes studied (Montmagny and Sainte-Anne-de-Beaupré), unit 1 was formed between 400 and 900 BP, unit 2, between 130 and 400 BP and unit 3, which is generally still in vertical accretion process, was mainly deposited during the last century. Even though the long term mean vertical accretion rate of the surface varies from place to place, it is almost everywhere slightly lower than in most intertidal marshes of the World for the same period. In 68,5% of sites, it is between 1 and 2 mm/yr, in 21%, between 2 and 3 mm/yr and in 10,5%, over 3 mm/yr. Threatened by both erosion and land recovery, the St. Lawrence estuary tidal marshes, because of the small surface area that they cover, and also of their ecological and economic value, need to be better studied and protected, as well as adequately enhanced.

Manuscrit reçu le 15 décembre 2003; manuscrit révisé accepté le 10 mai 2004 (publié le 2<sup>e</sup> trimestre 2006)

\*Adresse actuelle : 2761, rue de Valcourt, Sainte-Foy, Québec, Québec G1W 1V9

Adresse électronique: dionne.morissette@globetrotter.net

## INTRODUCTION

Malgré leur importance écologique et économique, les schorres du Saint-Laurent estuarien n'ont pour la plupart reçu que peu d'attention des chercheurs en dehors de certains aspects biologiques (flore et faune). Leur étendue restreinte (Gauthier *et al.*, 1980; Environnement Canada, 1991) et la perspective d'une élévation du niveau marin relatif au cours des prochaines décennies susceptible d'accélérer leur érosion et leur dégradation (Dionne, 1986, 2000; Dionne et Bouchard, 2000), incitent à mieux connaître ces milieux naturels fragiles, en particulier leurs aspects morpho-sédimentologiques, et à retracer les grandes lignes de leur formation et de leur évolution (Dionne, 1984b, 1993).

La présente contribution fournit des données sur l'âge et le taux moyen d'accrétion verticale à long terme de deux d'entre eux parmi les plus vastes et les mieux connus dans le secteur amont du moyen estuaire du Saint-Laurent. Ce secteur est caractérisé par des schorres à scirpe américain (*Scirpus americanus*) qui sont fréquentés par les oies, en particulier la grande oie des neiges (*Chen caerulescens atlantica*). Il correspond à la zone du « bouchon vaseux »<sup>1</sup>, où la turbidité est la plus élevée (Silverberg et Sundby, 1979; d'Anglejan, 1981); cela devrait normalement se traduire par un taux de sédimentation élevé et une expansion latérale rapide des schorres (Hamel, 1963). Ce n'est malheureusement pas le cas (Dionne, 1984a, 2002a). La plupart d'entre eux accusent un déficit sédimentaire qui se traduit par un recul important du schorre supérieur et un abaissement vertical de la surface du schorre inférieur. La présence d'une micro-falaise de 75 à 200 cm de hauteur entaillant la partie externe du schorre supérieur, notamment à Sainte-Anne-de-Beaupré (SAB) et à Montmagny (MON), a permis non seulement l'examen des trois faciès superposés composant cette unité, mais aussi la récolte de matériaux organiques et anthropiques qui ont fourni des dates au <sup>14</sup>C à partir desquelles le taux d'accrétion verticale moyen à long terme de la surface a pu être estimé. Sont aussi présentées dans cet exposé les données disponibles pour d'autres schorres des rives sud et nord des estuaires moyen et maritime du Saint-Laurent.

## TERMINOLOGIE

D'après la plupart des auteurs (Chapman, 1960, 1977; Evans, 1965; Reineck, 1972, 1978; Frey et Basan, 1978; Reineck et Singh, 1980; Allen et Pye, 1992), le marais intertidal (*tidal marsh*) correspond à la zone couverte de végétation sujette aux inondations périodiques de la marée. Il s'agit d'un tapis végétal continu et relativement dense, bien que parfois caractérisé par des mares, des chenaux de marée ou des espaces dénudés (Verger, 1968; Dionne, 1972; Paskoff, 1998).

En Europe, les vocables « schorre »<sup>2</sup> et « slikke » sont utilisés, surtout en Hollande, en Allemagne, au Danemark, en Belgique et en France (Verger, 1956, 1995; De Langhe, 1978; Bonnot-Courtois et Levasseur, 2001). Dans ce dernier pays, les termes « herbu » ou « pré-salés », d'usage courant en

Bretagne et dans le bassin d'Arcachon, ainsi que le terme « vasière », sont des équivalents de « schorre » et de « slikke » (Verger, 1995). En anglais (Angleterre, Canada et États-Unis), on parle plutôt de *salt marsh* ou de *tidal marsh*. On y distingue habituellement deux niveaux caractérisés par des tapis végétaux continus et relativement denses de compositions très contrastées. Sur le *low marsh* de la côte est américaine (Frey et Basan, 1978) et la côte atlantique canadienne (Ganong, 1903), par exemple, ne pousse qu'une espèce, la spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*), alors que sur le *high marsh*, la couverture végétale est variée, comprenant au moins une dizaine d'espèces, dont la spartine étalée (*Spartina patens*). Il en est de même en Angleterre, où la plupart des marais intertidaux sont caractérisés par deux niveaux à tapis végétaux fort différents.

Par contre, en Hollande et dans d'autres pays de la mer du Nord, la plupart des marais intertidaux possèdent un seul niveau (Lefeuvre, 2000, p. 148), soit le plus élevé (*high marsh*), de sorte que le schorre a été défini comme une zone submergée uniquement lors des marées de vive-eau (Massart, 1908).

Lorsque l'on emploie chez nous la terminologie flamande, fortement recommandée en français (Verger, 1956, p. 146; Goeldner-Gianella, 1999, p. 75), on fait face à un problème, car la partie inférieure du marais intertidal, qui devrait normalement s'appeler « schorre inférieur », ne répond pas à la définition originelle du schorre basée sur le critère de la submersion par les seules marées de vive-eau. Il s'agit pourtant d'une zone possédant un tapis végétal continu, relativement dense et haut (50 à 150 cm), notamment dans les marais à scirpe américain (*Scirpus americanus*) du secteur amont du moyen estuaire du Saint-Laurent (fig. 1) et dans les marais à spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) de l'estuaire maritime (fig. 2).

À la suite de plusieurs auteurs francophones (entre autres Francis-Bœuf, 1942; Guilcher 1954; Guilcher et Berthois, 1957; Verger, 1956, 1968), nous avons utilisé en français, et même en anglais (Dionne, 1968a, 1968b, 1972, 1986), les vocables flamands « schorre » et « slikke » pour les marais intertidaux au Québec. Ces deux termes apparaissent d'ailleurs dans l'*Encyclopedia of Beaches and Coastal Environments* (Schwartz, 1982) et dans le *Glossary of Geology* de l'*American Geological Institute* (Bates et Jackson, 1987). En conséquence, nous parlons de schorre inférieur (*low marsh*) et de schorre supérieur (*high marsh*) puisqu'il existe bien, un peu partout, deux niveaux distincts bien définis dans la zone intertidale couverte par un tapis végétal continu.

Selon nous et la majorité des auteurs anglo-saxons, le critère essentiel d'un marais intertidal est le couvert végétal (Chapman, 1960; Teal et Teal, 1969; Adam, 1990) et non le temps de recouvrement par la marée; ce dernier critère est important, mais secondaire; il permet seulement de différencier divers niveaux caractérisés par un tapis végétal composé d'espèces différentes. Selon Dijkema (1998): « Coastal salt marshes may be defined as areas vegetated by herbs, grasses, and low shrubs, bordering saline water bodies. » Il n'est pas question de temps de recouvrement par la marée.

Se basant sur la définition originelle du vocable « schorre » (Massart, 1908), c'est-à-dire une zone à tapis végétal dense envoyée seulement lors des marées de vive-eau, Jacques

1. Expression introduite par Glangeaud (1938).

2. Le vocable « schorre » apparaît dans l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert (1751-1780).

(1949) a introduit la notion de « haute slikke » pour la zone intertidale de l'herbu de la baie de Mont-Saint-Michel; celle-ci correspond au schorre inférieur du Québec et d'ailleurs en Amérique du Nord ainsi que de certains pays européens. Cette initiative a donné lieu à beaucoup de confusion par la suite et a incité des auteurs québécois à refuser l'utilisation des vocables « schorre inférieur » et « schorre supérieur » (Gauthier, 1978; Bertrand, 1984; Couillard et Grondin, 1986; ARGUS, 1994; Buteau *et al.*, 1994) puisque, selon le critère de la submersion, le « schorre » devrait correspondre uniquement à la partie supérieure du marais intertidal inondé lors des marées de vive eau et des tempêtes.

De son côté, Verger (1956, 1968, 1995) n'a pas tranché le débat; il s'est plutôt rallié à Jacquet et à Massart tout en soutenant que le schorre était l'équivalent de l'herbu, c'est-à-dire de l'ensemble de la zone couverte par un tapis végétal continu et relativement dense. Or, dans la baie du Mont-Saint-Michel, il existe bien deux, voire trois niveaux parfois séparés par une micro-falaise nette (fig. 3), de sorte que des auteurs français ont aussi utilisé les expressions « schorre supérieur », « schorre moyen » et « schorre inférieur » pour les identifier (Rivière, 1936; LeRhun *et al.*, 1989; Goeldner-Gianella, 2000; Lefeuve, 2000; Bonnot et Levasseur, 2001). Pour Brunet *et al.* (1992), l'herbu est une « étendue dotée de végétation halophile dans un marais littoral, notamment la spartine (*Spartina Townsendii*); se dit en néerlandais schorre ». En Europe, la *Spartina townsendii* est l'équivalent de la *Spartina alterniflora* chez nous et sur la côte est du Canada et des États-Unis, l'espèce prédominante et généralement exclusive du schorre inférieur (*low marsh*).

Dans les marais intertidaux de la Hollande et de l'Allemagne, et même en France, le vocable « haute slikke » s'applique à une zone étroite, en contrebas de la micro-falaise du schorre, qui est partiellement couverte par des espèces pionnières : *Salicornia europea*, *Spartina anglica* ou *townsendii* et *Sueda maritima* (fig. 4). En anglais, cette zone est appelée *pioneer zone* ou *pioneer marsh* (Erchinger, 1985; Bouchard *et al.*, 1998; Dijkema, 1998; van Rijn, 1998; Lefeuve *et al.*, 2000). Lefeuve (2000) a utilisé l'expression « zone pionnière » à la place de haute slikke et a reconnu l'existence de trois niveaux dans le schorre : inférieur, moyen et supérieur, ce qui correspond à la réalité chez nous pour les schorres naturels les plus étendus. Ces trois niveaux existent aussi sur les rives de la baie de Fundy (van Proosdij *et al.*, 1999).

Dans une publication récente, Bonnot-Courtois et Levasseur (2001) distinguent quatre zones dans les pré-salés de la baie du Mont Saint-Michel : 1) le haut schorre, dominé par *Elymus pungens* et *Festuca rubra v. littoralis*; 2) le moyen schorre à tapis végétal composé principalement d'*Atriplex portulacoides* et de *Puccinellia maritima* dans les zones broutées par les moutons; 3) le bas schorre à *Puccinellia maritima*, *Aster tripolium* et *Sueda maritima*; et 4) la haute slikke à tapis végétal ouvert, clairsemé, comprenant des *Salicornia europea* et des *Spartina anglica*. Le haut schorre est submergé lors des marées de vive eau de coefficient 120, le moyen schorre, par des marées de vive eau de coefficient 100 et le bas schorre, par des marées moyennes de coefficient 70-75, alors que la haute slikke correspond au niveau des marées moyennes de morte-eau, de coefficient 45.

La même zonation et la même terminologie ont été utilisées par Bertrand *et al.*, (2003) pour le schorre de la Ria Formosa, dans le sud du Portugal.

Bref, si au Québec on utilise les vocables « schorre » et « slikke », on est fondé, en raison de leur existence dans la langue française depuis plusieurs siècles (De Langhe, 1978), de parler de « schorre inférieur » et de « schorre supérieur » pour désigner les deux niveaux du marais intertidal possédant une couverture végétale continue relativement dense. Les vocables « marais supérieur » et « marais inférieur » utilisés par certains (Bertrand, 1984; ARGUS, 1994) ainsi que « bas marais », « moyen marais » et « haut marais » (Lefeuve, 2000) sont une simple traduction de *high*, *middle* et *low marsh*. La haute slikke de Gauthier (1978) à L'Isle-Verte, qui correspond à un schorre inférieur à *Spartina alterniflora*, ne possède pas les caractéristiques de la haute slikke en Hollande (van Straaten, 1961), en Allemagne et en France, en dehors du critère du temps de submersion. Or, ce dernier critère ne saurait passer avant celui du couvert végétal, critère fondamental d'un marais littoral reconnu par tous les spécialistes.

Par ailleurs, en dehors du secteur amont du moyen estuaire du Saint-Laurent, la zone adjacente au schorre ou à l'herbu ne peut être appelée « slikke », car il s'agit d'une surface d'érosion taillée dans l'argile de la Mer de Goldthwait, surface voilée seulement par quelques centimètres de sable, de vase et de petits cailloux (Bélanger, 1993) qui ne possède aucune des caractéristiques des véritables slikkes des littoraux de la mer du Nord. En général, dans les schorres à spartine alterniflore de l'estuaire maritime (Isle-Verte, Trois-Pistoles, Bic, Rimouski, par exemple), l'épaisseur des sédiments intertidaux recouvrant la plate-forme d'érosion dans le substrat argileux excède rarement 10 cm dans la partie interne du schorre inférieur alors qu'elle est de 2 à 3 cm seulement dans la partie externe (Dionne, 1999). On peut donc difficilement qualifier cette zone de « haute slikke ».

Signalons en conclusion que, dans la zonation du rivage qu'ils ont retenue, les auteurs de la planche de l'*Atlas environnemental du Saint-Laurent* intitulée *Des berges douces aux littoraux escarpés : les formes et la dynamique des rives du Saint-Laurent* (Environnement Canada, 1992) préconisent l'utilisation des vocables suivants pour la zone intertidale dans les secteurs à marais littoraux : schorre supérieur, schorre inférieur, haute slikke et slikke.

## ASPECTS GÉNÉRAUX

### ÉTENDUE

Le principal secteur du Saint-Laurent estuarien caractérisé par des marais intertidaux s'étend de Québec à Rimouski, sur la rive sud, et de Québec à Manicouagan, sur la rive nord, sur une distance respective d'environ 300 et 500 km (fig. 5). En se basant sur la salinité des eaux de l'estuaire, ce vaste territoire peut être subdivisé en deux. Le secteur d'eau douce et saumâtre en amont de Saint-Jean-Port-Joli comprend trois vastes complexes dans lesquels le schorre inférieur est dominé par le scirpe américain (*Scirpus americanus*) : celui de Cap-Tourmente et du chenal nord de l'île d'Orléans totalise 1 681 ha ou 17 km<sup>2</sup>; celui de l'archipel de Montmagny est

d'une superficie de 1 125 ha ou 11 km<sup>2</sup>; et celui de Montmagny–Cap-Saint-Ignace, le plus petit, a une superficie d'environ 450 ha seulement (Gauthier *et al.*, 1980). En raison de la salinité plus élevée dans la partie aval de ce secteur, le couvert végétal du schorre inférieur comprend à la fois du scirpe américain et de la spartine alterniflore.

Dans le secteur d'eau salée (>12‰), les principaux marais intertidaux de la rive sud sont ceux de La Pocatière–Rivière-

Ouelle, de Kamouraska, d'Andréville, de Rivière-du-Loup, de Cacouna–Isle-Verte, de Trois-Pistoles, du Bic et de Rimouski, couvrant une superficie d'environ 1 845 ha ou 18 km<sup>2</sup>. En aval de Rimouski, les petits marais intertidaux de Pointe-au-Père, de baie de Mitis et des Capucins couvrent une superficie fort modeste : une centaine d'hectares au total.

Sur la rive nord, dans le secteur du moyen estuaire, les marais intertidaux occupent une faible superficie à Petite-



FIGURE 1. Vue générale d'un schorre inférieur à scirpe américain (*Scirpus americanus*), en été, à Cap-Tourmente, dans le secteur amont du moyen estuaire; prairie dense à hautes herbes correspondant à l'étage inférieur de l'herbu ou du marais appelé « haute slikke » par certains. (8.7.89)

FIGURE 2. Vue générale d'un schorre inférieur à spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) et à méga-blocs glaciels développé sur une surface d'érosion argileuse, à L'Isle-Verte, estuaire maritime du Saint-Laurent; bien que relativement dense, le couvert végétal est court (10-15 cm). (19.7.01)

FIGURE 3. Vue générale d'une partie du schorre dans le secteur à l'ouest du Mont-Saint-Michel (France) montrant deux niveaux séparés par une micro-falaise; le tapis végétal à *Puccinellia maritima* est attribuable au broutage par les moutons. (12.4.63)

FIGURE 4. Aspect typique de la zone en contrebas du schorre appelée « haute slikke » en Europe; tapis végétal clairsemé à salicorne européenne (*Salicornia europaea*), de faible étendue, dans un schorre de Hollande, dont le bord externe est dominé par des asters de grande taille. (25.8.85)

A general view of a low marsh with a grass cover dominated by American bullrush (*Scirpus americanus*) during the summer, at Cap-Tourmente, in the upper area of the middle St. Lawrence estuary. This dense and high grass cover extends from the mean water level (2.9 m) to the foot of the high marsh microcliff. This zone is called incorrectly haute slikke (pioneer zone) by some authors. (89.7.8)

A general view of a cordgrass (*Spartina alterniflora*) low marsh with mega-boulders developed on a clayey erosion surface at Isle-Verte, lower St. Lawrence estuary; although relatively dense, the grass cover is short (10-15 cm). (01.7.19)

A general view of a portion of the tidal marsh in the area west of Mont-Saint-Michel (France) showing two levels separated by a micro-cliff; the short grass cover of *Puccinellia maritima* is a result of sheep grazing. (63.4.12)

Typical aspect of a pioneer marsh below the high marsh in the Netherlands; the open grass cover dominated by *Salicornia europaea* contrasts with the high marsh tall cover of asters. (85.8.25)



FIGURE 5. Carte de localisation et noms de lieux, estuaire du Saint-Laurent.

Location map and locality names, St. Lawrence estuary.

Rivière, Baie-Saint-Paul et Saint-Joseph-de-la-Rive (Les Éboulements), avec environ 190 ha. Les plus vastes sont situés dans l'estuaire maritime, en aval de l'embouchure du Saguenay : Longue-Rive, Portneuf-sur-Mer, baie des Îlets à Jérémie et Pointe-aux-Outardes. Ils totalisent une superficie d'environ 1 100 ha ou 11 km<sup>2</sup>. Dans le secteur d'eau salée, le schorre inférieur est dominé par une seule espèce : *Spartina alterniflora*, mais à Petite-Rivière, on trouve à la fois de la spartine alterniflore et du scirpe américain.

Au total, la superficie des marais intertidaux entre Québec et Baie-Comeau, sur la rive nord, et entre Québec et Matane, sur la rive sud, est d'environ 8 900 ha ou 89 km<sup>2</sup> (Gauthier *et al.*, 1980). C'est peu, et beaucoup moins que dans les Maritimes (Scott *et al.*, 1988), d'où la nécessité de mieux connaître ces milieux fragiles et de les protéger en raison de leur grande valeur écologique et économique (Reed et Moisan, 1971 ; Clark, 1974 ; Glooschenko *et al.*, 1988 ; Allen et Pye, 1992).

### CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Les marais intertidaux du Saint-Laurent estuariens sont développés essentiellement dans des zones calmes ou protégées, la plupart du temps dans le fond de rentrants à pente faible (anse aux Canards, anse de Bellechasse, anse Verte), ou aux endroits où la batture est particulièrement large : Montmagny, La Pocatière, Kamouraska, Isle-Verte.

Dans les secteurs du moyen estuaire et de l'estuaire maritime, 85 à 90 % des marais intertidaux sont édifés sur un substrat limono-argileux correspondant à une surface d'érosion taillée dans l'argile de la Mer de Goldthwait datée à plus de 10 000 BP, comme dans l'anse de Bellechasse, Montmagny, La Pocatière, Kamouraska, Rivière-du-Loup, Cacouna-Isle-Verte et Rimouski sur la rive sud, et à Longue-Rive et baie des Îlets à Jérémie, sur la rive nord. Ces surfaces, qui forment le substrat des marais intertidaux, ont été taillées lors de bas niveaux marins relatifs au cours de l'Holocène (Dionne, 1988, 2001a) et, dans la plupart des sites, elles sont encore en érosion. À de

rares endroits, comme à Cap-Tourmente, le substrat n'est pas constitué par de l'argile de la Mer de Goldthwait, mais par des alluvions sablo-limoneuses relativement sèches et compactes d'âge inconnu, mais postérieures à 10 ka, et peut-être de l'Holocène moyen. Sur la Côte de Beupré (Dionne, 2000), le schorre inférieur et, par endroits, le schorre supérieur, sont édifiés sur une surface rocheuse (plate-forme d'érosion), constituant un des éléments de la ligne de rivage Micmac (Dionne, 2002b). On trouve des lambeaux rocheux semblables entre l'île aux Grues et l'île aux Oies, à l'Islet-sur-Mer, à Saint-Jean-Port-Joli et à quelques autres endroits sur la rive sud.

## ZONATION DE LA BATTURE

La zone intertidale où se sont développés les marais intertidaux comprend généralement trois sous-zones reconnues depuis longtemps (Prat, 1933) qui ont, par la suite, fait l'objet de précisions par différents auteurs (Dionne, 1972, 1986, 1990, 2000; Gauthier, 1978, 1982; Bertrand, 1984; Garneau, 1984; Environnement Canada, 1991, 1992). Dans le secteur aval de l'estuaire, c'est-à-dire là où l'eau est salée (>12‰), la zonation suivante prédomine (fig. 6). De la limite des basses mers vers la rive émergée, on observe une première zone dénudée, souvent caillouteuse, qui sert de support aux algues brunes (*Fucus* sp. et *Ascophyllum* sp.). Essentiellement limono-argileux, le substrat est, ici et là, recouvert de minces placages sableux, graveleux ou vaseux colonisés par des zostères (*Zostera marina*). Cette zone à pente faible, généralement la plus étendue de la batture, s'étend entre la limite des basses mers et le niveau moyen de la mer (zéro géodésique); elle représente souvent 40 à 60% de la zone intertidale. Bien qu'elle corresponde à la zone occupée par la slikke dans la plupart des cas répertoriés sur les rives de l'estuaire (hormis dans le secteur du « bouchon vaseux »), elle est mieux définie par les vocables « bas estran » et « batture » que par celui de « slikke », car sa surface argileuse ne comporte à peu près aucun dépôt de vase.

Entre le niveau moyen de la mer et le niveau des hautes mers moyennes s'étend le schorre inférieur (*low marsh*), colo-

nisé par une seule espèce (*Spartina alterniflora*) qui forme généralement un tapis continu relativement dense, mais où les tiges sont de hauteur faible à moyenne (10-30 cm). En raison de l'érosion glacielle, le tapis végétal est souvent déchiré et parsemé de mares ou marelles (Dionne, 1972). En général, cette zone a une très faible pente (0,01 %).

Au-dessus, du niveau des hautes mers moyennes jusqu'au niveau des plus hautes mers de vive-eau et de tempête, s'étend le schorre supérieur (*high marsh*). Il est de largeur variable selon les sites, mais souvent relativement étroit (<100 m) sur la rive sud en raison des empiétements; sa surface, en pente faible, est colonisée par une grande variété d'espèces, dont la spartine étalée (*Spartina patens*), la salicorne (*Salicornia europea*), le scirpe maritime (*Scirpus maritimus*), le plantain maritime (*Plantago maritima*), le troscart maritime (*Triglochin maritima*), la glauche maritime (*Glaux maritima*), des carex, l'ansérine maritime (*Sueda maritima*) et plusieurs autres espèces selon la largeur et la hauteur du schorre supérieur (Gauthier, 1978; Garneau, 1984).

Dans l'estuaire maritime, les deux parties du schorre sont parfois séparées par une micro-falaise de 20 à 50 cm de hauteur, mais il arrive souvent que la transition entre les deux schorres se fasse par une rampe inclinée de quelques mètres de largeur. Dans quelques localités de la rive sud où les schorres naturels sont bien développés, comme à L'Isle-Verte, on peut distinguer une zone intermédiaire (le schorre moyen) entre le schorre inférieur et le schorre supérieur (Dionne, 1972; Gauthier, 1978; Bertrand, 1984; Garneau, 1984). C'est généralement la zone la plus affectée par l'activité glacielle (Dionne, 1972, 1989).

Dans le secteur amont du moyen estuaire, là où l'eau est légèrement saumâtre (salinité de 1 à 3‰) ou douce, la zonation de la batture est la suivante (fig. 7) (Lacoursière et Grandtner, 1971; Gauthier, 1972; Dionne, 1987; Dionne et Garneau, 2000; Dionne, 2002c).

De la limite des plus basses mers jusqu'au niveau moyen de la mer s'étend la vasière ou la slikke, une zone dénudée, vaseuse en surface, mais dont le substrat est généralement

### Zonation du rivage à Rivière-du-Loup (secteur ouest)

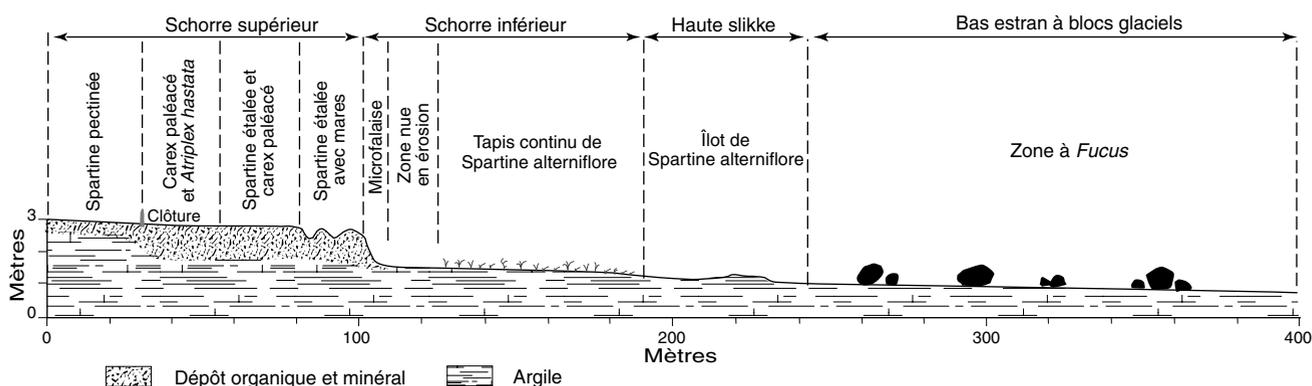


FIGURE 6. Coupe transversale schématisée montrant les subdivisions de la zone intertidale dans l'estuaire maritime, à Rivière-du-Loup.

A schematic cross-section of the intertidal zone showing the subdivisions in the lower St. Lawrence estuary at Rivière-du-Loup.

Zonation du rivage à Montmagny

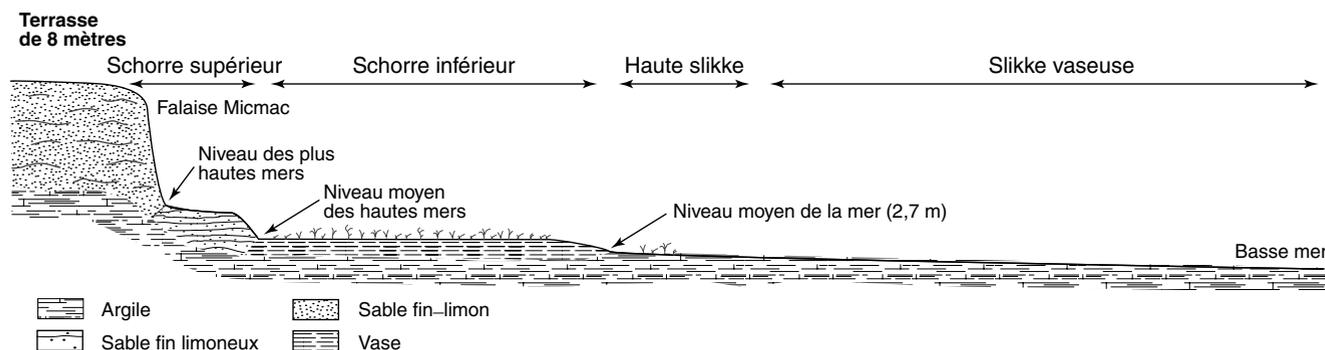


FIGURE 7. Coupe transversale schématique montrant les subdivisions de la batture dans le secteur amont du moyen estuaire, à Montmagny.

A schematic cross-section of the intertidal area showing the subdivisions in the upstream section of the middle St. Lawrence estuary.

limono-argileux. A Montmagny, à l'archipel de Montmagny et à Cap-Tourmente, cette zone mesure entre 500 et 1 500 m de largeur.

Du niveau moyen de la mer jusqu'au niveau moyen des hautes mers ordinaires, s'étend le schorre inférieur, dominé par le scirpe américain (*Scirpus americanus*) et quelques autres espèces, dont des sagittaires (*Sagittaria rigida*, *S. cuneata*, *S. latifolia*), la zizanie (*Zizania aquatica*) et le scirpe vigoureux (*Scirpus validus*), qui forment des îlots verts foncés. En été, le couvert végétal est dense dans l'ensemble du schorre inférieur alors qu'il disparaît presque complètement à l'automne (octobre), pour réapparaître progressivement vers la mi-mai et atteindre une hauteur moyenne de 50 à 100 cm en juillet-août. À Montmagny, cependant, le tapis végétal à scirpes courts (10-15 cm) subsiste à l'année longue sur le replat à la limite externe du schorre inférieur.

Le schorre supérieur est situé entre le niveau des hautes mers ordinaires et le niveau maximal des marées de vive-eau et des tempêtes. À l'instar du schorre supérieur dans le secteur de l'estuaire maritime, le couvert végétal est diversifié et comprend plusieurs espèces (Gauthier, 1972), dont *Scirpus fluviatilis*, *S. validus*, *Juncus balticus*, *Spartina pectinata*, *Sium suave*, *Deschampsia coespitosa*, *Butonus umbellatum* et, dans la partie arrière humide, *Phragmites communis*, *Typha latifolia* et parfois *Equisetum littoralis*. À Montmagny, au printemps (mai-juin), un iris jaune et le populage des marais (*Caltha palustris*) égaient le tapis végétal permanent.

Dans la plupart des sites du moyen estuaire, le schorre supérieur est séparé du schorre inférieur par une micro-falaise de 50 à 200 cm de hauteur; c'est le cas notamment à Sainte-Anne-de-Beaupré, à Cap-Tourmente, à Montmagny, aux Îles aux Grues et aux Oies et à Saint-Joseph-de-la-Rive (Dionne, 1986; Troude, 1986; Quilliam et Allard, 1989; Dionne, 2000; Dionne et Bouchard, 2000).

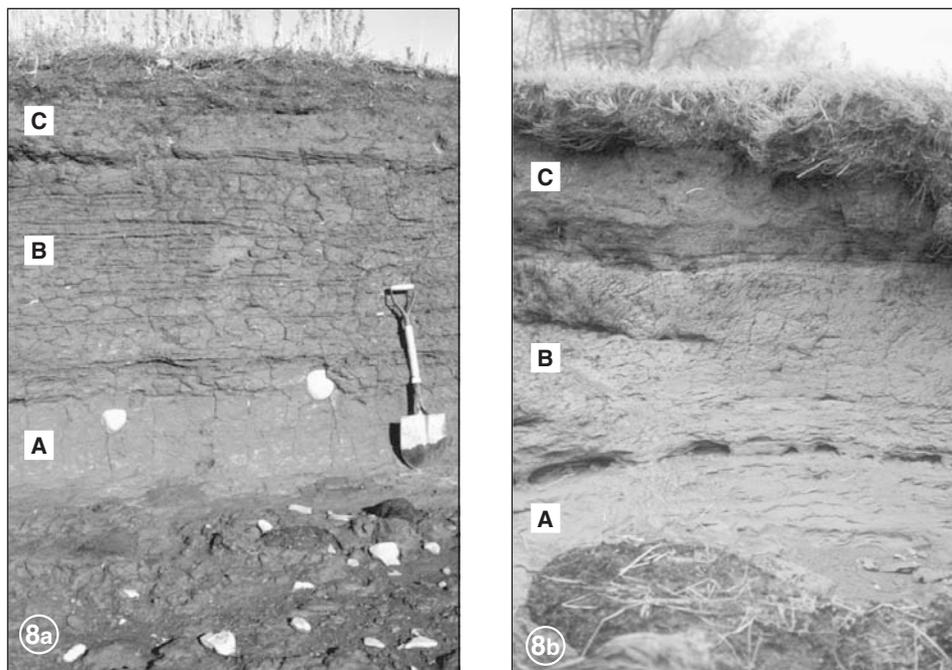
**CARACTÉRISTIQUES DES SCHORRES SUPÉRIEURS, ÂGE ET TAUX D'ACCRÉTION VERTICALE**

La présence d'une micro-falaise entaillant le schorre supérieur dans plusieurs sites du Saint-Laurent estuarien a permis

de connaître leur composition. En général, on observe trois faciès sédimentaires superposés correspondant aux trois zones intertidales décrites plus haut (fig. 8). À la base (unité 1), un dépôt de limon sableux ou argileux, gris pâle, de type laminé, souvent déformé (petits plis, involutions), dépourvu de débris végétaux en place et contenant peu de débris organiques transportés, correspond à un faciès de slikke; dans l'estuaire maritime, ce faciès est souvent absent ou est remplacé par une mince couche (5-10 cm) de sable et gravier et parfois par des dallages de cailloux (Bélanger, 1993; Dionne, 1999). Ce dépôt intertidal repose sur un substrat argileux (argile de la Mer de Goldthwait). L'unité 1 est surmontée par un dépôt vaseux (limon-sable fin), laminé, contenant des débris de plantes en place (racines, rhizomes et tiges de scirpe américain ou de spartine alterniflore selon le secteur). Cette unité (unité 2) correspond à un faciès de schorre inférieur. En surface (unité 3), on observe une couche relativement compacte, composée en grande partie de débris végétaux en place infiltrés de vase, qui correspond à un faciès de schorre supérieur. Bien que l'épaisseur de ces trois unités varie d'un site à l'autre, l'unité 2 est généralement la plus épaisse.

**LE SCHORRE SUPÉRIEUR À SAINTE-ANNE-DE-BEAUPRÉ**

À Sainte-Anne-de-Beaupré (SAB), sur une distance d'environ 4 km, le schorre supérieur est entaillé par une micro-falaise de 75 à 200 cm de hauteur (Dionne, 2000), ce qui permet d'analyser en détail les dépôts dont il est constitué. À la base (unité 1), est exposée une couche de limon sableux gris pâle de 10 à 20 cm d'épaisseur, relativement compacte, souvent déformée, dépourvue de débris végétaux en place mais contenant parfois, en faible quantité, des débris ligneux transportés et quelques cailloux (fig. 9). Nous ignorons l'épaisseur maximale de ce dépôt qui, par endroits, excède 35-40 cm. Il s'agit d'un dépôt de slikke identique au faciès sédimentaire actuel de la partie inférieure de la batture. Dans le secteur central, sur environ 2 km de longueur, ce dépôt fin repose directement sur une plate-forme rocheuse (fig. 10). Dans ce cas, l'épaisseur de l'unité 1 n'excède pas 20 cm. Au-dessus de cette unité, prend place le dépôt principal constitué de vase (limon



FIGURES 8a et 8b. Micro-falaise du schorre supérieur à Sainte-Anne-de-Beaupré et à Montmagny montrant les trois unités sédimentaires superposées constituant le schorre supérieur : a. faciès de slikke ; b. faciès de schorre inférieur ; et c. faciès de schorre supérieur. (3.11.94 et 30.10.98)

*High marsh micro-cliff at Sainte-Anne-de-Beaupré and Montmagny showing the three sedimentary superposed units forming the high marsh: a. mud flat facies; b. low marsh facies; and c. high marsh facies. (94.11.3 and 98.10.30)*

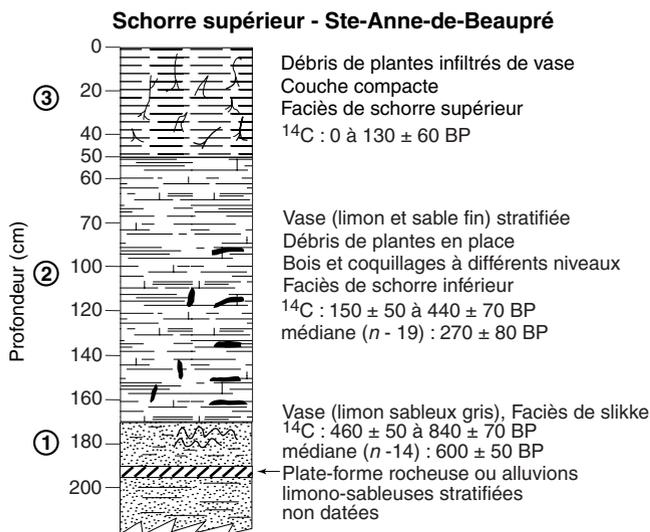


FIGURE 9. Coupe verticale généralisée du schorre supérieur à Sainte-Anne-de-Beaupré.

*A generalized vertical section of the high marsh at Sainte-Anne-de-Beaupré.*

sableux de type laminé), contenant des débris de plantes en place, d'une épaisseur comprise entre 60 et 100 cm. On y observe fréquemment des déformations ainsi que des structures sédimentaires glacielles (Dionne, 1998b), des galets et des blocs glaciels, ainsi que des inclusions diverses de débris organiques dont des morceaux de bois flottés et des coquillages (pélécytopodes et gastéropodes d'eau douce). Cette deuxième unité correspond à un faciès de schorre inférieur à scirpe américain. En surface, la troisième unité, de 30 à 50 cm d'épaisseur, est constituée en grande partie de débris végétaux infiltrés de vase et correspond à un faciès de schorre supérieur.



FIGURE 10. Exemple d'un schorre formé au-dessus d'une plate-forme rocheuse littorale ancienne, à Sainte-Anne-de-Beaupré. (30.10.93)

*An example of a tidal marsh deposit overlying an old rocky shore platform at Sainte-Anne-de-Beaupré. (93.10.30)*

On y observe souvent des cailloux, dont des petits blocs (35-40 cm), et parfois des débris anthropiques.

À SAB, la surface du schorre supérieur continue de s'accroître verticalement grâce aux apports des marées hautes de vive-eau en raison de la forte turbidité de l'eau dans ce secteur. De même, les apports de vase en hiver sont retenus dans le couvert de glace, qui fond en grande partie sur place et contribue alors à l'accrétion verticale de la surface. Ainsi, bien que le schorre supérieur à SAB recule latéralement à un taux moyen de 100 cm/an (Dionne, 2000), sa surface continue de s'accroître verticalement.

## Âge des unités

L'unité 1 (faciès de slikke) à la base de la séquence sédimentaire du schorre supérieur, exposée dans la micro-falaise à SAB, a un âge au  $^{14}\text{C}$  compris entre  $460 \pm 70$  BP (UL-976) et  $840 \pm 70$  BP (UL-1432) avec une médiane ( $n=14$ ) de  $600 \pm 50$  BP (UL-1493) (tabl. I). L'unité 2 (faciès de schorre inférieur et unité centrale et principale du schorre supérieur) a un âge compris entre  $150 \pm 50$  BP (Beta-59785) et  $440 \pm 70$  BP (UL-1451) avec une médiane ( $n=19$ ) de  $270 \pm 80$  BP (UL-1137). Quant à l'unité 3 (faciès de schorre supérieur), son âge va de  $130 \pm 60$  BP (UL-993) à aujourd'hui puisque sa surface est encore en accrétion verticale, donc moderne.

## Taux d'accrétion verticale

Le taux moyen d'accrétion verticale du schorre supérieur à SAB a été calculé à partir des dates au  $^{14}\text{C}$  des unités composant le schorre, mais principalement sur l'unité 2 correspondant au faciès de schorre inférieur. Compte tenu du fait qu'on ne connaît pas l'épaisseur réelle de cette unité en dehors du secteur où le dépôt à faciès de slikke repose sur la plate-forme rocheuse, il est difficile de calculer un taux d'accrétion verticale pour cette unité. L'estimation faite ne tient pas compte du degré de compaction des trois unités. Cette dernière est très faible dans l'unité 3, en grande partie composée de racines et de tiges de plantes infiltrées de vase; elle est supérieure dans l'unité 2, très majoritairement minérale, mais sans être très importante. L'unité 1, à la base, est la plus compacte des trois. En conséquence, les taux d'accrétion verticale calculés à partir des dates au  $^{14}\text{C}$  par rapport à la profondeur des échantillons sont sans doute légèrement plus faibles que les taux réels.

Pour la partie supérieure de l'unité 1, dont l'épaisseur visible est de 10 à 20 cm à la base de la micro-falaise, les 14 dates au  $^{14}\text{C}$  obtenues sur des morceaux de bois flottés sont comprises entre 460 et 840 BP, ce qui donne une durée de 380 ans pour la mise en place de 20 cm de vase. Le taux moyen d'accrétion verticale aurait donc été de 0,5 mm par année. Toutefois, en tenant compte de la compaction — c'est l'unité la plus compacte — le taux réel d'accrétion verticale aurait été légèrement supérieur mais n'aurait pas excédé de 1 mm/an.

L'unité 2, à faciès de schorre inférieur, constitue l'unité principale de la séquence verticale du schorre supérieur; elle a été datée de 130 à 440 BP (21 dates au  $^{14}\text{C}$ ). La différence d'âge entre le maximum et le minimum étant de 310 ans, on obtient un âge moyen de 258 et une médiane de 270 BP. Dans les secteurs où l'on a récolté des matériaux datables (bois et coquillages), cette unité a une épaisseur comprise entre 90 et 110 cm. Si on considère que cette unité a requis 310 ans pour se mettre en place, on obtient un taux moyen d'accrétion verticale de 2,9 à 3,5 mm/an.

L'épaisseur de l'unité 3 étant de 40 à 50 cm et sa mise en place s'étalant entre 130 BP et aujourd'hui, le taux moyen d'accrétion verticale pour cette unité serait de 2,0 à 2,5 mm/an.

Bref, le taux d'accrétion verticale semble avoir varié légèrement selon les unités, comme cela se produit de nos jours.

TABLEAU I

Liste des dates au  $^{14}\text{C}$  pour le schorre supérieur à Sainte-Anne-de-Beaupré

N° laboratoire	Âge BP	Matériel
A. Unité 3 : faciès de schorre supérieur		
UL-993	130 ± 60	Bois
UL-996	130 ± 60	Bois
B. Unité 2 : faciès de schorre inférieur		
Beta-59785	150 ± 50	Bois
Beta-59786	150 ± 50	Bois
Beta-59787	180 ± 50	Bois
Beta-52644	180 ± 50	Bois
Beta-52643	210 ± 50	Bois ( <i>Salix</i> sp.)
UL-2295	230 ± 60	Bois
UL-1691	230 ± 60	Bois (anthropique)
UL-1054	250 ± 70	Bois
UL-975	270 ± 70	Bois
UL-1137	270 ± 80	Bois
UL-1298	270 ± 90	Bois
UL-1690	280 ± 60	Bois
UL-1165	280 ± 80	Bois (anthropique)
Beta-52645	300 ± 50	Bois
UL-1076	300 ± 80	Bois
UL-988	340 ± 60	Bois
UL-1821	380 ± 90	Bois
UL-1813	440 ± 60	Bois
UL-1451	440 ± 70	Bois
C. Unité 1 : faciès de slikke		
TO-9241	460 ± 50	Bois
UL-976	460 ± 70	Bois
UL-1683	460 ± 90	Coquillages (petits gastéropodes)
UL-1316	490 ± 70	Bois (tronc)
UL-1481	520 ± 70	Bois
UL-1075	590 ± 80	Bois
Beta-1493	600 ± 60	Bois
Beta-58206	630 ± 50	Bois
UL-1297	630 ± 110	Coquillages ( <i>Ellipsio complanata</i> )
Beta-49997	650 ± 40	Bois
UL-1495	670 ± 70	Coquillage ( <i>Ellipsio</i> sp.)
UL-1433	700 ± 60	Bois ( <i>Betula</i> sp.)
UL-1494	820 ± 50	Bois
UL-1432	840 ± 70	Bois ( <i>Salix</i> sp.)

Le taux moyen d'édification du schorre supérieur (unités 2 et 3) à SAB aurait donc été d'environ 3 mm/an. Ce taux est comparable à celui obtenu avec les trois dates au  $^{14}\text{C}$  sur trois morceaux de bois récoltés à 200 cm de profondeur (2,38, 2,44 et 2,8 mm/an).

### LE SCHORRE SUPÉRIEUR À MONTMAGNY

Situé dans le secteur du bouchon vaseux, le schorre supérieur de Montmagny est constitué des mêmes unités que celui de SAB. À cet endroit, la hauteur de la micro-falaise du schorre supérieur varie de 40 à 175 cm. Dans le secteur à l'est de la rivière du Sud, là où la micro-falaise mesure entre 100 et 180 cm de hauteur, le schorre supérieur (fig. 11) comprend trois unités sédimentaires. À la base, l'unité 1 est un dépôt de limon sableux (vase) gris pâle à moyen, laminé, relativement compact, souvent déformé (Dionne, 1998b), dépourvu de débris de plantes en place mais contenant une faible quantité de débris organiques transportés ainsi que de rares cailloux, du moins, dans les 10 à 30 cm exposés au pied de la micro-falaise. Ce dépôt possède les caractéristiques de la slikke que l'on trouve actuellement dans la zone entre le niveau moyen de la mer et celui des basses mers de vive-eau, c'est-à-dire entre zéro et 2,8 m hydrographique. On y trouve parfois de rares morceaux de bois ou des coquillages d'eau douce : gastéropodes (*Fossaria modicella*) et pélicypodes (*Ellipsio complanata*, *E. dilatata*, *Lampsilis radiata*). Le contact avec l'unité sus-jacente est progressif, mais généralement net.

Au-dessus de l'unité 1, on observe un dépôt vaseux (limon sableux) gris moyen, laminé, contenant beaucoup de débris de plantes en place (principalement du scirpe américain), de rares cailloux glaciels et quelques mollusques d'eau douce. Son

épaisseur varie de 70 à 100 cm. L'unité 2 est un faciès typique de schorre inférieur semblable à celui de la batture actuelle dans la zone située entre le niveau moyen de la mer (2,8 m, équivalent au zéro géodésique) et le niveau moyen des hautes mers ordinaires, correspondant au pied de la micro-falaise, qu'atteint la marée environ deux heures avant la pleine mer.

La partie sommitale du schorre supérieur est formée d'une troisième unité, de 40 à 50 cm d'épaisseur, composée de débris de plantes en place (racines, tiges, rhizomes) formant un chevelu dense infiltré de vase, et parfois, de sable et de petits graviers; le tout est de couleur foncée lorsque humide. C'est un faciès de schorre supérieur typique. Souvent, le contact entre les unités 2 et 3 est net et souligné par la présence de divers débris organiques transportés, dont des morceaux de bois et des objets anthropiques. Plus résistante à l'érosion, cette couche forme des encorbellements qui se fragmentent en radeaux de plusieurs décimètres à plus d'un mètre (fig. 12) et qui parsèment le pied de la micro-falaise avant d'être érodés sur place ou, plus souvent, évacués par les glaces et les courants de marée. Contrairement à ce qui se passe à SAB, la surface du schorre supérieur à MON, du moins dans le secteur à l'est de la rivière du Sud, reçoit actuellement très peu d'apports sédimentaires, sinon des débris organiques formant des laisses de marée importantes à la limite des plus hautes mers de vive-eau ( $\approx 6$  m hydrographique), et ne s'accroît à peu près plus verticalement. L'érosion latérale prédomine nettement, avec un recul moyen de la micro-falaise de 170 cm par an (Dionne et Bouchard, 2000).

### Âge des unités

Plus d'une trentaine de dates au  $^{14}\text{C}$  (tabl. II) ont été obtenues sur des débris organiques (surtout du bois) et des

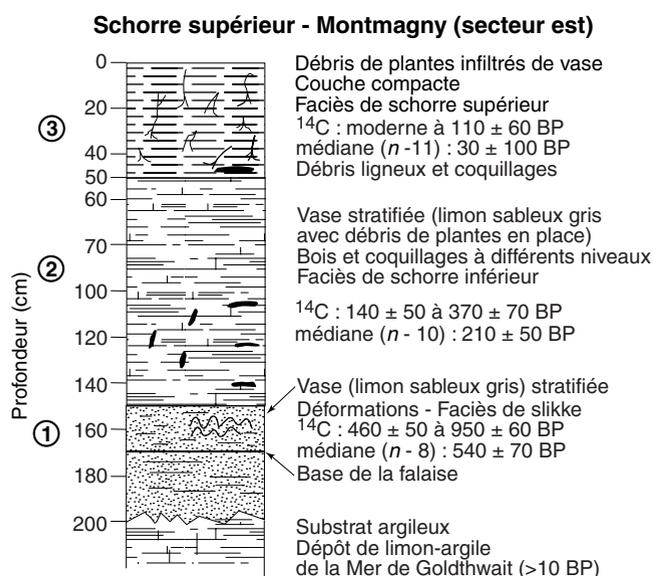


FIGURE 11. Coupe verticale généralisée du schorre supérieur, dans le secteur à l'est de la rivière du Sud, à Montmagny.

A generalized vertical section of the high marsh in the area east of Rivière du Sud, at Montmagny.



FIGURE 12. Blocs de schorre provenant de l'unité 3 (faciès de schorre supérieur), au pied de la micro-falaise, témoignant du recul latéral en cours du schorre supérieur, à Montmagny. (9.11.96)

Turf blocks from unit 3 (high marsh facies) at the foot of the micro-cliff giving evidence of active lateral cut back of the high marsh, at Montmagny. (96.11.9)

TABLEAU II  
Dates au  $^{14}\text{C}$  des unités du schorre supérieur exposées  
dans la micro-falaise à Montmagny

N° laboratoire	Âge BP	Matériel
A. Unité 3 : faciès de schorre supérieur (surface)		
UL-681	Moderne	Bois
UL-1315	Moderne	Bois
UL-2148	10 ± 60	Bois
Beta-44581	20 ± 60	Bois
UL-986	20 ± 70	Bois
UL-1184	30 ± 100	<i>Salix</i> sp.
Beta-32322	40 ± 50	<i>Alnus</i> sp.
UL-2280	60 ± 60	Bois
Beta-25717	100 ± 170	Coquillages
Beta-45268	100 ± 60	Bois
Beta-24655	110 ± 60	<i>Alnus</i> sp.
B. Unité 2 : faciès de schorre inférieur		
Beta-52642	140 ± 50	Bois
Beta-44580	180 ± 50	Bois
UL-1310	180 ± 90	Bois
UL-885	190 ± 60	Bois
UL-908	190 ± 70	Bois
UL-322	210 ± 50	Bois
Beta-44578	230 ± 60	Coquillages
Beta-26490	230 ± 80	Bois
UL-985	300 ± 80	Bois
Beta-52641	370 ± 70	Bois
C. Unité 1 : faciès de slikke (base)		
TO-9241	460 ± 50	Bois
Beta-26491	500 ± 100	Coquillages
Beta-24659	510 ± 70	Coquillages
UL-966	540 ± 70	Bois
Beta-28371	670 ± 60	Coquillages
Beta-58204	860 ± 60	Bois
Beta-26487	900 ± 60	Bois
UL-1513	950 ± 60	Bois

coquillages, ce qui donne un aperçu général de l'âge des trois unités lithostratigraphiques exposées dans la micro-falaise du schorre supérieur.

L'unité 1, basale, a un âge compris entre 460 ± 50 BP (TO-9241) et 950 ± 60 BP (UL-1513) avec une médiane ( $n=8$ ) de 670 ± 60 BP (Beta-28371) sur des coquillages (petits gastéropodes d'eau douce) et de 540 ± 70 BP (UL-966) sur un fragment de bois. Durant la mise en place de l'unité 1, la base du schorre supérieur actuel faisait partie de la zone actuellement occupée par la slikke, soit le niveau compris entre celui des basses mers et le niveau moyen de la mer. Ce dépôt ancien se trouve maintenant à environ 100-125 cm au-dessus du niveau moyen actuel de la slikke.

L'âge de l'unité 2 va de 140 ± 50 BP (Beta-52642) à 370 ± 70 BP (Beta-52641), pour un âge médian ( $n=10$ ) de 210 ± 50 BP (UL-322) et un âge moyen d'environ 220 BP. La mise en place de l'unité 2 s'est donc étendue sur une période de 230 ans environ. Ce dépôt intertidal à faciès de schorre inférieur se trouve maintenant entre 100 et 125 cm au-dessus du niveau moyen du schorre inférieur actuel. De même que pour la slikke, la différence de niveau entre le schorre inférieur actuel et l'unité correspondante dans la micro-falaise du schorre supérieur peut être liée, d'une part, à l'émersion des terres à un taux moyen annuel d'environ 5 mm/an et, d'autre part, à l'érosion verticale de la surface de la batture et à l'érosion latérale du schorre supérieur.

Sur les onze dates au  $^{14}\text{C}$  relatives à l'unité 3, deux ont donné un âge moderne. Les autres âges obtenus vont de 10 ± 60 BP (UL-2148) à 110 ± 60 BP (Beta-24655) avec une médiane ( $n=9$ ) de 40 ± 50 BP (Beta-32322). L'unité 3 a donc commencé à être mise en place il y a un siècle et demi, la hauteur de l'ancien schorre inférieur étant suffisante, à cette époque, pour permettre l'édification du schorre supérieur. Actuellement, dans le secteur est, à Montmagny, la surface du schorre supérieur semble ne plus s'accroître verticalement, alors que la micro-falaise recule à un taux moyen annuel de 160 cm (Dionne et Bouchard, 2000).

En se basant sur les dates au  $^{14}\text{C}$  des unités 2 et 3, l'âge médian ( $n=18$ ) du schorre supérieur à MON serait d'environ 300 ± 80 BP (UL-985), âge comparable à celui du schorre supérieur à SAB.

#### Âge du schorre inférieur et de la slikke actuelle

Des tranchées pratiquées dans la zone du schorre inférieur actuel et dans celle de la slikke ont permis de récolter des débris ligneux (bois et plantes) qui ont pu être datés au  $^{14}\text{C}$  (fig. 13-14). Les quatre dates obtenues pour le schorre inférieur (tabl. III) sont comprises entre 580 ± 50 BP (UQ-715) et 840 ± 50 BP (UQ-716). Un âge de 750 ± 120 BP (UQ-976) a été obtenu sur des débris de plantes (scirpe) à la base du schorre inférieur actuel. Par ailleurs, un morceau de bois (branche) récolté à la base de la slikke, à 65 cm de profondeur, au contact avec le substrat argileux, a donné un âge  $^{14}\text{C}$  de 990 ± 60 BP (UQ-978), alors qu'un autre à 35 cm a été daté à 400 ± 50 BP (Beta-31396) (Dionne, 1998a).

#### Taux d'accrétion verticale

Le taux d'accrétion verticale de l'unité 1 à faciès de slikke, à la base de la micro-falaise du schorre supérieur, peut difficilement être estimé puisqu'on ne connaît pas l'épaisseur de cette unité au-dessus du substrat argileux.

L'unité 2 à faciès de schorre inférieur dans la micro-falaise du schorre supérieur a un âge radiocarbone compris entre 140 et 370 BP. Sa mise en place a donc duré 230 ans environ. L'épaisseur de cette unité étant de 70 à 100 cm, on obtient un taux moyen d'accrétion verticale de 3,0 à 4,3 mm par an. Si on calcule le taux d'accrétion verticale de l'unité 2, à partir de l'âge radiocarbone et de la profondeur des éléments datés, on obtient un taux moyen de 2,2 mm/an.

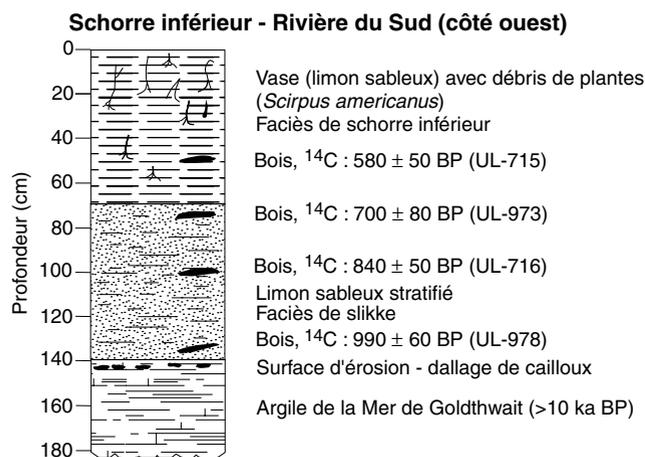


FIGURE 13. Coupe verticale au droit du schorre inférieur, du côté ouest de la rivière du Sud, à Montmagny.

A vertical section of the low marsh in the area west of du Sud River, at Montmagny.

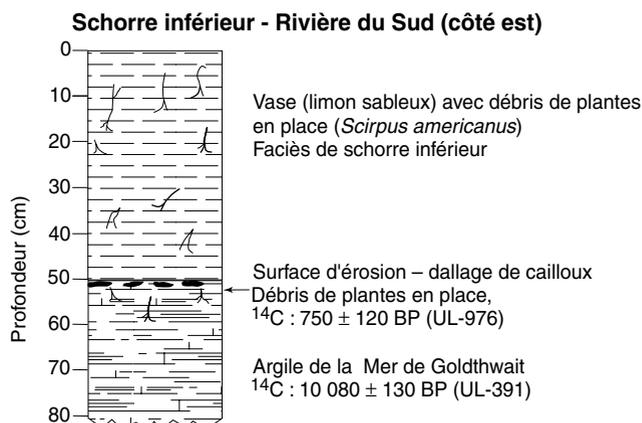


FIGURE 14. Coupe verticale au droit du schorre inférieur, du côté est de la rivière du Sud, à Montmagny.

A vertical section of the low marsh in the area east of du Sud River, at Montmagny.

TABLEAU III

Dates au  $^{14}\text{C}$  pour le schorre inférieur actuel et la slikke de la batture de Montmagny

N° laboratoire	Âge BP	Matériel	Zone
UQ-715	580 ± 50	Bois	Schorre inférieur
UQ-973	700 ± 80	Bois	Schorre inférieur
UQ-976	750 ± 120	Débris de plantes	Schorre inférieur
UQ-716	840 ± 50	Bois	Schorre inférieur
Beta-31396	400 ± 50	Bois	Slikke
UQ-978	990 ± 60	Bois	Slikke

L'unité 3 à faciès de schorre supérieur ayant une épaisseur de 40 à 50 cm et un âge maximal de 110 BP, le taux d'accrétion verticale serait alors de 2,5 à 3,1 mm/an. À Montmagny, le taux moyen d'accrétion verticale de la surface du schorre aurait donc été de 2,5 à 3,0 mm/an.

À partir des dates au  $^{14}\text{C}$  disponibles, on peut difficilement évaluer le taux moyen à long terme d'accrétion verticale de la slikke et du schorre inférieur actuel, car la surface de la batture est en érosion depuis au moins deux décennies. De plus, affectée chaque année par l'affouillement glaciaire, cette zone est fortement perturbée (Dionne, 1971). Néanmoins, si on se base sur les données recueillies au début de la décennie de 1980, le taux moyen d'accrétion verticale du schorre inférieur et de la slikke aurait été respectivement de 1,26 mm et de 0,77 mm/an seulement. Ces taux sont donc inférieurs à ceux calculés à partir des unités sédimentaires exposées dans la micro-falaise et confirment l'abaissement par érosion verticale de la surface de la batture au cours des dernières décennies.

#### LE SCHORRE SUPÉRIEUR À RIVIÈRE-DU-LOUP

À Rivière-du-Loup, le schorre supérieur situé à l'ouest de la rivière, le plus vaste du Bas-Saint-Laurent après celui de

L'Isle-Verte, est en érosion depuis plus de deux décennies. Durant les années 1980, la micro-falaise a reculé à un taux moyen annuel de 50 cm à 3 m (Dionne, 1986; Denis, 1987) et l'érosion s'est poursuivie par la suite. Une micro-falaise de 75 à 175 cm caractérise l'ensemble du secteur. Mesurant entre 500 et 1 000 m de largeur, la batture comprend quatre zones (Dionne, 1990, 2002d). De la limite des basses mers vers l'intérieur, on trouve successivement un bas estran vaseux (slikke) dénudé à blocs glaciaires épars colonisés par des *Fucus* sp.; c'est la zone la plus large. Suit une zone vaseuse étroite à îlots de spartine alterniflore (haute slikke), puis une zone vaseuse caillouteuse de 50 à 150 m de largeur, couverte d'un tapis de spartine alterniflore relativement dense et continu (schorre inférieur), comprise entre le niveau moyen de la mer (2,65 m) et le pied de la micro-falaise du schorre supérieur en voie d'érosion; submergée seulement lors des marées de vive-eau, la surface de ce dernier correspond à la quatrième zone. En raison de l'érosion sévère qui sévit depuis plus de 20 ans, la largeur du schorre supérieur a diminué considérablement. Dans le secteur sud-ouest, en bordure de l'autoroute, la largeur actuelle du schorre supérieur a été réduite, par endroits, à 5-10 m, alors que dans le grand pédoncule, l'ancien schorre supérieur, jadis émergé mais aujourd'hui affecté par l'érosion latérale, mesure encore quelques centaines de mètres de largeur.

Le substrat de la batture est argileux (argile de la Mer de Goldthwait datée de >10 ka); dans les zones du schorre inférieur et de la slikke, l'épaisseur de la vase au-dessus du substrat argileux atteint entre 10 et 30 cm, alors que la vase fraîche excède rarement 30 à 40 cm en période estivale.

Une coupe verticale dans le secteur sud-ouest (fig. 15) montre, à la base de la micro-falaise (unité 1), le substrat argileux qui correspond à une surface d'érosion datée de 6,6 à 7 ka, c'est-à-dire l'âge du bas niveau marin de l'Holocène moyen (Dionne, 1990, 2002d). Au-dessus, l'unité 2, d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, est un dépôt intertidal vaseux (limon-argileux), laminé, contenant des myes en position de

vie (*Mya arenaria*) datées à 5700 ± 90 BP (Beta-25788) et 5680 ± 90 BP (UL-180). Cette mince unité est un résidu du dépôt transgressif mis en place lors de la transgression laurentienne (Dionne, 1988, 2001a). L'unité 3, de 80-90 cm d'épaisseur, constitue l'unité principale du schorre supérieur. Elle est composée essentiellement de vase laminée et contient des débris de plantes relativement abondants, principalement des tiges et racines de spartine (*Spartina alterniflora*), et de rares fragments de bois, dont l'un a donné un âge au <sup>14</sup>C de

290 ± 90 BP (UQ-808). Il s'agit d'un faciès de schorre inférieur semblable à celui de la batture actuelle, en contrebas du schorre supérieur. À la partie sommitale de la micro-falaise, on observe une quatrième unité formant une couche compacte de 35-40 cm d'épaisseur composée d'abondants débris de plantes infiltrées de limon. Par endroits, le contact entre les unités 3 et 4 est souligné par la présence de matériel ligneux transporté (laisse de marée). Bien que l'unité 4, un faciès typique de schorre supérieur, n'ait pas été datée, sa mise en place a vraisemblablement eu lieu au cours du dernier siècle.

La figure 16 illustre une coupe verticale généralisée pour la partie nord du pédoncule. L'unité 1 (substrat argileux) n'est pas visible au pied de la micro-falaise qui mesure 180 cm de hauteur. Au-dessus, l'unité 2 est constituée d'une séquence sablo-graveleuse et de débris organiques abondants, de 45 cm à plus d'un mètre d'épaisseur, datés de 6,2 à 7,1 ka. Ce dépôt complexe a été mis en place dans un chenal creusé dans le substrat argileux lors du bas niveau marin qui a précédé la transgression de l'Holocène moyen (Dionne, 1990, 2002d). L'unité 3, de 35 à 60 cm d'épaisseur, est exposée à la base de la micro-falaise. Elle est constituée de limon gris et de sable très fin laminé et contient parfois des coquillages en place (*Macoma balthica* et *Mya arenaria*), qui ont été datés de 710 ± 60 BP (Beta-31627), 720 ± 75 BP (Beta-24669) et 920 ± 110 BP (Beta-31078). Ce dépôt correspond à un faciès de slikke. Il existe donc une discontinuité chronologique importante entre les unités 2 et 3. Quoiqu'il en soit, l'unité 3 constituant la base du schorre supérieur correspond à la zone de la slikke actuelle retrouvée en dessous du niveau moyen de la mer (2,65 m). La partie principale de la falaise (unité 4) est constituée d'un dépôt de vase (limon sableux) stratifié en lits minces, d'une épaisseur comprise entre 100 et 120 cm, contenant d'abondants débris de plantes (racines, tiges, etc.), des bouts de bois et, dans la partie supérieure, divers débris anthropiques. Deux fragments de bois, dont une branche de

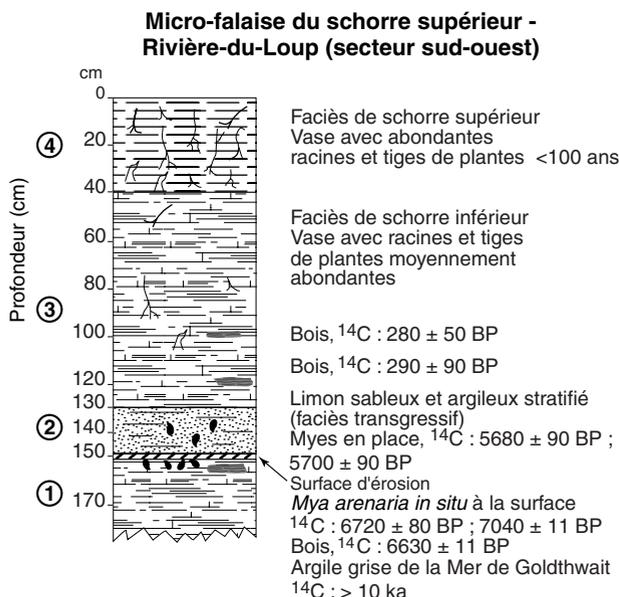
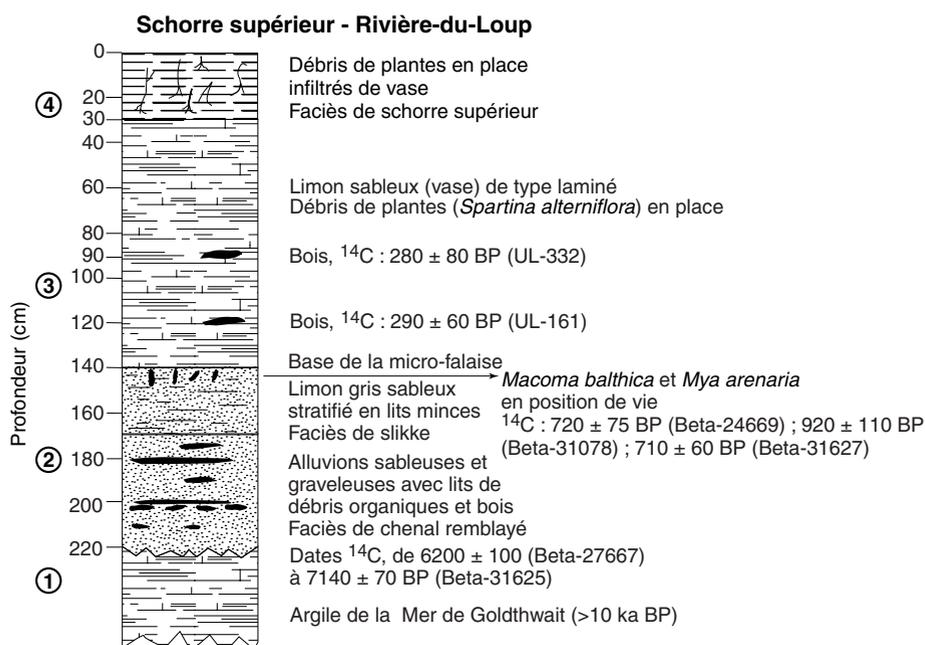


FIGURE 15. Coupe verticale généralisée du schorre supérieur dans le secteur SO, à Rivière-du-Loup.

A generalized vertical section of the high marsh in the SW area at Rivière-du-Loup.

FIGURE 16. Coupe verticale généralisée du schorre supérieur dans son secteur nord, à Rivière-du-Loup.

A generalized vertical section of the high marsh in the north area at Rivière-du-Loup.



sapin (*Abies balsamea*), ont donné des âges au  $^{14}\text{C}$  respectifs de  $280 \pm 80$  BP (UL-332) et  $290 \pm 60$  BP (UL-161).

Au sommet de la micro-falaise, on trouve une couche (unité 5) d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, de couleur brunâtre, contenant davantage de débris de plantes en place que l'unité 4. Cette couche correspond à un faciès de schorre supérieur. À l'extrémité septentrionale de la péninsule, en raison de l'érosion qui a fait reculer le schorre supérieur, l'unité 5 est constituée du chevelu racinaire d'une colonie de phragmites (*Phragmites communis*), espèce d'eau douce qui croît généralement dans la partie arrière humide du schorre supérieur, c'est-à-dire dans la partie qui n'est plus, ou très rarement, atteinte par les marées de vive-eau exceptionnelles associées à des tempêtes. Ceci témoigne d'un recul important du schorre supérieur, la micro-falaise étant maintenant taillée dans l'ancien schorre supérieur.

#### Âge des unités

Comme cela a déjà été mentionné, le substrat de la batture et du schorre à Rivière-du-Loup est constitué d'argile mise en place dans la Mer de Goldthwait il y a plus de 10 000 BP. Toutefois, le schorre supérieur repose rarement directement sur l'argile. Le substrat argileux sous le schorre supérieur correspond à une surface d'érosion datée à 6,6-6,7 ka qui est recouverte d'un dépôt intertidal daté à 5,6-5,7 ka dans le secteur sud-ouest, alors que dans la partie septentrionale, au nord-est, les coupes levées ont révélé l'existence d'un chenal remblayé, creusé dans la surface argileuse et contenant d'abondants débris organiques datés de 6,2 à 7,1 ka BP ( $n=8$ ) (Dionne, 1990, 2002d). Le dépôt intertidal à faciès de slikke à la base de la micro-falaise du schorre inférieur a été daté de  $720 \pm 75$  BP à  $920 \pm 100$  BP sur des coquillages en position de vie, alors que l'unité intertidale correspondant au schorre inférieur a été datée à  $280 \pm 60$  BP (tabl. IV). Il existe donc un intervalle important (>5000 ans) entre les unités 2 et 3 des coupes et les unités 3 et 4 (400 à 600 ans) de la coupe située à l'extrémité septentrionale du pédoncule. Quant à l'unité de surface à faciès de schorre supérieur, elle a été édiflée entre environ 120 BP et aujourd'hui.

En résumé, la partie superficielle du schorre supérieur a été édiflée au cours du siècle dernier, alors que l'unité sous-jacente correspondant au schorre inférieur a été mise en place entre 300 et 120 BP environ.

#### Taux d'accrétion verticale

Si on utilise la date de  $710 \pm 70$  BP (Beta-31627) pour dater la surface de la slikke à la base du schorre supérieur et que l'on considère l'épaisseur maximale des sédiments intertidaux situés au-dessus (140 cm), on obtient un taux moyen d'accrétion verticale de 2 mm/an. Par contre, si on se base plutôt sur les quatre dates au  $^{14}\text{C}$  de l'unité 3 et sur la profondeur des échantillons datés, le taux moyen d'accrétion verticale aurait été de 3,5 mm/an.

### LE SCHORRE SUPÉRIEUR À RIVIÈRE-DES-CAPS

Un fossé de drainage creusé dans le schorre supérieur et dans l'ancien schorre nous a permis, en 1989, de récolter du

matériel permettant de dater la base et l'unité intertidale correspondant au schorre inférieur à Rivière-des-Caps, localité située entre Le Portage et Andréville ( $69^{\circ} 39' 20''$  O,  $47^{\circ} 43' 45''$  N). La figure 17 illustre les unités observées à la marge externe du schorre supérieur où l'on a construit un aboiteau, il y a plusieurs dizaines d'années, pour récupérer cet espace à des fins agricoles.

#### Nature et âge des unités

À la base (unité 1), vers 100 cm de profondeur, on trouve le substrat argileux avec un dallage de cailloux, comme dans le secteur sud-ouest à Rivière-du-Loup. L'argile marine est surmontée d'une couche de 20 cm de limon argileux et sableux laminé (unité 2) contenant des macomes balthiques (*Macoma balthica*), de petites myes (*Mya arenaria*) et quelques petits gastéropodes. Ce dépôt correspond à un faciès de slikke. Une date au  $^{14}\text{C}$  de  $720 \pm 70$  BP (Beta-32060) a été obtenue sur des *Macoma balthica*. De 60 cm d'épaisseur, l'unité 3 au-dessus est composée de limon sableux stratifié en lits minces donnant une apparence laminée au dépôt. Elle contient des débris de plantes en place dont l'abondance augmente vers le haut et correspond à un faciès de schorre inférieur. Deux bouts de bois respectivement vers 70 et 30 cm de profondeur ont donné des âges respectifs de  $300 \pm 70$  BP (UL-678) et de  $190 \pm 50$  BP (Beta-32032). En surface, la quatrième unité, d'une vingtaine de centimètre d'épaisseur, plus organique et non datée, correspond à un faciès de schorre supérieur.

À Rivière-des-Caps, l'âge du schorre basé sur l'unité 3 correspondant à un faciès de schorre inférieur est donc semblable à celui du schorre de Rivière-du-Loup, situé à une quinzaine de kilomètres au nord-est.

#### Taux d'accrétion verticale

Le faciès de slikke ayant été daté à  $720 \pm 70$  BP (Beta-32060), comme à Rivière-du-Loup, et l'épaisseur totale des sédiments intertidaux (faciès de schorre inférieur et supérieur) étant de 80 cm, le taux moyen d'accrétion verticale à long terme est estimé à 1,11 mm/an.

Le taux d'accrétion du dépôt à faciès de schorre inférieur peut être estimé à partir de deux dates. Celle de  $300 \pm 70$  BP (UL-678) a été obtenue sur un morceau de bois trouvé à 70 cm de profondeur, c'est-à-dire à 10 cm au-dessus du dépôt à faciès de slikke daté à 720 BP. La différence d'âge est donc de 420 ans, ce qui donne un taux moyen d'accrétion verticale de 0,2 mm/an pour le début du schorre inférieur. La deuxième date au  $^{14}\text{C}$  de  $190 \pm 50$  BP (Beta-32062) a été obtenue sur des débris végétaux à 30 cm de profondeur. L'espacement entre les deux est de 40 cm et la différence d'âge, de 110 ans, ce qui donne un taux moyen d'accrétion verticale de 3,6 mm/an. Ainsi, le faible taux moyen d'accrétion verticale au début de la formation de l'unité 3 (faciès de schorre inférieur), aurait augmenté progressivement par la suite. Quoi qu'il en soit, l'édification du schorre comprenant les trois faciès a vraisemblablement pris plus de 700 ans, à un taux moyen de 1,11 mm/an.

TABLEAU IV

Dates au  $^{14}\text{C}$  pour le schorre supérieur dans diverses localités de la rive sud de l'estuaire

Localité	N° laboratoire	Âge BP	Espèce	Référence	
<b>Rive sud</b>					
Anse de Bellechasse <sup>1</sup>	UL-2021	210 ± 60	Tronc	Dionne, 2001b	
	UL-2361	280 ± 60	<i>Acer saccharum</i>	Dionne, 2001b	
	UL-2363	300 ± 70	<i>Betula papyrifera</i>	Dionne, 2001b	
	UL-2362	330 ± 60	<i>Betula papyrifera</i>	Dionne, 2001b	
	UL-2380	380 ± 60	<i>Acer</i> sp.	Dionne, 2001b	
	UL-2372	390 ± 60	<i>Tsuga canadensis</i>	Dionne, 2001b	
	UL-1838	400 ± 90	Tronc	Dionne, 2001b	
	UL-2378	410 + 90	<i>Tsuga canadensis</i>	Dionne, 2001b	
	UL-2019	510 + 60	Tronc	Dionne, 2001b	
	UL-2379	510 + 60	<i>Tsuga canadensis</i>	Dionne, 2001b	
	UL-2010	540 + 90	<i>Salix</i> sp.	Dionne, 2001b	
	UL-2419	560 + 80	Tronc	Dionne, 2001b	
	UL-2009	570 + 60	Tronc	Dionne, 2001b	
	UL-2020	630 + 60	<i>Fagus</i> sp.	Dionne, 2001b	
	UL-2371	650 + 60	<i>Tsuga canadensis</i>	Dionne, 2001b	
	UL-2370	690 + 60	<i>Fagus grandifolia</i>	Dionne, 2001b	
UL-1842	780 + 90	Débris organiques	Dionne, 2001b		
Île-aux-Grues	Beta-58208	790 ± 50	Bois	Dionne, inédit	
La Pocatière	Beta-45273	780 ± 60	Bois	Dionne, inédit	
	Beta-44574	830 ± 70	<i>Macoma balthica</i>	Dionne, inédit	
	UL-290	860 ± 50	Bois	Bélanger, 1993	
Rivière-Ouelle	Beta-28372	Moderne	Bois	Dionne, inédit	
	UL-443	140 ± 80	Bois	Dionne, inédit	
	Beta-24668	270 ± 50	Bois	Dionne, inédit	
	UL-444	270 ± 60	Bois	Dionne, inédit	
	Beta-24667	310 ± 50	Bois	Dionne, inédit	
	UQ-883	1450 ± 100	Bois	Dionne et Pfalzgraf, 2001	
Kamouraska	UQ-472	420 ± 80	Débris organiques	Dubé, 1982	
	UQ-486	490 ± 80	Coquillages ( <i>Hydrobia minuta</i> )	Dubé, 1982	
	QU-1380	570 ± 70	Bois	Champagne <i>et al.</i> , 1983	
	UL-282	690 ± 60	Bois	Bélanger, 1993	
	QU-1381	780 ± 70	Coquillages	Champagne <i>et al.</i> , 1983	
	UL-281	840 ± 60	Coquillages	Bélanger, 1993	
Kamouraska (substrat du schorre)	GX-8961	1100 ± 115	Coquillages	Champagne <i>et al.</i> , 1983	
	GX-9104	1775 ± 145	Coquillages	Champagne <i>et al.</i> , 1983	
Andréville (Rivière Fouquette)	Beta-45272	160 ± 60	Tronc d'arbre	Dionne, inédit	
	UL-305	330 ± 60	Bois	Bélanger, 1993	
	UL-304	670 ± 60	Bois	Bélanger, 1993	
Rivière-des-Caps (schorre récent)	Beta-32061	170 ± 60	Bois	Dionne, inédit	
	Beta-32062	190 ± 50	Débris organiques	Dionne, inédit	
	UL-678	300 ± 70	Bois	Dionne, inédit	
	Beta-32063	610 ± 50	Bois	Dionne, inédit	
	(ancien schorre)	Beta-32060	720 ± 70	<i>Macoma balthica</i>	Dionne, inédit
		UL-284	730 ± 60	Coquillages	Bélanger, 1993
		Beta-32064	790 ± 70	Bois	Dionne, inédit
	Beta-32065	840 ± 50	Bois	Dionne, inédit	
	(substrat)	UL-679	1420 ± 80	Débris organiques	Dionne, inédit
	Rivière-du-Loup (schorre)	Beta-32066	280 ± 50	Bois	Dionne, 2002d
UL-332		280 ± 80	Bois	Dionne, 1990	
UL-161		290 ± 60	Bois	Dionne, 1990	
UQ-808		290 ± 90	Bois	Dionne, 1990	

1. Schorre relique à la limite externe du schorre inférieur

TABLEAU IV (suite)

Dates au  $^{14}\text{C}$  pour le schorre supérieur dans diverses localités de la rive sud de l'estuaire

Localité	N° laboratoire	Âge BP	Espèce	Référence
(slikke)	Beta-31627	710 ± 60	Coquillages	Dionne, 1990
	Beta-24669	720 ± 70	<i>Macoma balthica</i>	Dionne, 1990
	Beta-31078	920 ± 110	<i>Mya arenaria</i>	Dionne, 1990
(bas estran)	UL-446	1140 ± 70	<i>Mya arenaria</i>	Dionne, 1990
Cacouna	Beta-32059	230 ± 50	Bois	Dionne, inédit
Isle-Verte	UQ-604	660 ± 60	Coquillages	Bertrand, 1984
	UQ-589	840 ± 50	Bois	Bertrand, 1984
(bas estran argileux)	UQ-613	1490 ± 90	Bois	Bertrand, 1984
Rimouski	Beta-28294	340 ± 60	Bois	Dionne, inédit
	Beta-31399	400 ± 60	Bois	Dionne, inédit
<b>Rive nord</b>				
Cap-Tourmente	UQ-473	400 ± 80	Débris organiques	Troude, 1986
	UL-157	420 ± 60	Bois	Dionne, inédit
(bas estran)	UQ-XX <sup>2</sup>	1350 ± 100	Bois	Troude, 1986
Anse aux Canards (bas estran)	QU-1012	790 ± 80	Débris organiques	Allard, 1981
	QU-1014	1070 ± 210	Débris organiques	Allard, 1981
Baie-Saint-Paul (schorre inférieur actuel) (base vieux schorre) (slikke actuelle )	Beta-24665	160 ± 60	Bois	Bonenfant, 1993
	Beta-24664	220 ± 70	Bois	Bonenfant, 1993
	Beta-27664	1160 ± 70	Débris de plantes	Bonenfant, 1993
	UL-998	620 ± 70	Débris organiques	Dionne, inédit
	UL-675	710 ± 70	Débris organiques	Bonenfant, 1993
Saint-Joseph-de-la-Rive	UL-999	820 ± 70	Bois	Dionne, inédit
	UL-229	240 ± 50	Bois	Quilliam et Allard, 1989
	UL-210	420 ± 70	Débris organiques	Quilliam et Allard, 1989
	UL-213	540 ± 80	Débris organiques	Quilliam et Allard, 1989
Baie des Îlets à Jérémie	UL-185	890 ± 60	Débris organiques	Quilliam et Allard, 1989
	UL-1964	290 ± 60	<i>Mya arenaria</i>	Bernatchez, 2003
Baie Sainte-Marguerite (Saguenay)	UL-2004	300 ± 50	Bois	Bernatchez, 2003
	Beta-47391	210 ± 80	Bois	Bonenfant, 1991, 1993

2. Numéro non disponible

### AUTRES SCHORRES SUPÉRIEURS

Une quinzaine d'autres schorres sur les rives nord et sud du Saint-Laurent estuarien ont fait l'objet de diverses recherches. Le tableau IV indique les dates au  $^{14}\text{C}$  obtenues. Il est difficile, cependant, d'estimer l'âge réel de la plupart d'entre eux faute d'informations suffisantes sur la stratigraphie et compte tenu du petit nombre de dates au  $^{14}\text{C}$  disponibles. Nous présentons néanmoins ces données afin de fournir un aperçu général.

### SCHORRES DE LA RIVE SUD

#### Anse de Bellechasse

Dans l'anse de Bellechasse (70° 46' 30" O, 46° 54' 10" N), les résidus d'un schorre ancien environ situé au niveau moyen de la mer (2,9 m) ont été signalés récemment (Dionne, 2001b). Les dates au  $^{14}\text{C}$  obtenues sur des troncs d'arbres et

des débris ligneux vont de 210 ± 60 BP (UL-2021) à 780 ± 90 BP (UL-1842), avec une médiane de 540 ± 90 BP (UL-2010).

À cet endroit, ne subsistent, au pied de la falaise morte, au front de la terrasse de 10 m, que quelques lambeaux de schorre supérieur pour lesquels on ne dispose d'aucune date au  $^{14}\text{C}$ , alors que le schorre inférieur à scirpe américain occupe toute la zone sise au-dessus du niveau moyen de la mer (Dionne, 1997).

Si les débris ligneux datés appartiennent bien à un ancien schorre supérieur, l'âge médian de ce dernier serait d'environ 500 ans. Cet âge correspond à celui d'autres schorres du Saint-Laurent estuarien, mais diffère de ceux de Sainte-Anne-de-Beaupré, de Montmagny, de Rivière-du-Loup et de Rivière-des-Caps. En raison du caractère relictuel du schorre, les données disponibles ne permettent pas d'évaluer le taux moyen d'accrétion verticale dans l'anse de Bellechasse.

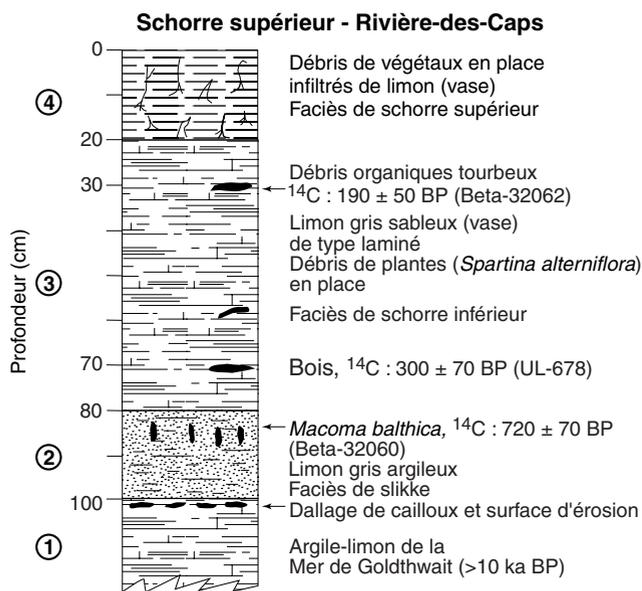


FIGURE 17. Coupe verticale généralisée du schorre supérieur à Rivière-des-Caps.

A generalized vertical section of the high marsh at Rivière-des-Caps.

Île aux Grues—Île aux Oies

Les îles aux Grues et aux Oies, dans l'archipel de Montmagny (70° 31' 10" O, 47° 05' 25" N), sont reliées par un large pédoncule correspondant à un schorre supérieur arrivé à maturité et en voie d'érosion du côté sud, où la micro-falaise excède parfois 2 m de hauteur. La seule date au <sup>14</sup>C disponible, 790 ± 50 BP (Beta-58208), provient d'un fragment de bois récolté à 110 cm de profondeur dans l'unité correspondant à un faciès de schorre inférieur. Cette date est semblable à celles obtenues sur d'anciens schorres, notamment à La Pocatière et à Kamouraska. En se basant sur cette unique datation, le taux moyen d'accrétion verticale aurait été de 1,4 mm/an.

La Pocatière

À La Pocatière, la vaste basse terrasse, au sud de l'auto-route et à l'est de la ville (70° 02' O, 47° 23' N), est en réalité un ancien schorre constitué d'un dépôt intertidal à faciès de schorre inférieur de 1,5 à 2 m d'épaisseur reposant sur un dépôt vaseux de slikke. Les trois dates au <sup>14</sup>C obtenues sur du bois et des coquillages concernent la moitié inférieure de l'unité à faciès de schorre inférieur : 730 ± 60 BP (Beta-45273), 830 ± 70 BP (Beta-44574) et 860 ± 50 BP (UL-290). Rappelons, en passant, que le secteur concerné est, de nos jours, situé au-dessus du niveau des hautes mers de vive-eau. Il s'agit bien d'un schorre plus ancien que celui situé du côté nord de l'autoroute 20. Compte tenu de l'âge des échantillons et de leur profondeur par rapport à la surface, le taux moyen d'accrétion verticale à La Pocatière aurait été d'environ 1,4 mm/an.

Rivière-Ouelle

À Rivière-Ouelle, la basse terrasse située du côté nord de l'autoroute et du côté gauche de la rivière (70° 02' O, 47° 25' N)

correspond aussi à un ancien schorre supérieur endigué il y a quelques dizaines d'années. Plusieurs morceaux de bois ont été récoltés dans des fossés de drainage exposant des sédiments intertidaux à faciès de schorre inférieur. Les quatre dates au <sup>14</sup>C obtenues, 140 ± 80 BP (UL-443), 270 ± 50 BP (Beta-24668), 270 ± 60 BP (UL-444) et 310 ± 50 BP (Beta-24667), indiquent que l'âge de ce schorre est semblable à celui de SAB, MON, Rivière-du-Loup et Rivière-des-Caps. Le taux moyen d'accrétion verticale à cet endroit aurait été de 2,7 mm/an.

Baie de Kamouraska

Six dates au <sup>14</sup>C renseignent sur l'âge du vaste schorre de la baie de Kamouraska, notamment celui du secteur ouest (69° 55' O, 47° 31' 30" N) et celui de Saint-Germain (69° 47' 05" O, 47° 36' 20" N). Trois d'entre elles, obtenues sur du bois et des coquillages proviennent de la partie émergée sise derrière l'aboteau : 690 ± 60 BP (UL-282), 780 ± 70 BP (QU-1381) et 840 ± 60 BP (UL-281); elles datent la base du schorre supérieur. Une quatrième date au <sup>14</sup>C, 570 ± 70 BP (QU-1380) indique l'âge de la base du schorre du côté nord de l'aboteau (tabl. IV), alors que deux autres dates concernent le faciès de schorre inférieur entre 50 et 70 cm de profondeur : 420 ± 80 BP (UQ-472) et 490 ± 80 BP (UQ-486) (Dubé, 1982). L'âge du bas estran (couche de sable, gravier et cailloux) entre le substrat argileux et l'unité correspondant au schorre inférieur obtenu sur des coquillages est de 1100 ± 115 BP (GX-8961) dans le secteur près du dernier aboteau, alors que dans la partie arrière de l'ancien schorre près de la Nationale 132, cette couche a donné un âge au <sup>14</sup>C de 1775 ± 145 BP (GX-9104) (Champagne *et al.*, 1983).

La première série de dates est comparable à celles obtenues pour l'ancien schorre à La Pocatière et à l'Île-aux-Grues, alors que les dates de 400 à 500 BP rappellent celles obtenues sur le schorre à Cap-Tourmente.

Selon Champagne *et al.* (1983), le taux moyen d'accrétion verticale pour l'édification du schorre supérieur serait compris entre 1,6 et 2,2 mm/an. En prenant en considération les six dates au <sup>14</sup>C disponibles, le taux moyen d'accrétion verticale du schorre serait de 1,6 mm. Par contre, si on se base sur les deux dates concernant la couche sablo-graveleuse à la base du schorre, le taux s'abaisse à 1,3 mm/an. Ce taux est donc voisin de celui mesuré dans certains secteurs du schorre inférieur actuel (Dubé, 1982; Sérodes et Dubé, 1983).

L'étude par la méthode du plomb (<sup>210</sup>Pb) et des assemblages macro-fossiles, de carottes de 90 cm de long prélevées dans le schorre supérieur, dans le secteur ouest de la baie de Kamouraska (Hatvaney, 2002, p. 265), a permis de calculer un taux moyen d'accrétion verticale de 2,3 mm/an. Ce taux est comparable à la valeur maximale suggérée par Champagne *et al.* (1983). Quoiqu'il en soit, nous retenons la valeur de 1,6 mm/an pour le taux moyen à long terme d'accrétion verticale de la surface du schorre à Kamouraska.

Andréville-est

À Andréville-est, dans le secteur de la rivière Fouquette, (69° 42' 25" O, 47° 42' N), trois dates au <sup>14</sup>C permettent de

connaître l'âge approximatif du schorre supérieur à cet endroit. Un fragment de bois dans un dépôt vaseux à la base (faciès de slikke) a donné un âge de  $670 \pm 60$  BP (UL-304) alors qu'un autre fragment de bois et un tronc d'arbre dans l'unité correspondant à un faciès de schorre inférieur ont donné des âges respectifs de  $160 \pm 60$  BP (Beta-45272) et  $330 \pm 60$  BP (UL-305). L'âge du dépôt intertidal à faciès de schorre inférieur est comparable à celui des schorres supérieurs à SAB, MON, Rivière-du-Loup et Rivière-des-Caps, ces deux dernières localités étant situées respectivement à 20 et 15 km en aval.

Le taux moyen d'accrétion calculé avec les quelques données disponibles aurait été de 1,35 mm/an pour le schorre principal, mais il serait beaucoup plus élevé dans celui du petit estuaire de la rivière Fouquette (5,6 mm/an) en raison du contexte topographique et de l'interaction des crues et de la marée.

#### Cacouna–Isle-Verte

On dispose d'une seule date au  $^{14}\text{C}$  sur un fragment de bois pour le schorre supérieur à Cacouna ( $69^\circ 29' 30''$  O,  $47^\circ 56' 40''$  N). Le fragment, exhumé à la base du schorre, au-dessus du substrat argileux, a donné un âge au radiocarbone de  $230 \pm 50$  BP (Beta-32059). D'après cette donnée, le taux moyen d'accrétion verticale aurait été de 4,3 mm/an. Compte tenu de l'activité glacielle dans les schorres du Saint-Laurent (Dionne, 1972, 1989), il est possible que le morceau de bois daté soit plus jeune que le début de la mise en place de l'unité à faciès de schorre inférieur. Si tel est le cas, le taux de 4,3 mm/an ne serait pas valable. À L'Isle-Verte ( $69^\circ 20' 0''$  O,  $48^\circ 01' 0''$  N), les deux dates au  $^{14}\text{C}$  disponibles (Bertrand, 1984), l'une sur un fragment de bois,  $840 \pm 50$  BP (Beta-580), l'autre sur des coquillages,  $660 \pm 60$  BP (UQ-604), ne nous renseignent que sur la base du schorre supérieur, et non sur la mise en place des faciès de schorre inférieur et supérieur. En se basant sur ces deux dates au  $^{14}\text{C}$ , le taux moyen d'accrétion verticale aurait été de 1,7 mm/an.

De son côté, Garneau (1997) a estimé, grâce à l'analyse de trois carottes provenant d'un ancien schorre, à L'Isle-Verte, des taux moyens d'accrétion verticale de 0,59, 0,92 et 1,4 mm/an alors que, dans une publication subséquente (Garneau, 1998, p. 49), elle indique un taux moyen annuel de 1,2 mm/an.

#### Rimouski

Deux dates au  $^{14}\text{C}$ ,  $340 \pm 60$  BP (Beta-28294) et  $400 \pm 60$  BP (Beta-31399), obtenues sur des fragments de bois, ont permis de dater la partie externe du schorre supérieur (fig. 18) dans l'anse à l'ouest de la rivière Rimouski ( $68^\circ 33' 0''$  O,  $48^\circ 27' 45''$  N). La plus vieille date provient d'un fragment de bois au contact avec le substrat argileux, l'autre d'un fragment à 40 cm au-dessus de l'argile. D'après ces données préliminaires, le taux d'accrétion verticale aurait été de 1,5 à 1,7 mm/an.

#### SCHORRE DE LA RIVE NORD

##### Cap-Tourmente

À notre connaissance, on ne dispose que de trois dates au  $^{14}\text{C}$  pour le schorre supérieur à Cap-Tourmente ( $70^\circ 47' 10''$  O,  $47^\circ 04' 0''$  N). Délimité par une micro-falaise de

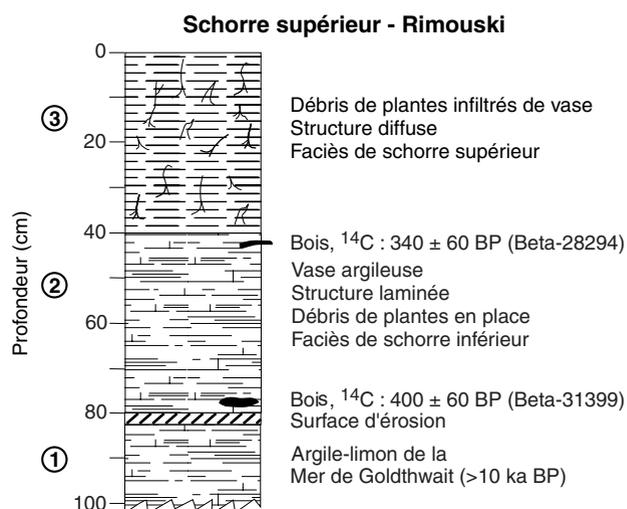


FIGURE 18. Coupe verticale dans la partie externe du schorre supérieur dans le secteur à l'ouest de la rivière, à Rimouski.

*A vertical section in the seaward edge of the high marsh, in the area west of the river, at Rimouski.*

100 à 200 cm de hauteur, le schorre supérieur recule, à cet endroit, à un taux moyen annuel de 2 m depuis plus de trois décennies (Troude, 1986; Troude et Sérodes, 1985, 1990). La partie présentement en érosion correspond à un schorre mature inondé uniquement lors des plus grandes marées de vive-eau (>6 m). En coupe verticale, on observe les trois unités ou faciès décrits plus haut pour le schorre supérieur à Sainte-Anne-de-Beaupré (SAB), localité située à une dizaine de kilomètres au sud-ouest.

Deux dates au  $^{14}\text{C}$  ont été obtenues : l'une, de  $420 \pm 60$  BP (UL-157), sur un fragment de bois prélevé à 35 cm de profondeur, à proximité de la micro-falaise, l'autre, de  $400 \pm 80$  BP (UQ-473), sur des débris de plantes trouvés à 115 cm de profondeur, à environ 300 m du rebord de la micro-falaise. Cette dernière indique l'âge approximatif de la base de l'unité intertidale correspondant à un faciès de schorre inférieur contenant beaucoup de débris de plantes en place. Le substrat minéral du schorre en contact avec l'unité intertidale a été daté à  $1350 \pm 100$  BP (Troude, 1986, p. 97)<sup>3</sup>. Il s'avère difficile de concilier les deux premières dates au  $^{14}\text{C}$  de 400 BP, car l'une concerne la partie supérieure d'une séquence d'une centaine de centimètres et l'autre, plus jeune, la partie inférieure. Il est fréquent que les débris de plantes en place donnent un âge au radiocarbone plus jeune que les fragments de bois sans que l'on sache pourquoi. Si c'est le cas ici, la date de  $400 \pm 80$  BP serait trop jeune, ce qui paraît vraisemblable, car le matériel daté a été récolté à 20 cm au-dessus du morceau de bois daté à  $1350 \pm 100$  BP. En se basant sur la date de  $420 \pm 60$  BP, le taux moyen d'accrétion verticale serait de 0,83 mm/an, alors que si on se base sur la date de  $400 \pm 80$  BP, ce taux augmente à 2,8 mm/an. Comme l'ensemble du dépôt intertidal à

3. Date établie au laboratoire de l'Université du Québec à Montréal dont nous ignorons malheureusement le numéro, nos efforts pour l'obtenir ayant été infructueux.

faciès de schorre mesure 135 cm d'épaisseur et que le substrat au contact de ce dépôt a été daté à  $1350 \pm 100$  BP, on obtient un taux moyen d'accrétion verticale d'environ un millimètre par année; ce taux est voisin de celui calculé avec la date de  $420 \pm 60$  BP. Quoi qu'il en soit, nous estimons entre 1 et 1,5 mm/an le taux moyen à long terme d'accrétion verticale du schorre supérieur à Cap-Tourmente. Bien qu'il s'accumule actuellement, en été, plusieurs centimètres de vase dans la zone du schorre inférieur, Sérodes et Troude (1984) et Troude et Sérodes (1985) estiment que la surface ne s'accroît pas verticalement, car le bilan sédimentaire annuel est nul. Le recul rapide ( $>2$  m/an) de la micro-falaise du schorre supérieur indique plutôt qu'il est déficitaire.

#### Anse aux Canards

Situé en face du schorre de Cap-Tourmente, celui de l'anse aux Canards, à l'extrémité nord-est de l'île d'Orléans ( $70^{\circ} 50' O$ ,  $47^{\circ} 01' 05'' N$ ), s'étend au front d'une petite anse insérée entre des crêtes rocheuses et comblée par des dépôts intertidaux constituant la terrasse Mitis (Dionne, 2002b). Allard (1981) a distingué deux niveaux : l'un à 6 m et l'autre à environ 8 m. Ce dernier correspond vraisemblablement à la Transgression laurentienne identifiée au même niveau à Cap-Tourmente et datée autour 5000 BP (Troude, 1986, p. 97; Dionne, inédit :  $4150 \pm 120$  BP; TO-8313). Le schorre s'étend dans la moitié supérieure de la zone intertidale, entre le niveau moyen de la mer et celui des marées hautes de vive-eau, sur une largeur d'environ 450 m à 540 m si on y inclut la zone des lasses de marées et la saulaie. Bien qu'Allard (1981) n'utilise pas les vocables « schorre inférieur » et « schorre supérieur », il parle de la partie supérieure du schorre et de la limite inférieure du schorre. Cette zone est séparée de la haute slikke par une micro-falaise de quelques dizaines de centimètres; c'est une zone vaseuse avec un couvert végétal dominé par le scirpe américain (*Scirpus americanus*) de moindre densité que dans la zone du schorre. Cette zone serait un ancien schorre à scirpe en dégradation plutôt qu'en aggradation; le problème est de savoir si on doit l'inclure dans le schorre inférieur ou dans la slikke, aire normalement dépourvue de couvert végétal. Le texte ne permet pas de trancher. Quoi qu'il en soit, la basse slikke, située plus bas, est, elle, vaseuse et entièrement dénudée.

La coupe offerte a été levée sur la rive droite de la rivière du Moulin, à l'extrémité ouest de l'anse aux Canards. L'unité 1, à 170 cm de profondeur, est une argile glacio-marine pierreuse et fossilifère datée à  $11\ 200 \pm 160$  BP (QU-1027). D'environ 50 cm d'épaisseur, l'unité 2, au-dessus, est un matériel sableux et graveleux compact, stratifié avec des lits de limon (silt) et quelques morceaux de bois, dont l'un a été daté à  $1220 \pm 80$  BP (QU-1190). À notre avis, cette unité correspond à un milieu alluvial peu profond, probablement infratidal. Entre 90 et 130 cm de profondeur, l'unité 3 est composée de limon argileux et sableux avec des inclusions de tourbe et de débris organiques datés de  $790 \pm 90$  BP (QU-1012) à  $1500 \pm 100$  BP (QU-1013) et est interprétée comme un dépôt intertidal à faciès de slikke. Cette unité serait donc équivalente à celle retrouvée à la base des schorres supérieurs à SAB et à MON. Au-dessus, l'unité 4, d'environ 90 cm d'épaisseur, est composée

de limon sableux sans structure précise, mais avec des passées de débris organiques disséminées dans la moitié inférieure et des débris de plantes en place dans la moitié supérieure de l'unité. La transition entre les unités 3 et 4 est nette, mais bioturbée. L'unité 4 correspond à un faciès de slikke passant graduellement à un faciès de schorre inférieur, puis supérieur. Cette unité intertidale n'est malheureusement pas datée. Elle est évidemment plus jeune que  $790 \pm 90$  BP, âge au  $^{14}C$  le plus récent obtenu sur l'unité 3.

En conséquence, si l'on considère l'ensemble de la séquence verticale intertidale de 90 cm d'épaisseur et la date la plus jeune, on obtient un taux moyen d'accrétion verticale de 1,14 mm/an. De son côté, Allard (1981, p. 139), qui a opté pour une date médiane plus vieille ( $1070 \pm 210$  BP, QU-1014) a proposé un taux moyen annuel d'accrétion verticale de 0,8 mm/an. Par ailleurs, si la coupe de la rive droite de la rivière du Moulin est bien représentative de l'épaisseur de l'unité sédimentaire de l'ensemble de l'anse et qu'on prend pour base la date de 790 BP et un taux moyen d'accrétion verticale de 1,14 mm/an, on obtient un âge de 500 à 700 BP pour le faciès de slikke (unité 3), de 100 à 500 ans pour le faciès de schorre inférieur (unité 4) et de 100 ans à aujourd'hui pour le faciès de schorre supérieur en surface. En admettant que la slikke a commencé, il y a environ 700 ans, l'âge moyen de l'ensemble de la séquence intertidale à faciès de schorre inférieur serait d'environ 350 ans. L'âge obtenu à partir de cette estimation est donc comparable à ceux des schorres à SAB, MON et Cap-Tourmente (tabl. I, II et IV).

#### Baie-Saint-Paul

La superficie couverte par le schorre à Baie-Saint-Paul ( $70^{\circ} 29' 30'' O$ ,  $47^{\circ} 26' N$ ) n'est pas très grande. Dans le secteur à l'ouest du quai, on trouve une étroite bande de schorre inférieur à spartine alterniflore, en grande partie en érosion, qui aboutit à une plage sableuse coiffée d'un cordon littoral isolant un ancien schorre ou un schorre à maturité dont une faible étendue est encore occasionnellement submergée lors des plus hauts niveaux des marées de vive eau (Bonenfant, 1993).

Une seule date au  $^{14}C$  concerne l'ancien schorre supérieur situé derrière la flèche sableuse. Des débris de plantes en place à la base du schorre, à une profondeur de 75 cm ont donné un âge de  $1160 \pm 70$  BP (Beta-27664). L'accrétion verticale au taux moyen de 0,65 mm/an a donc été faible à cet endroit et s'explique en partie par la moindre turbidité des eaux à ce niveau de l'estuaire et probablement aussi par un degré plus élevé de compaction.

Par contre, le secteur au front du cordon littoral sableux, occupé par un schorre moyen à inférieur et comprenant un dépôt intertidal de seulement 50-60 cm d'épaisseur au-dessus du substrat argileux, a pu être daté grâce à deux fragments de bois (branches); l'un à 30-35 cm de profondeur, a donné un âge au  $^{14}C$  de  $160 \pm 60$  BP (Beta-24665); l'autre, à 50-55 cm de profondeur, un âge de  $220 \pm 70$  BP (Beta-24664). En se basant sur ces deux dates, le taux moyen d'accrétion verticale pour ce secteur plus récent du schorre aurait été de 1,8 à 2,5 mm/an. L'aspect des fragments de bois et leur âge portent à penser que ces matériaux étaient récents lors de leur

mise en place. En conséquence, les dates au  $^{14}\text{C}$  disponibles permettent d'estimer qu'à long terme, le taux moyen d'accrétion verticale de l'ancien schorre à Baie-Saint-Paul a été inférieur à 1 mm/an alors que celui du schorre plus récent aurait été d'environ 2 mm/an.

#### Saint-Joseph-de-la-Rive

À Saint-Joseph-de-la-Rive, (70° 22' 45"O, 47° 26' 50"N), en face de l'île aux Coudres et à une dizaine de kilomètres en aval de Baie-Saint-Paul, il existe un vaste marais (schorre) du côté amont de la langue du glissement de terrain de 1663 au bout de laquelle est construit le quai. Environ 80 % du marais est occupé par un schorre supérieur en voie d'érosion depuis au moins une vingtaine d'années, à un taux moyen annuel de 120 cm (Quilliam, 1987 ; Quilliam et Allard, 1989). Du côté aval de la langue de glissement, il existe également une bande étroite de schorre, elle aussi en voie d'érosion, mais à un taux moyen annuel moindre (67 cm).

La micro-falaise qui caractérise le schorre de part et d'autre de la loupe de glissement a permis de connaître la nature des dépôts composant le schorre. Du côté amont, la coupe type décrite (Quilliam, 1987, p. 91 ; Quilliam et Allard, 1989, p. 370), montre quatre unités. Au-dessus du substrat argileux (argile glacio-marine), il y a une couche de 50 cm de diamicton argileux et organique attribuée au glissement de terrain de 1663. Cette unité est surmontée de 100 cm de limon et sable fin stratifié en lits minces qui contient des débris de plantes en place. Interprétée comme un faciès de schorre inférieur, cette unité est elle-même recouverte de 120 cm de vase intertidale et de débris de plantes qu'on estime être un faciès de schorre supérieur.

Trois dates au  $^{14}\text{C}$  ont été obtenues sur des fragments de bois dans le diamicton et quatre autres dans la loupe de glissement à proximité du quai. Ces dates vont de 200 ± 60 BP (UL-183) à 850 ± 70 BP (UL-187), avec une médiane ( $n=7$ ) à 510 ± 50 BP (UL-211).

Trois dates, dont deux sur des débris organiques, 620 ± 60 BP (UL-208) et 1820 ± 100 BP (UL-200), et une sur débris coquilliers, 990 ± 120 BP (UL-219), proviennent de l'unité à faciès de schorre inférieur située au-dessus du diamicton ; une autre date, 420 ± 70 BP (UL-210), obtenue sur des débris organiques récoltés à 80-90 cm de profondeur, provient de l'unité à faciès de schorre supérieur.

Malheureusement, ces diverses dates peuvent difficilement être utilisées pour estimer l'âge du schorre et calculer le taux d'accrétion verticale si on accepte que le diamicton a été mis en place lors du glissement de terrain, il y a 340 ans environ, conclusion à laquelle les auteurs sont arrivés.

Selon ce scénario, l'édification du schorre en amont de la loupe du glissement de terrain est postérieur à cet événement. Comme il y a, d'après la coupe type, 230 cm de sédiments intertidaux de schorre inférieur et supérieur, le taux moyen d'accrétion verticale depuis le glissement de terrain serait d'environ 6,7 mm/an. Par contre, l'exhaussement de la surface de l'unité à faciès de schorre supérieur aurait été de seulement 2 mm/an. Si tel est le cas, le taux moyen d'accrétion

verticale de l'unité à faciès de schorre inférieur aurait donc excédé 7 mm/an.

Quant au petit schorre situé en aval de la loupe de glissement, l'épaisseur des sédiments intertidaux au-dessus de l'argile n'y est que de 100 cm. Des débris organiques trouvés à 75 et à 101 cm de profondeur ont donné des âges au  $^{14}\text{C}$  de 540 ± 80 BP (UL-213) et 890 ± 60 BP (UL-185) respectivement. Ces deux dates ont permis de calculer des taux moyens d'accrétion verticale respectifs de 1,2 et 1,4 mm/an. Ces taux sont comparables à ceux de Baie-Saint-Paul, de Cap-Tourmente et de l'anse aux Canards.

Les schorres de part et d'autre de la langue de fluage se distinguent donc par leur âge et le taux d'accrétion verticale. Celui du côté amont est plus jeune et sa surface s'est exhaussée plus rapidement en raison du contexte topographique particulier créé par la loupe de glissement de terrain ; en effet, cette dernière a donné naissance à une anse, milieu plus propice à la sédimentation que le rivage rectiligne du secteur aval. Toutefois, le taux d'accrétion verticale de la surface a diminué sensiblement lorsque la surface du schorre n'a plus été submergée que lors des marées de vive eau passant, de 6,7 à 2 mm/an.

#### Baie des Îlets à Jérémie

La baie des Îlets à Jérémie (69° 46' O, 48° 54' N) est située à l'ouest du grand glissement de terrain de Betsiamites qui a eu lieu en 1663 (Bernatchez, 2003). C'est le seul schorre de la haute Côte Nord pour lequel nous possédons des dates au  $^{14}\text{C}$ . Les trois autres schorres de grande superficie, localisés à Longue-Rive (69° 11' 30" O, 48° 34' 35" N), à Portneuf-sur-Mer (69° 05' 50" O, 48° 37' 30" N) et à Pointe-aux-Outardes (68° 26' 30" O, 49° 03' 30" N), n'ont pas fait l'objet d'études géomorphologiques et ne sont pas encore datés.

Le schorre de la baie des Îlets à Jérémie occupe un rentrant délimité, à l'est, par la vaste loupe de glissement de terrain de Betsiamites et semble bien s'être formé après cet événement. Une coupe dans le secteur est de la partie externe du schorre en voie d'érosion a permis d'observer les unités suivantes (fig. 19).

À la base (unité 1), vers 80 cm de profondeur, le substrat est formé par de l'argile marine stratifiée mais déformée. Cette unité est surmontée de 30 cm de vase argileuse grise contenant des débris organiques et des myes (*Mya arenaria*). Le faciès de ce dépôt correspond à la slikke. Des individus complets en position de vie récoltés à la surface de cette unité ont donné un âge au  $^{14}\text{C}$  de 290 ± 60 BP (UL-1964), alors qu'un bout de bois a été daté à 300 ± 50 BP (UL-2004). L'unité 2 est recouverte par 50 cm de sédiments vaseux contenant beaucoup de débris de plantes en place (racines, tiges) et correspond à un faciès de schorre inférieur. Curieusement, les débris de plantes récoltés au milieu de l'unité ont donné un âge BP moderne. Le dépôt intertidal est coiffé d'un banc de sable récent mis en place au sommet de la micro-falaise par les vagues de tempête. Les dates au  $^{14}\text{C}$  obtenues sur des myes et du bois à la surface de l'unité 2 confirment que le schorre s'est formé à la suite du grand glissement de terrain de Betsiamites de 1663. Le schorre inférieur à spartines ayant une épaisseur de 50 cm, on obtient

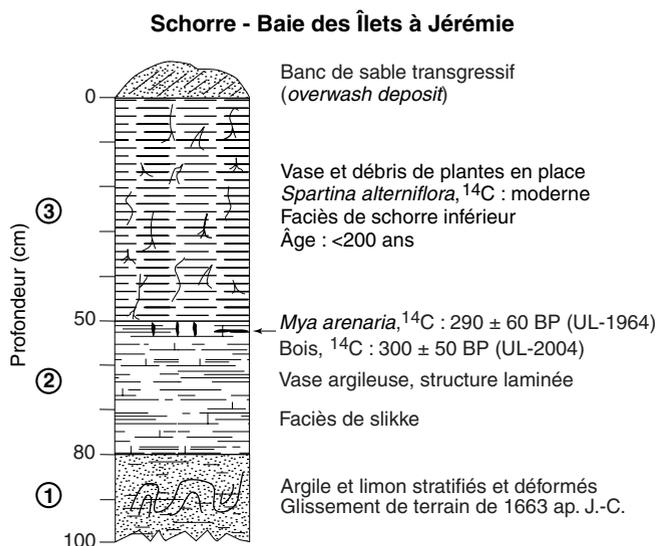


FIGURE 19. Coupe verticale du schorre en voie d'érosion, dans la baie des Îlets à Jérémie, sur la rive nord de l'estuaire maritime.

A vertical section of the tidal marsh under erosion, in the Îlets à Jérémie embayment, on the north shore of the Lower St. Lawrence estuary.

un taux moyen à long terme d'accrétion verticale de 1,7 mm/an; ce taux est beaucoup plus faible que celui du schorre de Saint-Joseph-de-la-Rive, dont le contexte topographique est similaire, mais qui est situé dans un secteur où la turbidité est beaucoup plus élevée qu'à la hauteur de la baie des Îlets à Jérémie, sur la Haute Côte-Nord.

Baie Sainte-Marguerite

Le petit schorre de la baie Sainte-Marguerite (69° 57' O, 48° 15' 45" N), sur la rive gauche du Saguenay, a pu être daté à 210 ± 80 BP (Beta-47391) grâce à un fragment de bois (branche) prélevé à 40 cm de profondeur. En se basant sur cette unique date au radiocarbone et sur l'épaisseur des sédiments intertidaux sus-jacent, on obtient un taux moyen d'accrétion verticale de 1,9 mm/an (Bonenfant, 1991, 1993, p. 103). Ce taux modeste est donc semblable à ceux de plusieurs schorres du Saint-Laurent estuarien.

DISCUSSION

Les schorres supérieurs du Saint-Laurent estuarien sont des formations sédimentaires relativement jeunes qui ont été mises en place au cours du dernier millénaire. Plus d'une centaine (120) de dates au 14C sur des morceaux de bois, des débris organiques, des résidus de plantes (rhizomes, racines, tiges) en place ainsi que des coquillages ont permis de dater 19 de ces schorres : onze sur la rive sud et huit sur la rive nord (tabl. V et VI).

Les schorres à MON et à SAB, ayant fait l'objet d'une étude plus poussée, sont les mieux datés et sans doute ceux pour lesquels le taux moyen d'accrétion verticale à long terme est le plus précis. Néanmoins, dans d'autres sites moins riches en données, l'âge et le taux d'accrétion verticale ont pu être estimés avec un degré de confiance satisfaisant.

Comme il s'agit, pour la très grande majorité, de dates au 14C sur des débris organiques (bois et coquillages) transportés, l'âge obtenu est évidemment approximatif. Le taux moyen d'accrétion verticale à long terme étant basé sur les âges au radiocarbone et la compaction n'ayant pas été prise en considération, les taux estimés sont, eux aussi, forcément approximatifs. Quoiqu'il en soit, les données obtenues jusqu'à maintenant renseignent utilement sur la période de formation du schorre supérieur dans différents sites ainsi que sur le taux moyen d'accrétion verticale à long terme.

Vingt-neuf dates au 14C ont servi à dater le schorre supérieur à MON et à estimer le taux moyen à long terme d'accrétion verticale. L'âge médian (n-8) de l'unité de base (faciès de slikke) est de 540 ± 70 BP (UL-966) sur un fragment de bois et de 670 ± 60 BP (Beta-28371) sur des coquillages (Ellipsis complanata). L'âge médian (n-10) de l'unité 2 à faciès de schorre inférieur est de 210 ± 50 BP (UL-322), alors que l'âge médian (n-11) de l'unité 3 à faciès de schorre supérieur est de 30 ± 100 BP (UL-1184). À MON, le taux moyen d'accrétion verticale à long terme pour l'édification du schorre supérieur a été de 2,8 mm/an. À SAB, autre schorre supérieur situé dans la zone de turbidité maximale, 35 dates au 14C ont permis de dater les unités 1 et 2. Le dépôt à faciès de slikke à la base du schorre supérieur a un âge compris entre 460 ± 50 BP (TO-9241) et 840 ± 70 BP (UL-1432) et un âge médian (n-14) de 600 ± 60 BP (UL-1493), alors que l'unité principale à faciès de schorre inférieur a un âge médian (n-21) de 270 ± 70 BP (UL-975). Le taux moyen d'accrétion verticale à long terme a été estimé à 3 mm/an.

La comparaison des âges au radiocarbone des deux schorres (MON et SAB) permet de constater qu'ils ont été édifés à la même époque et que leur taux moyen de croissance a été semblable. D'un âge au radiocarbone comparable, les schorres à Rivière-du-Loup et à Rivière-Ouelle ont, eux aussi, connu un taux moyen d'accrétion verticale comparable à ceux de MON et de SAB, soit 2,7 mm/an.

Basé sur une seule date au 14C, le taux d'accrétion verticale du schorre à Cacouna paraît douteux. À notre avis, le morceau de bois daté, récolté à la base du schorre supérieur (unité au contact avec le substrat argileux), est trop jeune. Ce morceau de bois a dû être mis en place dans une cuvette glacielle qui a été comblée par la suite. À L'Isle-Verte, localité voisine mais site topographique similaire, le taux d'accrétion verticale à long terme est inférieur à 2 mm/an. En l'absence de cours d'eau à proximité du schorre à Cacouna, on s'explique mal pourquoi le taux moyen d'accrétion verticale du schorre serait, à cet endroit, deux fois et demie supérieur à celui de L'Isle-Verte, où une rivière relativement importante, chargée de suspensions lors des pluies abondantes, débouche sur la batture.

Le taux élevé (6,7 mm/an) d'accrétion verticale du schorre en amont du quai de Saint-Joseph-de-la-Rive (Les Éboulements) est plus du double de ceux de SAB et de MON, et cinq fois plus élevé que celui de Cap-Tourmente. Un tel taux est étonnant pour ce site car, bien que localisé à la limite aval de la zone de forte turbidité de l'estuaire, il n'est pas particulièrement favorisé par la sédimentation fine, comme l'indiquent les taux moyens d'accrétion verticale des sites de Baie-Saint-Paul (<2 mm/an) et du schorre situé du côté est de la loupe de

TABLEAU V  
Taux moyen à long terme d'accrétion verticale  
des schorres supérieurs du Saint-Laurent

Localité	Taux moyen (en mm/an)	Nombre de dates au <sup>14</sup> C
<b>A. Rive sud</b>		
Montmagny	2,8	29
Île aux Grues (archipel de Montmagny)	1,4	1
La Pocatière	1,4	3
Rivière-Ouelle	2,7	4
Kamouraska	1,6	8
Andréville-E (riv. Fouquette)	1,35	3
Rivière-des-Caps (Le Portage O)	1,11	3
Rivière-du-Loup	2,7	7
Cacouna	4,3 (?)	1
Isle-Verte	1,7	2
Rimouski	1,6	2
<b>B. Rive nord</b>		
Sainte-Anne-de-Beaupré	3	39
Cap-Tourmente	1,25	3
Anse-aux-Canards (Île d'Orléans)	1,15	1
Baie-Saint-Paul	1,65	3
Saint-Joseph-de-la-Rive	6,7	6
	(secteur ouest)	
	1,4	2
	(secteur est)	
Baie des Îlets à Jérémie	1,7	2
Baie Sainte-Marguerite	1,9	1

glissement de terrain, à Saint-Joseph-de-la-Rive (1,7 mm/an). L'édification rapide de certaines unités du schorre supérieur aux Éboulements est probablement en grande partie attribuable au contexte topographique créé par la loupe de glissement de terrain et le remaniement des sédiments impliqués dans le glissement de 1663 (Quilliam et Allard, 1989).

Treize (68,5%) des 19 schorres supérieurs datés ont enregistré un taux moyen d'accrétion verticale de à 1 à 2 mm/an, quatre (21%), un taux moyen de 2 à 3 mm/an, et deux (10,5%), un taux supérieur à 3 mm/an. Les taux d'accrétion verticale des schorres du Saint-Laurent sont-ils exceptionnels ou ressemblent-ils à ceux d'autres régions dans le monde? À cet effet, nous avons fait un relevé de la littérature pertinente qui permet de faire certaines comparaisons, sans toutefois autoriser des conclusions fermes en raison de la variabilité des paramètres impliqués.

### TAUX MOYENS D'ACCRÉTION VERTICALE DES SCHORRES AILLEURS DANS LE MONDE

Les tableaux VII et VIII (présentés en annexe) donnent un aperçu sommaire des taux d'accrétion verticale de divers

schorres dans le monde. Ces taux ont été calculés par différentes méthodes, pour différentes zones du schorre et des périodes de durées variées, de très courtes à très longues. Bien qu'il soit difficile de comparer ces données sans spécifier les caractéristiques de chaque site et les méthodes utilisées pour dater et mesurer le taux d'accrétion verticale, l'exercice mérite d'être fait. Les données contenues dans les tableaux synthèses sont tirées d'articles et d'ouvrages spécialisés lus ou consultés au cours des trois dernières décennies.

### CANADA

Il existe peu de données sur l'âge et les taux d'accrétion verticale des schorres au Canada. Quelques marais de la baie de Fundy, en particulier ceux de la côte sud du Nouveau-Brunswick, ont été étudiés récemment. Les mesures, qui s'étendent sur quelques années seulement, indiquent des taux d'accrétion moyens à court terme relativement élevés, allant de 2 à 36 mm/an selon la zone du schorre, le schorre inférieur étant le plus favorisé avec 12 à 36 mm/an. Par contre, le taux moyen estimé selon différentes méthodes (pollens, <sup>137</sup>Cs et <sup>210</sup>Pb) pour la période de 1790-1963 est de seulement 1,47 mm/an (Chmura *et al.*, 2001a). À long terme, les taux d'accrétion verticale pour différents schorres de la Baie de Fundy sont inférieurs à 3 mm/an (Jennings *et al.*, 1993; Shaw et Ceman, 1999; Chmura *et al.*, 2001b; Chmura et Hung, 2004). Globalement, les taux moyens à long terme connus pour les schorres de la baie de Fundy diffèrent peu de ceux du Saint-Laurent estuarien.

Sur la côte du Pacifique, les quelques taux d'accrétion verticale à court et moyen termes des schorres du delta du Fraser, dans la région de Vancouver, sont d'environ 3 à 7 mm/an plus élevés que ceux de la plupart des schorres du Saint-Laurent estuarien (Kellerhals et Murray, 1969; Williams et Hamilton, 1995), bien qu'à très long terme (4,3 ka), le taux moyen calculé s'abaisse à 0,42 mm/an (Kellerhals et Murray, 1969). À Port-Albani, sur l'île de Vancouver, le taux moyen d'accrétion du schorre serait de 0,5 à 2,5 mm/an (Clague et Bobrowsky, 1994), une valeur comparable à celles obtenues pour la plupart des schorres du Saint-Laurent.

### ÉTATS-UNIS

Aux États-Unis, de nombreux marais intertidaux ont été étudiés sous divers aspects, y compris le taux d'accrétion verticale (tabl. VII). Ceux de la côte Atlantique (les plus nombreux et les mieux connus), ont un taux moyen d'accrétion verticale autour de 5-6 mm/an, alors que ceux de la côte sud (golfe du Mexique) s'accroissent de 10-12 mm/an environ. Quant à la côte du Pacifique, peu de marais y ont été étudiés du point de vue des taux de sédimentation. À Newport Bay (Californie), Stevenson et Emery (1958) ont calculé un taux moyen d'accrétion verticale d'environ 10 mm/an. Selon Mudie et Byrne (1980), le taux moyen d'accrétion verticale de certains schorres californiens aurait été de 5 mm/an au XIX<sup>e</sup> siècle et de seulement 1 mm/an au XX<sup>e</sup> siècle. Des mesures récentes sur une période de deux ans pour deux sites indiquent un taux moyen annuel de 0,91 à 1,37 mm (Culberson *et al.*, 2004). À San Diego, la surface du schorre se serait accrue au taux

TABLEAU VI

Dates au <sup>14</sup>C pour le substrat >1000 ans de quelques schorres supérieurs

Localité	N° laboratoire	Âge BP	Matériel	Référence
Rivière-Ouelle	UQ-883	1450 ± 100	Bois	Dionne et Pfalzgraf, 2001
Kamouraska	GX-896	1100 ± 115	Coquillages	Champagne <i>et al.</i> , 1983
Rivière-des-Caps	UL-679	1420 ± 80	Débris organiques	Dionne, inédit
Rivière-du-Loup	UL-446	1140 ± 70	<i>Mya arenaria</i>	Dionne, 1990
Isle-Verte	UQ-613	1495 ± 95	Bois	Bertrand, 1984
Cap-Tourmente	UQ-XX <sup>1</sup>	1350 ± 100	Bois	Troude, 1986
Anse aux Canards	QU-1014	1070 ± 210	Débris organiques	Allard, 1981
Baie-Saint-Paul	Beta-27664	1160 ± 70	Débris organiques	Bonenfant, 1993

1. Numéro non disponible

moyen de 10 mm/an entre 1950 et 1980, alors que ce taux n'avait pas excédé 1 mm/an au cours des quatre derniers siècles (Mudie et Byrne, 1980 ; Cahoon *et al.*, 1996).

Dans les états de l'Orégon et de Washington, les rares schorres ayant fait l'objet de mesures à court terme ont connu, depuis 1963, un taux moyen d'accrétion verticale de 2,4 à 4,8 mm/an (Thom, 1992). À plus long terme (1,2 ka), le taux moyen d'accrétion verticale du marais du Snohomish Delta aurait été de 2 mm/an.

En somme, si les schorres de la côte américaine du golfe du Mexique et quelques autres de la Californie et de la côte Atlantique s'accroissent rapidement, plusieurs sur la côte est, notamment ceux de la Nouvelle-Angleterre, ont un taux moyen d'accrétion verticale à moyen et à long terme de 1 à 2,5 mm/an, comparable à celui des schorres du Saint-Laurent estuarien.

EUROPE

Mer du Nord : Allemagne-Hollande-Danemark

Les schorres de la mer des Wadden (Hollande et Allemagne) ont, en général, des taux d'accrétion verticale relativement élevés, en moyenne autour de 8-10 mm/an (tabl. VIII). Mais au Danemark, région plus éloignée des grands estuaires turbides comme ceux de l'Elbe et du Weser, les taux d'accrétion verticale des schorres de la péninsule de Skallingen sont plus faibles et comparables à ceux de la plupart des schorres du Saint-Laurent estuarien (Bartholdy et Madsen, 1985 ; Nielsen et Nielsen, 2002), alors que dans d'autres sites, les taux moyens sont semblables à ceux de schorres de la Hollande et de l'Allemagne (Jakobsen *et al.*, 1955 ; Christiansen, 1982).

Espagne-France-Portugal-Italie

Les quelques données disponibles pour les schorres européens des côtes de l'Atlantique et de la Méditerranée indiquent des taux variables. Si les marais du delta de l'Ebro (Espagne) ont un taux moyen d'accrétion verticale à court terme de 8 à 13 mm/an (Ibañez *et al.*, 1995), ceux de l'estuaire de Sado (Portugal) ont connu un taux moyen de 2,5 mm/an entre 1978

et 1989 (Soares et Moreira, 1992), alors qu'il était plus élevé (4 à 6 mm/an) durant le dernier siècle (Freitas *et al.*, 1999). À long terme, le taux d'accrétion verticale de la surface du schorre supérieur de la Ria Formosa, dans le sud du Portugal, aurait été de 0,9 à 2 mm/an (Neumeier et Ciavola, 2004).

En France, dans des marais du delta du Rhône, Hensel *et al.* (1999) ont mesuré un taux d'accrétion verticale de 1,1 à 1,2 mm/an durant une période de 4 ans (1992-1996), alors qu'en Bretagne, dans la baie du Mont-Saint-Michel, et en Normandie, dans la péninsule du Cotentin, les taux d'accrétion varient respectivement de 0 à 25 mm/an, de 0 à 20 mm/an et de 4 à 7,7 mm/an (Guilcher et Berthois, 1957 ; Larssonneur, 1989 ; Jigorel, 1996 ; Bonnot-Courtois et Lévassieur, 2001, 2002 ; Haslett *et al.*, 2003).

En Italie, le seul schorre étudié (baie d'Augusta, en Sicile) a connu un taux moyen d'accrétion verticale de seulement 0,7 mm/an entre 1880 et 1945, alors que de 1945 à 1995, ce taux a été de 3,8 mm/an.

Royaume-Uni

Les marais intertidaux des régions du Royaume-Uni et de l'Irlande ont fait l'objet de nombreuses études au cours du xx<sup>e</sup> siècle. Le taux d'accrétion verticale de la surface des schorres a été mesuré ou estimé dans la plupart d'entre eux. À l'instar des autres régions dans le monde, les taux varient beaucoup selon les sites, la période couverte et les méthodes d'évaluation. À court terme, les taux récents mesurés sont généralement supérieurs à ceux à moyen et à long terme. Dans l'estuaire de la Severn par exemple, le taux moyen d'accrétion verticale entre 1945 et 1990 a été de 4,4 mm/an, alors que le taux à long terme (100 ans) n'a été que de 0,7 mm/an (Allen, 1991). Le tableau VIII fournit les taux d'accrétion verticale pour plusieurs localités des côtes de la Grande-Bretagne. Partout, le taux moyen d'accrétion verticale est relativement élevé : en général entre 4 et 10 mm/an. Dans la région du Wash, cependant, le taux d'accrétion à très court terme, mesuré après de nombreux empiètements (digues pour récupération de terres agricoles), est beaucoup plus élevé qu'ailleurs, variant de 14 à 29 mm/an, en moyenne (Pye, 1995). Les taux mesurés entre 1935 et 1947 à Scolt Head

Island, dans le Norfolk, (Steers, 1948), ont été, en moyenne, de 6,36 et 2,38 mm/an pour les schorres du Lower et du Upper Hut marshes respectivement. Durant la période de 1935-1957, ce taux a été de seulement 1 mm/an dans le Missel et le Low Hut marshes. Les nombreux schorres de la région située au voisinage de l'embouchure de l'estuaire de la Tamise ont fait l'objet de plusieurs études détaillées. Pour la période de 1963 à 1995, les taux moyens d'accrétion verticale varient de 1 à 7 mm/an (Van der Wal et Pye, 2004). Un taux de 4 à 5 mm/an a été mesuré dans le schorre de Solent, dans le sud de l'Angleterre (Cundy et Croudace, 1996).

Au pays de Galles, le taux d'accrétion verticale des schorres de l'estuaire de la Dee est très élevé (18 mm/an) (Marker, 1967; Hutchinson et Prandle, 1994), mais il est faible à modéré sur la côte sud : environ 5 mm/an (Richards, 1934; Dalby, 1985).

En Écosse, Marshall (1962) mentionne des taux moyens et à très court terme de 15 mm/an pour des schorres de la rive nord du Solway Firth, alors que Dalby (1985) a calculé un taux moyen d'accrétion verticale de 3,5 à 5 mm/an pour un marais à *Puccinellia maritima* aux îles Shetlands. Ce taux est semblable à celui des quelques schorres étudiés en Irlande par Duffy et Devoy (1999) et Wheeler *et al.* (1999). Dans le cadre de ces deux dernières études, le taux moyen à court terme calculé est de 5,5 mm/an; toutefois, à long terme, il se situe, autour de 1 mm/an seulement

## EURASIE-OCÉANIE

Les rares données disponibles pour les marais intertidaux de la Chine proviennent de la région du Yang-Tse; elles indiquent que les taux d'accrétion verticale du schorre y sont les plus élevés au monde, allant de 16 à 230 mm/an, avec une moyenne annuelle de 95 mm et une médiane de 70 mm selon Chung-Hsin (1985), alors que Yang (1999) parle de 50 à 500 mm/an. Bien que plus faible, le taux moyen à court terme mesuré dans un schorre de Nouvelle-Zélande est de 15 mm/an (Bascand, 1970).

En Russie, Kaplin (1995) indique un taux moyen d'accrétion verticale de 3 à 4 mm/an pour des schorres de la mer d'Okhosk (baies de Penzina et de Gizigina) et de 10 à 12 mm/an pour des schorres du golfe d'Onega (mer Blanche).

Bref, compte tenu des conditions qui ont prévalu et qui prévalent présentement dans le Saint-Laurent estuarien, les taux d'accrétion à moyen et à long terme des schorres supérieurs sont comparables à ceux de nombreux sites américains, canadiens et européens. Les écarts entre les taux minima et maxima sont toutefois moins grands que dans plusieurs régions du monde en raison de la faible turbidité des eaux côtières du Saint-Laurent estuarien en dehors de la zone du bouchon vaseux.

## CONCLUSION

La présente contribution réunit les données disponibles sur les schorres supérieurs du Saint-Laurent estuarien, permettant d'estimer leur âge et le taux moyen d'accrétion verticale de leur surface. Comme il s'agit d'un essai basé sur des

datations au  $^{14}\text{C}$ , les âges et les taux d'accrétion verticale indiqués sont approximatifs et n'ont pas la précision de ceux d'études détaillées basées sur d'autres méthodes ou encore sur la datation de débris végétaux en place. La nature essentiellement ou fortement minérale des unités 1 et 2 n'a permis d'effectuer de datations que sur des matériaux (bois, débris organiques et coquillages) transportés et non en place. De plus, les dates au radiocarbonate sont celles fournies par les divers laboratoires et n'ont pas été ramenées à l'an 2005. La différence est donc de 50 ans environ.

Les schorres supérieurs des rives du Saint-Laurent estuarien sont des formations sédimentaires jeunes. Ils ont été édifiés au cours du dernier millénaire, en majorité sur un substrat limono-argileux correspondant à une surface d'érosion de l'Holocène moyen taillée dans les dépôts pélicitiques de la Mer de Goldthwait qui ont été mis en place il y a plus de 10 000 BP. L'unité de base, constituée d'un dépôt vaseux à faciès de slikke, a été mise en place dans la première partie du dernier millénaire. L'unité 2, correspondant à un faciès de schorre inférieur, a, dans la plupart des cas, un âge compris entre 150 et 400 BP pour les schorres naturels, alors les schorres endigués sont, en moyenne, de 300 à 400 ans plus vieux. L'unité de surface à faciès de schorre supérieur a été édiflée, pour l'essentiel, entre 150 BP et aujourd'hui.

Les taux moyens d'accrétion verticale estimés sont, pour la plupart des sites, relativement faibles. Sur les 19 sites documentés, 13 (68,5%) ont connu un taux moyen d'accrétion verticale de 1 à 2 mm/an, 4 autres (21%), un taux de 2 à 3 mm/an, et 2 sites (10,5%), un taux moyen supérieur à 3 mm/an. Le plus haut taux connu (6,7 mm/an) est celui du schorre du secteur ouest à Saint-Joseph-de-la-Rive qui s'est formé après le grand glissement de terrain de 1663. Calculé à partir d'une seule date au  $^{14}\text{C}$  sur un morceau de bois, le taux de 4,3 mm/an de Cacouna demeure douteux, étant trop élevé par rapport à ceux provenant de sites voisins similaires.

La majorité des schorres des rives du moyen estuaire du Saint-Laurent sont actuellement en phase d'érosion; d'autres sont en équilibre précaire. Très peu progressent latéralement et verticalement. Certains schorres de la rive sud et de la côte de Beupré ont fait l'objet de récupération à des fins diverses, ce qui a réduit la superficie de cet écosystème déjà peu étendu chez nous. Les études sur la morpho-sédimentologie et la dynamique de ces schorres sont encore trop peu nombreuses (d'Anglejan, 1990; Drapeau, 1992) et doivent être développées pour qu'on comprenne mieux le fonctionnement de ces milieux humides dont la valeur écologique doit être préservée.

## REMERCIEMENTS

La présente contribution résulte de travaux effectués au cours des quatre dernières décennies et s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche à long terme sur l'évolution des rives du Saint-Laurent, en grande partie subventionné par le Conseil national de recherche en génie et en sciences naturelles (CRSNG). Plusieurs étudiants du département de Géographie de l'Université Laval et d'autres départements ont contribué à certains travaux de terrain. Une grande partie des datations au  $^{14}\text{C}$  ont été réalisées au Laboratoire de datation

au <sup>14</sup>C du Centre d'études nordiques. Les illustrations ont été préparées par mesdames Andrée Gauthier et Karine Tessier, alors que l'édition du manuscrit a été faite par madame Pierrette Morissette. Les remarques et suggestions faites par madame Chantal Bonnot-Courtois ainsi que par la rédaction de *GpQ* ont permis d'améliorer la version finale. Madame Chantal Bonnot-Courtois et monsieur Jean-Claude Lefevre nous ont aimablement fourni des documents sur la baie du Mont Saint-Michel inédits ou difficiles d'accès chez nous. À tous et chacun, nos remerciements très sincères.

## RÉFÉRENCES

- Adam, P., 1990. Salt marsh ecology. Cambridge University Press, Cambridge, 461 p.
- Allard, M., 1981. L'anse aux Canards, île d'Orléans, Québec : évolution dynamique actuelle. *Géographie physique et Quaternaire*, 35 : 133-154.
- Allen, J.R.L., 1991. Saltmarsh accretion and sea-level movement in the inner Severn estuary, southwest Britain: The archaeological and historical contribution. *Journal of the Geological Society (London)*, 148 : 485-494.
- Allen, J.R.L. et Pye, K., 1992. Coastal saltmarshes: Their nature and importance, p. 1-18. *In* J.R.L. Allen et K. Pye, édit., *Saltmarshes: Morphodynamics, Conservation and Engineering Significance*. Cambridge University Press, Cambridge, 184 p.
- d'Anglejan, B., 1981. The advection of turbidity in the St. Lawrence middle estuary. *Estuaries*, 4 : 2-15.
- \_\_\_\_\_. 1990. Recent sediments and sediment transport processes in the St. Lawrence estuary, p. 109-129. *In* M.I. El-Sabh et N. Silverberg, édit., *Oceanography of a large-scale estuarine system: The St. Lawrence*. Springer-Verlag, New York, 434 p.
- ARGUS, 1994. Restauration d'une herbaçie salée dans la réserve nationale de la faune de la baie de l'Isle-Verte. Rapport final présenté au Service canadien de la faune, Environnement Canada, Québec, par Les Consultants en Environnement ARGUS, Québec, 48 p.
- Bartholdy, J. et Madsen, P.P., 1985. Accumulation of fine-grained material in a Danish tidal area. *Marine Geology*, 67 : 121-137.
- Bates, R.L. et Jackson, J.A., 1987. *Glossary of Geology*. 3e éd. American Geological Institute, Alexandria, 788 p.
- Bélanger, C., 1993. Étude géomorphologique des basses terrasses sur la côte sud de l'estuaire laurentien. Thèse de doctorat, Département de géographie, Université Laval, 237 p.
- Bernatchez, P., 2003. Évolution littorale holocène et actuelle des complexes deltaïques de Betsiamites et de Manicouagan-Outardes : processus, causes, synthèse et perspectives. Thèse de doctorat, Département de géographie, Université Laval, 458 p.
- Bertrand, F., Costa, S., Arnaud-Fasseta, G., Davidson, R., Beltrando, G., Goeldner-Gianella, L. et Baron-Yellès, N., 2003. Dynamique des marais d'arrière-barrière associée à la passe de Barra Nova (Ria Formosa, Portugal méridional). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 9 : 151-163.
- Bertrand, P., 1984. Le secteur côtier Cacouna-Isle-Verte : étude géomorphologique et classification des sols. Thèse de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, 250 p.
- Bonenfant, R., 1991. Delta de la rivière Sainte-Marguerite (Saguenay) : géomorphologie et histoire quaternaire. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction Plein-Air-Parcs, Québec, Rapport, 74 p.
- \_\_\_\_\_. 1993. Chronologie des événements post-glaciaires à l'Holocène dans la basse vallée du Gouffre (Charlevoix). Mémoire de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, 148 p.
- Bonnot-Courtois, C. et Levasseur, J.-E., 2001. Entre mer et terre, les prés-salés de la Baie. *La Baie (Journal de l'Opération, Syndicat mixte pour le rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel)*, 7 : 3-8.
- \_\_\_\_\_. 2002. Mesures *in situ* de la sédimentation au front des schorres aux abords du Mont Saint-Michel, p. 137-144. *In* D. Levacher, P. Maron et Centre français du Littoral, édit., *Actes du colloque : Vile journées nationales génie côtier-génie civil (Anglet, 15 au 17 mai 2002)*, Tome 1.
- Bouchard, V., Creach, V., Lefevre, J.C., Bertru, G. et Mariotti, A., 1998. Fate of plant detritus in a European salt marsh dominated by *Atriplex portulacoides* (L.) Aellen. *Hydrobiologia*, 373-374 : 75-87.
- Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H., 1992. Les mots de la géographie : dictionnaire critique. Reclus, Montpellier, et La documentation française, Paris, 470 p.
- Buteau, P., Dignard, N. et Grondin, P., 1994. Système de classification des milieux humides du Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec. Rapport MB 94-01, 25 p.
- Cahoon, D.R., Lynch, J.C. et Powell, A.N., 1996. Marsh vertical accretion in a southern California estuary, U.S.A. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43 : 19-32.
- Champagne, P., Denis, R. et Lebel, C., 1983. Établissement de modèles caractérisant l'équilibre dynamique des estrans de la rive sud du moyen estuaire du Saint-Laurent. Pêches et Océans Canada, Direction de la recherche sur les pêches, Québec, Rapport manuscrit des Sciences halieutiques et aquatiques 1711, 67 p.
- Chapman, V.J., 1960. *Salt marshes and salt deserts of the world*. Leonard Hill, London, et Interscience-Wiley, New York, 392 p.
- \_\_\_\_\_. 1977. *Wet coastal Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, 428 p.
- Chmura, G.L., Coffey, A. et Crago, R., 2001a. Variation in surface sediment deposition on salt marshes in the Bay of Fundy. *Journal of Coastal Research*, 17 : 221-227.
- Chmura, G.L., Helmer, L.L., Beecher, C.B. et Sunderland, E.M., 2001b. Historical rates of salt marsh accretion on the outer Bay of Fundy. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 38 : 1081-1092.
- Chmura, G.L. et Hung, G.A., 2004. Controls on saltmarsh accretion: A test in salt marshes of eastern Canada. *Estuaries*, 26 : 70-81.
- Christiansen, C., 1982. The effect of *Spartina* on sediment parameters, p. 165. *In* Abstracts : 11th International Congress of Sedimentology (Hamilton, 22 au 27 août 1982), 197 p.
- Chung-Hsin, C., 1985. The effects of introduced *Spartina* grass on coastal morphology in China. *Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl. Bd.*, 57 : 169-174.
- Clague, J.J. et Bobrowsky, P.T., 1994. Tsunami deposits beneath tidal marshes on Vancouver Island, British Columbia. *Geological Society of America Bulletin*, 106 : 1293-1303.
- Clark, J., 1974. *Coastal Ecosystems: Ecological Considerations for Management of the Coastal Zone*. The Conservation Foundation, Washington, D.C., 178 p.
- Couillard, L. et Grondin, P., 1986. *La végétation des milieux humides du Québec*. Les Publications du Québec, Québec, 399 p.
- Culberson, S.D., Foin, T.C. et Collins, J.N., 2004. The role of sedimentation in estuarine marsh development within the San Francisco estuary, California, USA. *Journal of Coastal Research*, 20 : 970-979.
- Cundy, A.B. et Croudace, I.W., 1996. Sediment accretion and recent sea-level in the Solent — inferences from radiometric and geochemical studies. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43 : 449-467.
- Dalby, D.H., 1985. Salt-marsh vegetation in the Shetland Islands. *Vegetatio*, 61 : 45-54.
- De Langhe, J.E., 1978. L'origine des mots slikke, schorre et polder. *Natura Mosana*, 31 : 18-21.
- Denis, R., 1987. Milieux humides en péril. *Geos*, 16 (1) : 19-23.
- Diderot, D. et d'Alembert, J., 1751-1780. *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Briasson, Paris, 5 vol.
- Dijkema, K.S., 1998. The influence of salt marsh vegetation on sedimentation, p. 403-414. *In* D. Eisma, édit., *Intertidal Deposits: River Mouths, Tidal Flats, and Coastal Lagoons*. CRC Press, Boca Raton, 544 p.
- Dionne, J.-C., 1968a. Schorre morphology on the south shore of the St. Lawrence estuary. *American Journal of Science*, 266 : 380-388.
- \_\_\_\_\_. 1968b. Morphologie et sédimentologie glaciaires, littoral sud du Saint-Laurent. *Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl. Bd.*, 7 : 56-84.
- \_\_\_\_\_. 1971. Érosion glacielle de la slikke, estuaire du Saint-Laurent. *Revue de géomorphologie dynamique*, 20 : 5-21.
- \_\_\_\_\_. 1972. Caractéristiques des schorres des régions froides, en particulier de l'estuaire du Saint-Laurent. *Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl. Bd.*, 13 : 131-162.

- \_\_\_\_\_. 1984a. An estimate of ice-drifted sediments based on the mud content of the ice cover at Montmagny, Middle St. Lawrence estuary. *Marine Geology*, 57 : 149-166.
- \_\_\_\_\_. 1984b. Données préliminaires sur l'âge des schorres supérieurs de l'estuaire du Saint-Laurent, p. 151. In *Annales de l'ACFAS 51 : 52<sup>e</sup> Congrès annuel de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (Québec), Colloque sur l'érosion et la sédimentation côtière au Québec (Texte manuscrit : 11 p.)*.
- \_\_\_\_\_. 1986. Érosion récente des marais intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 40 : 307-323.
- \_\_\_\_\_. 1987. Lithologie des cailloux de la baie de Montmagny, côte sud du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 41 : 161-169.
- \_\_\_\_\_. 1988. Holocene relative sea-level fluctuations in the St. Lawrence estuary, Québec, Canada. *Quaternary Research*, 29 : 233-244.
- \_\_\_\_\_. 1989. An estimate of ice action in a *Spartina* tidal marsh, St. Lawrence estuary, Québec. *Journal of Coastal Research*, 5 : 281-293.
- \_\_\_\_\_. 1990. Observations sur le niveau marin relatif à l'Holocène, à Rivière-du-Loup, estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 : 43-53.
- \_\_\_\_\_. 1993. Long-term rates of vertical accretion and modern erosion of tidal marshes of a so-called emerging shoreline, St. Lawrence estuary, Québec, p. 9. In *Abstracts : Symposium on Sediment dynamics, deposition and erosion in temperate salt marshes*. International Geographical Union, Commission on Coastal Salt Marshes (Cocodrie, 2 au 4 avril 1993).
- \_\_\_\_\_. 1997. Nouvelles données sur la transgression Laurentienne, côte sud du moyen estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 51 : 201-210.
- \_\_\_\_\_. 1998a. Relative sea level variations during the Holocene, middle St. Lawrence estuary. *Geological Association of Canada-Mineralogical Association of Canada, Joint Annual Meeting (Québec, 1998), Fieldtrip B1 Guidebook*, 49 p.
- \_\_\_\_\_. 1998b. Sedimentary structures made by shore ice in muddy tidal deposits, St. Lawrence estuary, Québec. *Sedimentary Geology*, 116 : 261-274.
- \_\_\_\_\_. 1999. Indices de fluctuations mineures du niveau marin relatif à l'Holocène supérieur, à l'Isle-Verte, côte sud de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 53 : 277-285.
- \_\_\_\_\_. 2000. Érosion récente du schorre supérieur à Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 54 : 69-89.
- \_\_\_\_\_. 2001a. Relative sea-level changes in the St. Lawrence estuary from deglaciation to present day, p. 271-284. In T.K. Weddle et M.J. Retelle, édit., *Deglacial History and Relative Sea-level Changes, Northern New England and Adjacent Canada*. Geological Society of America, Boulder, Special Paper 351, 292 p.
- \_\_\_\_\_. 2001b. Troncs d'arbres fossiles sur la batture de l'anse de Bellechasse : indice d'une fluctuation mineure du niveau marin relatif à l'Holocène supérieur. *Géographie physique et Quaternaire*, 55 : 301-306.
- \_\_\_\_\_. 2002a. Sediment content of the ice-cover in muddy tidal areas of the turbidity zone of the St. Lawrence estuary and the problem of the sediment budget, p. 463-478. In T. Healy, Y. Wang et J.-A. Healy, édit., *Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Function*. Elsevier, Amsterdam, 542 p.
- \_\_\_\_\_. 2002b. État des connaissances sur la ligne de rivage Micmac de J.W. Goldthwait (estuaire du Saint-Laurent). *Géographie physique et Quaternaire*, 56 : 97-121.
- \_\_\_\_\_. 2002c. Évolution holocène d'un secteur de la batture de Montmagny (Québec) : troncs d'arbres fossiles, méandre relique et galets de quartz. *Géographie physique et Quaternaire*, 56 : 61-79.
- \_\_\_\_\_. 2002d. Une nouvelle courbe du niveau marin relatif pour la région de Rivière-du-Loup (Québec). *Géographie physique et Quaternaire*, 56 : 33-44.
- Dionne, J.-C. et Bouchard, M.-C., 2000. Nouvelles données sur l'érosion du schorre supérieur à Montmagny, moyen estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 54 : 219-230.
- Dionne, J.-C. et Garneau, M., 2000. Caractéristiques d'un dépôt organique littoral d'âge mi-Holocène et d'un marais intertidal actuel, à Montmagny, côte sud de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. In F. Boudreau et P. Buteau, édit., *Guides des excursions scientifiques et techniques. Congrès international des terres humides, Québec 2000, Ministère de l'Environnement, Québec*, 14 p.
- Dionne, J.-C. et Pfalzgraf, F., 2001. Fluctuations holocènes du niveau marin relatif à Rivière-Ouelle, côte sud du moyen estuaire du Saint-Laurent : données complémentaires. *Géographie physique et Quaternaire*, 55 : 289-300.
- Drapeau, G., 1992. Dynamique sédimentaire des littoraux de l'estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 46 : 233-242.
- Dubé, M., 1982. Dynamique sédimentaire des estrans de Kamouraska. Thèse de maîtrise, Département de génie civil, Université Laval, 158 p.
- Duffy, M.J. et Devoy, R.J.N., 1999. Contemporary process controls on the evolution of sedimentary coasts under low to high energy regimes: Western Ireland. *Geologie en Mijnbouw*, 77 : 333-349.
- Erchinger, H.F., 1985. Dünen, Watt und Salzwiesen. *Niedersächsische Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hannover*, p. 1-59.
- Evans, G., 1965. Intertidal flat sediments and their environments of deposition in the wash. *Quarterly Journal of the Geological Society (London)*, 121 : 204-245.
- Environnement Canada, 1991. Les milieux humides : des habitats au contact de la terre et de l'eau. *Atlas environnemental du Saint-Laurent, Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Montréal, carte-affiche*.
- \_\_\_\_\_. 1992. Des berges douces aux littoraux escarpés : les formes et la dynamique des rives du Saint-Laurent. *Atlas environnemental du Saint-Laurent, Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Montréal, carte-affiche*.
- Francis-Bœuf, C., 1942. Sur la présence du schorre et sa signification dans les estuaires. *Comptes-rendus sommaires de la Société géologique de France*, 15 : 182-183.
- Freitas, M.C., Andrade, C., Moreno, J.C., Munha, J.M. et Cachao, M., 1999. The sedimentary record of Recent (last 500 years) environmental changes in the Seixal Bay marsh, Tagus estuary, Portugal. *Geologie en Mijnbouw*, 77 : 283-293.
- Frey, R.W. et Basan, P.B., 1978. Coastal salt marshes, p. 101-169. In R.A. Davis, édit., *Coastal Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, New York, 420 p.
- Ganong, W.F., 1903. The vegetation of the Bay of Fundy salt and dyked marshes: An ecological study. *Botanical Gazette*, 36 : 161-186.
- Garneau, M., 1984. Cartographie phyto-écologique du territoire côtier Cacouna-Isle-Verte. Thèse de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, 388 p.
- \_\_\_\_\_. 1997. Late Holocene paleoecological reconstruction of a coastal peat bog along the St. Lawrence maritime estuary, Québec, p. 97-107. In C.C. Trettin, M.F. Jurgensen, D.F. Grigal, M.R. Gale, et J. Jeglum, édit., *Northern Forested Wetlands: Ecology and Management*, CRC Press, Boca Raton, et Lewis Publishers, New York, 512 p.
- \_\_\_\_\_. 1998. Paléoécologie d'une tourbière littorale de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, Isle-Verte, Québec. *Commission géologique du Canada, Ottawa, Bulletin 514*, 149 p.
- Gauthier, B., 1972. Recherches floristiques et écologiques sur l'hydrolittoral de l'archipel de Montmagny. Thèse de maîtrise, Département de phytologie, Université Laval, 174 p.
- \_\_\_\_\_. 1978. Détermination de la slikke et application au benthos laurentin, Isle-Verte, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 32 : 333-349.
- \_\_\_\_\_. 1982. L'étagement des plantes vasculaires en milieu saumâtre, estuaire du Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien*, 109 : 189-203.
- Gauthier, J., Lehoux, D. et Rosa, J., 1980. Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent. *Environnement Canada, Service canadien de la faune, Québec, Rapport*, 90 p.
- Glangeaud, L., 1938. Transport et sédimentation dans l'estuaire de la Gironde. *Caractéristiques pétrographiques des formations fluviales, saumâtres, littorales et néritiques. Bulletin de la société géologique de France*, 8 : 599-631.
- Glooschenko, W.A., Martini, I.P. et Clark, K., 1988. Salt marshes of Canada, p. 349-377. In *Wetlands of Canada*. Environnement Canada, National wetlands working group, Ottawa, *Ecological Land classification Series 24*, 452 p.
- Goeldner-Gianella, L., 1999. Réouverture de polders et restauration des marais salés en Angleterre. *Revue de Géographie de Lyon*, 74 : 75-84.

- \_\_\_\_\_. 2000. L'Allemagne et ses polders. Conquête et renaissance des marais maritimes. Ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, Conseil des travaux historiques et scientifiques, Paris, 254 p.
- Guilcher, A., 1954. Morphologie littorale et sous-marine. Presses universitaires de France, Paris, 216 p.
- Guilcher, A. et Berthois, L., 1957. Cinq années d'observations sédimentologiques dans quatre estuaires-témoins de l'ouest de la Bretagne. *Revue de géomorphologie dynamique*, 8 : 67-86.
- Hamel, A., 1963. La récupération et la mise en valeur des alluvions maritimes du Saint-Laurent. *L'Agriculture*, 20 (3) : 77-83.
- Haslett, S.K., Cundy, A.B., Davies, C.F.C., Powel, E.S. et Croudace, I.W., 2003. Salt marsh sedimentation over the past c. 120 years along the west Contentin coast of Normandy (France): Relationship to sea-level rise and sediment supply. *Journal of Coastal Research*, 19 : 609-620.
- Hatvaney, M.G., 2002. The aboiteaux of Kamouraska: An historical geography of nature, people and process. Thèse de doctorat, Département de géographie, Université Laval, 329 p.
- Hensel, P.P., Day, J.W. et Pont, D., 1999. Wetland vertical accretion and soil elevation change in the Rhone River delta, France: The importance of riverine flooding. *Journal of Coastal Research*, 15 : 668-681.
- Hutchinson, S.M. et Prandle, D., 1994. Siltation in the salt marsh of the Dee estuary derived from 137Cs analysis of shallow cores. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 38 : 471-478.
- Ibañez, C., Day, J.W., Canicio, A., Prat, N. et Curco, A., 1995. The Ebro delta, Spain: Water and sediment management in the context of relative sea-level rise, p. 809-826. In E. Özhan, édit., Proceedings of the Second International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Medcoast 95, Middle East Technical University, (Tarragona, 24 au 27 octobre 1995), Vol. 2.
- Jakobsen, B., Jensen, M. et Nielsen, N., 1955. Forslag til landvindingsarbejder langs den sønderjyke Vadehaskyst. *Geografisk Tidsskrift*, 55 : 62-87.
- Jacquet, J., 1949. Recherches écologiques sur le littoral de la Manche, les présalés et la spartine de Townsend, les estuaires, la tangué. *Encyclopédie biogéographique et écologique*, Paul Lechevalier, Paris, tome 5, 374 p.
- Jennings, S.C., Carter, R.W.G. et Orford, J.D., 1993. Late Holocene salt marsh development under a regime of rapid relative sea-level rise: Chezzetcook Inlet, Nova Scotia. Implication for the interpretation of palaeomarrow sequence. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 30 : 1374-1384.
- Jigorel, A., 1996. Étude de la sédimentation dans le marais salé du Mont Saint-Michel, p. 7-37. In J.C. Lefeuve, édit., Effects of Environmental Changes on European Salt-Marshes. Laboratoire d'évolution des systèmes naturels et modifiés, Université de Rennes I et Museum d'histoire naturelle, Rennes, Rapport final, Vol. 2.
- Kaplin, P.A., 1995. L'évolution future des côtes arctiques de la Russie. *Norois*, 42 : 37-48.
- Kellerhals, P. et Murray, J.W., 1969. Tidal flats at Boundary Bay, Fraser River delta, British Columbia. *Bulletin of the Canadian Association of Petroleum Geologists*, 17 : 67-91.
- Lacoursière, E. et Grandner, M., 1971. Contribution à l'étude écologique de la végétation riparienne de l'île d'Orléans. *Le Naturaliste canadien*, 98 : 443-459.
- Larsonneur, C., 1989. La baie du Mont-Saint-Michel. *Bulletin de l'Institut de géologie du Bassin d'Aquitaine*, 46 : 5-73.
- Lefeuve, J.-C., 2000. La baie du Mont-Saint-Michel. Coll. Conservatoire du littoral, Actes Sud, Arles, et Éditions locales de France, Mayenne, 43 p.
- Lefeuve, J.-C., Bouchard, V., Feunteun, E., Grare, S., Laffaille, P. et Radureau, A., 2000. European salt marshes diversity and functioning: The case study of the Mont Saint-Michel bay, France. *Wetlands Ecology and Management*, 8 : 147-161.
- LeRhun, J., Lévassieur, J., Guenegou, M.C. et Michel, I., 1989. Processus d'évolution du schorre à l'ouest du Mont-Saint-Michel. *Centre de géomorphologie de Caen, Bulletin*, 36 : 85-87.
- Marker, M.E., 1967. The Dee estuary: Its progressive silting and saltmarsh development. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 41 : 65-71.
- Marshall, D.R., 1962. The morphology of the upper Solway salt marshes. *Scottish Geographic Magazine*, 78 : 81-99.
- Massart, J., 1908. Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de Belgique, p. 167-584. In *Recueil de l'Institut botanique Léo-Ererra*, Bruxelles, tome 7.
- Mudie, P.J. et Byrne, R.J., 1980. Pollen evidence for historic sedimentation rates in California coastal marshes. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 10 : 305-316.
- Neumeier, U. et Ciavola, P., 2004. Flow resistance and associated sedimentary processes in a *Spartina maritima* salt-marsh. *Journal of Coastal Research*, 20 : 435-447.
- Nielsen, N. et Nielsen, J., 2002. Vertical growth of a young back basin salt marsh, Skallingen, SW Denmark. *Journal of Coastal Research*, 18 : 287-299.
- Paskoff, R., 1998. Les littoraux : Impact des aménagements sur leur évolution. 3e éd. Armand Colin, Paris, 264 p.
- Prat, H., 1933. Les zones de végétation et les faciès des rivages de l'estuaire du Saint-Laurent au voisinage de Trois-Pistoles. *Le Naturaliste Canadien*, 69 : 93-136.
- Proosdij, D. van, Ollerhead, J., Davidson-Arnott, R.G.D. et Schostak, L.E., 1999. Allen Creek marsh, Bay of Fundy: A macro-tidal coastal salt marsh. *The Canadian Geographer*, 43 : 316-322.
- Pye, K., 1995. Controls on long-term saltmarsh accretion and erosion in the Wash, eastern England. *Journal of Coastal Research*, 11 : 337-356.
- Quilliam, L., 1987. Évolution récente et dynamique écologique actuelle du marais littoral à Saint-Joseph-de-la-Rive, Charlevoix. Mémoire de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, 142 p.
- Quilliam, L. et Allard, M., 1989. Évolution géomorphologique du glissement de terrain et du marais littoral à Saint-Joseph-de-la-Rive, Charlevoix, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43 : 367-376.
- Reed, A. et Moisan, G., 1971. The *Spartina* tidal marshes of the St. Lawrence estuary and their importance to aquatic birds. *Le Naturaliste Canadien*, 98 : 905-922.
- Reineck, H.E., 1972. Tidal flats, p. 146-159. In J.K. Rigby et W. Hamblin, édit., Recognition of ancient sedimentary environments. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Special Publication 17, 340 p.
- \_\_\_\_\_. 1978. Das Watt, Ablagerung und Lebensraum. W. Kramer Verlag, Frankfurt am Main, 142 p.
- Reineck, H.E. et Singh, I.B., 1980. Deposition sedimentary environments. 2e éd. Springer-Verlag, New York, 549 p.
- Richards, F.J., 1934. The saltmarshes of the Dovey estuary. IV. The rates of vertical accretion, horizontal extension, and scarp erosion. *Annals of Botany*, 48 : 225-259.
- Rijn, L.C. van, 1998. Salt marshes, p. 632-635. In L.C. van Rijn, édit., Principles of coastal morphology. Aqua Publications, Amsterdam, 738 p.
- Rivière, A., 1936. Le Trait du Croisic : une dépression au Quaternaire. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, 9 : 163-176.
- Schwartz, M.L., édit., 1982. The encyclopedia of beaches and coastal environments. Hutchinson Ross, Stroudsburg, 940 p.
- Scott, D.B., MacKinnon, K.D. et Medioli, F.S., 1988. Marais salés atlantiques, p. 264-281. In C.D.A. Rubec, édit., Terres humides du Canada. Série de la classification écologique du territoire n° 24, Environnement Canada, Ottawa, et Polyscience Publications, Montréal, 452 p.
- Sérodès, J.-B. et Dubé, M., 1983. Dynamique sédimentaire d'un estran à Spartines (Kamouraska, Québec). *Le Naturaliste canadien*, 110 : 11-26.
- Sérodès, J.-B. et Troude, J.-P., 1984. Sedimentation cycle of a freshwater tidal flat in the St. Lawrence estuary. *Estuaries*, 7 : 117-125.
- Shaw, J. et Ceman, J., 1999. Salt-marsh aggradation in response to late-Holocene sea-level rise at Amherst Point, Nova Scotia, Canada. *The Holocene*, 9 : 439-451.
- Silverberg, N. et Sundby, B., 1979. Observations in the turbidity maximum of the St. Lawrence estuary. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 16 : 939-950.
- Soares, M.E. et Moreira, A., 1992. Recent salt marshes changes and sedimentation rates in the Sado estuary, Portugal. *Journal of Coastal Research*, 8 : 631-640.

- Steers, J.A., 1948. Twelve year's measurement of accretion on Norfolk salt marshes. *Geological Magazine*, 85 : 163-166.
- Stevenson, R.E. et Emery, K.O., 1958. Marshlands at Newport Bay, California. Allen Hancock Foundation, Occasional Papers 20, Los Angeles, 109 p.
- Straaten, L.M.J.U. van, 1961. Sedimentation in tidal flat areas. *Journal of Alberta Petroleum Geologists*, 9 : 203-226.
- Teal, J. et Teal, M., 1969. The life and death of the salt marsh. Little Brown, Boston, 278 p.
- Thom, R.M., 1992. Accretion rates of low intertidal salt marshes in the Pacific Northwest. *Wetlands*, 12 : 147-156.
- Troude, J.-P., 1986. Étude du cycle sédimentaire annuel d'un estran à forte sédimentation de l'estuaire du Saint-Laurent. Thèse de doctorat, Département de génie civil, Université Laval, 168 p.
- Troude, J.-P. et Sérodes, J.-B., 1985. Régime morpho-sédimentologique d'un estran à forte sédimentation dans l'estuaire du Saint-Laurent, p. 105-119. In D.L. Forbes, édit., *Comptes rendus : Conférence canadienne sur le littoral* (St. John's, 13 au 16 août 1985). Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 605 p.
- \_\_\_\_\_, 1990. Caractéristiques hydrodynamiques d'un estran à forte sédimentation. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 17 : 148-155.
- Van der Wal, D. et Pye, P., 2004. Patterns, rates and possible causes of salt marsh erosion in the Greater Thames area (UK). *Geomorphology*, 61 : 373-391.
- Verger, F., 1956. Quelques remarques sur la formation et le relief des schorres. *Bulletin de l'Association des géographes français*, 259-260 : 146-156.
- \_\_\_\_\_, 1968. Marais et wadden du littoral français. Étude géomorphologique. Biscaye Frères, Bordeaux, 541 p.
- \_\_\_\_\_, 1995. Slikkes et schorres : milieux et aménagement. *Norwis*, 421 : 235-245.
- Wheeler, A.J., Orford, J.D. et Dardis, O., 1999. Saltmarsh deposition and its relationships to coastal forcing over the last century on the north-west coast of Ireland. *Geologie en Mijbouw*, 77 : 295-310.
- Williams, H.F.L. et Hamilton, T.S., 1995. Sedimentary dynamics of an eroding tidal marsh derived from stratigraphic records of <sup>137</sup>Cs fallout, Fraser delta, British Columbia. *Journal of Coastal Research*, 11 : 1145-1156.
- Yang, Shi-Lun, 1999. Tidal wetland sedimentation in the Yangtze delta. *Journal of Coastal Research*, 15 : 1091-1099.

## ANNEXE

## TAUX D'ACCRÉTION VERTICALE DES SCHORRES EN AMÉRIQUE DU NORD, EN EUROPE ET EN ASIE

TABLEAU VII

*Taux d'accrétion verticale des schorres en Amérique du Nord*

Pays/région, localité ou site	Méthode <sup>a</sup>	Période <sup>a</sup>	Taux <sup>a, b, c</sup> (en mm/an)	Références
<b>CANADA</b>				
<b>Nouvelle-Écosse</b>				
Baie de Fundy	ND	ND	4,5	Hatcher et Patriquin, 1981
Région d'Amherst	Mesures de terrain	Court terme	5-10	Ogden, 1981
Chezzetcook Inlet	<sup>14</sup> C, pollens, stratigraphie	800 ans	1,2-1,4	Jennings <i>et al.</i> , 1993
"	"	1-2 ka	1,1-1,7	"
Amherst Point	<sup>14</sup> C, pollens, macrofossiles, stratigraphie	1,1 ka	2,6	Shaw et Ceman, 1999
Fort Lawrence	<sup>14</sup> C, stratigraphie	2,9-3,3 ka	1,48, 1,9, 2,36	Redfield et Rubin, 1962 (tabl. 3, p. 1733)
Grand Pré	<sup>14</sup> C, stratigraphie	3,1-4,4 ka	1,8, 2,36, 2,36	"
<b>Nouveau-Brunswick</b>				
Allen Creek marsh	Repères, mesures de terrain	3 ans : 1996-2000	17-22	Proosdij <i>et al.</i> , 1999
"	"	"	14-18	"
Dipper Harbour marsh	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, pollens, stratigraphie	Moyen terme	2,5-3,1 (2,8)	Clegg, 1999 Chmura <i>et al.</i> , 2001a
De Wood Point à Saint-Andrews	Mesures de terrain	1 an	A. 2-8	"
"	"	"	B. 7-19	"
"	"	"	C. 12-36	"
De Wood Point à Saint-Andrews	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, pollens, stratigraphie	1930-1963	1,5	Chmura <i>et al.</i> , 2001b
"	"	1896-1963	1,5	"
"	"	1830-1896	1,3	"
"	"	1790-1830	4,4	"
<b>Colombie-Britannique</b>				
Delta du Fraser	<sup>210</sup> Pb, <sup>14</sup> C, stratigraphie	20 ans	5	Kellerhals et Murray, 1969
"	"	4,3 ka	0,42	"
Sturgeon Bank marsh	<sup>137</sup> Cs, stratigraphie	37 ans : 1954-1991	2,6-20,5	Williams et Hamilton, 1995
"	"	1954-1964	6-20,5 (12,1)	"
"	"	1964-1991	2,6-8,5 (5,36)	"
Port-Albani (Île de Vancouver)	<sup>14</sup> C, pollens, diatomées	Moyen à long terme	0,5-2,5	Clague et Bobrowsky, 1994
<b>Québec</b>				
Baie de Rupert	<sup>14</sup> C, stratigraphie	Très long terme : 1 ka	0,8	Champagne, 1982
<b>ETATS-UNIS</b>				
<b>Nord de la Nouvelle-Angleterre</b>				
Squanscott River estuary	<sup>210</sup> Pb, <sup>135</sup> Cs	Moyen terme	A. 33	Ward, 1993
"	"	"	B. 65	"
Adams Point marsh	"	"	A. 28-60	"
"	"	"	B. 65	"
<b>Maine</b>				
Kennebunk Beach	<sup>14</sup> C	1,3 ka	2,14-2,8	Redfield et Rubin, 1962 (tabl. 3, p. 1733)
Blue Hill Bay	"	2,9 ka	1,38	"
Robinhood Cove	"	4,1 ka	0,22-0,29	"
Wells	"	2,9 ka	0,65	"
26 marais	Couche repère	1986-1987	0-13	Wood <i>et al.</i> , 1989
Back-barrier marshes	"	"	7,5	"
Transition marshes	"	"	5,3	"
Bluff-toe marshes	"	"	1,9	"
Shippard Cave marsh	Couche repère, données historiques	Moyen terme : 60 ans	6,2-7	Anderson <i>et al.</i> , 1992
Little River marsh	<sup>14</sup> C, stratigraphie	700 ans	1-2	Kelley <i>et al.</i> , 1995
"	"	3-4,5 ka	0,44-0,61	"
Webhannet River marsh	<sup>14</sup> C, stratigraphie	3-4,7 ka	0,35-0,75	"

a. ND : information non disponible

b. A : schorre supérieur ; B : schorre médian ; C : schorre inférieur

c. Les valeurs entre parenthèses sont les moyennes

TABLEAU VII (suite)

## Taux d'accrétion verticale des schorres en Amérique du Nord

Pays/région, localité ou site	Méthode <sup>a</sup>	Période <sup>a</sup>	Taux <sup>a, b, c</sup> (en mm/an)	Références
<b>New Hampshire</b>				
Taylor River marsh	<sup>14</sup> C, carottages	4 ka	C. 1,1	Keene, 1971
"	"	2,7-8 ka	A. 1,5-2	"
Jenners Beach marsh	<sup>14</sup> C	3,6 ka	0,67-1	Redfield et Rubin, 1962 (tabl. 3, p. 1733)
Odiorne Point marsh	"	3,2-4,2 ka	0,59-0,81	"
<b>Côte Atlantique et Golfe du Mexique</b>				
16 localités :	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs	Divers	2,5-1,1	Stevenson <i>et al.</i> , 1986
Côte de l'Atlantique	"	"	5,22	"
Golfe du Mexique	"	"	7,2	"
<b>Du Delaware au Massachusetts</b>				
Diverses localités	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs	Divers	4,3-5,5	Stevenson <i>et al.</i> , 1986
<b>Massachusetts</b>				
Diverses localités :	Couche repère, stratigraphie, données historiques	100 ans	1-4	Chapman, 1938
Scituate marshes	"	"	7,3	"
Lynn marsh	"	"	A. 1,2	"
"	"	"	C. 2,7	"
Région de Boston	<sup>14</sup> C, stratigraphie	490 ans	C. 6	Mitsch et Gosselink, 1986
"	"	600 ans	A. 3,8	"
Région de Boston	<sup>14</sup> C	3,6-3,9 ka	1,66-2 (1,86)	Redfield et Rubin, 1962 (tabl. 2, p. 1732)
Barnstable (Cape Cod)	Couche repère, <sup>14</sup> C, données historiques	Long terme	1,5-6,3	"
Barnstable (Cape Cod)	<sup>14</sup> C, stratigraphie	2-3 ka	0,35-2,5	Redfield, 1972
Nauset Harbor	"	150-300 ans	3,5-8,1	"
Howes Island	"	625 ans	2,7	"
Sandy Weck	"	950 ans	1,9	"
"	"	1250 ans	1,4	"
Nauset marsh	<sup>14</sup> C, <sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs	1921-1993	1,8-4,6	Roman <i>et al.</i> , 1997
"	"	1991-1994	2,8-11,7	"
3 sites (différentes méthodes de datation)	<sup>137</sup> Cs	Court à moyen terme	3,8-4,5 (4)	"
"	<sup>210</sup> Pb	"	2,6-4 (3,6)	"
"	<sup>14</sup> C	"	1-3,4 (2,1)	"
<b>Rhode Island</b>				
Prudence	<sup>210</sup> Pb	60 ans	A. 2,4-4,2 (3,5)	Bricker-Urso <i>et al.</i> , 1989
"	"	"	C. 2,5-6 (4,3)	"
East Matunuck	<sup>14</sup> C, <sup>237</sup> Cs, palynologie	Moyen et long termes	1,1-1,8	Donnelly <i>et al.</i> , 2001
<b>Connecticut</b>				
Brandford	<sup>14</sup> C, stratigraphie	1 ka	0,90	Redfield et Rubin, 1962 (tabl. 2, p. 1732)
Guilford	"	1,2 ka	0,98	"
Mystic	"	2,9 ka	1,54	"
Clinton Harbour	<sup>14</sup> C, stratigraphie	Moyen terme	2-6,7	Bloom, 1964
"	"	Long terme	1-2,4 (1,7)	"
"	"	Très long terme	1,5	"
Great Island	Mesures de terrain	1963-1973	3,8	Harrison et Bloom, 1977
Hammock River	"	"	3,6	"
Nells Island	"	"	6	"
Farm River marsh	<sup>210</sup> Pb	Moyen terme	C. 1-2	McCaffrey et Thomson, 1980
Pataguanset River marsh	<sup>14</sup> C, stratigraphie	3,7 ka	A. 1,1	Orson <i>et al.</i> , 1987
Guilford marsh	<sup>14</sup> C, stratigraphie	1 ka	1,39	Nydick <i>et al.</i> , 1995
"	"	200 ans	2,1	"
Clinton marsh	<sup>14</sup> C, stratigraphie	1 ka	1,22	"
"	"	200 ans	2,67	"
<b>Barn Island :</b>				
Bloom's Point	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs	1938-1994	2,0-2,4	Orson <i>et al.</i> , 1998
Headquarter marsh	"	"	A. 1,8	"
Davis marsh	"	"	C. 3,3	"

TABLEAU VII (suite)

## Taux d'accrétion verticale des schorres en Amérique du Nord

Pays/région, localité ou site	Méthode <sup>a</sup>	Période <sup>a</sup>	Taux <sup>a, b, c</sup> (en mm/an)	Références
<b>New-York</b>				
Flax Pond	<sup>210</sup> Pb	95-100 ans	C. 4,5-6,5 (5,5)	Armentano et Woodwell, 1975
Flax Pond	<sup>210</sup> Pb	Moyen terme	C. 4	Muzyka, 1976
Flax Pond	Couche repère	1803-1974	3-4,7	Flessa <i>et al.</i> , 1977
Flax Pond	<sup>210</sup> Pb	100 ans	4-6,5	Sharma <i>et al.</i> , 1987
Long Island marshes	Diverses méthodes	Court terme	2-4,2	Richard, 1978
Long Island marshes :				
Fresh Pond	<sup>210</sup> Pb, <sup>14</sup> C	1700-1980	1,8-4	Clark et Patterson, 1984
Long Cove	<sup>210</sup> Pb	1827-1980	2,7	"
Fresh Pond	<sup>210</sup> Pb, <sup>14</sup> C	1880-1920	4,3	Clark et Patterson, 1985
"	"	1800-1980	1	"
"	"	1600-1980	1,9	"
<b>Maryland</b>				
Chesapeake Bay	<sup>14</sup> C, stratigraphie, données historiques	1650-1977	1,4-2	Froome, 1980
Chesapeake Bay	"	Court/long terme	C. 1,7-3,6 (2,6)	Stevenson <i>et al.</i> , 1985, 1986
"	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, stratigraphie	Moyen terme	A. 1,7	"
Blackwater marsh	Stratigraphie	Moyen terme	4,9-7,2 (6,1)	Kearney et Ward, 1986
Naticoke marsh	<sup>210</sup> Pb	1900-1989	1,7-5 (3,2)	"
Momie Bay marsh	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, <sup>14</sup> C, pollens, stratigraphie	1790-1989	6,1	Kearney et Stevenson, 1991
Eroding Island marsh	Repère	1997-1998	C. 5,6	Rooth et Stevenson, 2000
Subsiding Creek marsh	Repère	1997-1998	C. 5,6	"
<b>Delaware</b>				
Delaware Bay salt marshes	Données historiques	Court terme	A. 6,4	Stearns et MacCreary, 1957
"	"	"	C. 5,1-6,3	"
Delaware Bay salt marsh	ND	Long terme	3,8	Richter, 1974 ; Orson <i>et al.</i> , 1985
Delaware Bay salt marshes	Géochimie	Court/moyen terme	3-5	Church <i>et al.</i> , 1987
Delaware Bay wetlands	<sup>14</sup> C	1 ka	1-1,5	Fletcher <i>et al.</i> , 1990
Lewes, Great marsh	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, <sup>238</sup> U	Moyen terme	4,6	Church <i>et al.</i> , 1981
Lewes marshes	Couche repère, <sup>14</sup> C, stratigraphie	1917-1980	5	Stumpf, 1983
Rehoboth Bay marshes	ND	ND	2,6	Chrzastowski, 1986
Rehoboth Bay marshes	<sup>14</sup> C, stratigraphie	Moyen et long termes	5,6	Kraft <i>et al.</i> , 1992
Rehoboth Bay marshes	<sup>14</sup> C, stratigraphie	Moyen et long termes	3,4	Carey, 1996
<b>Virginie</b>				
York River marsh	<sup>14</sup> C, données historiques	2 ka	1,1-2,1 (1,48)	Finkelstein et Hardaway, 1988
Brockenberry marsh (Southern Delaware Peninsula)	<sup>210</sup> Pb, carottages	60 ans	0,7-2,2 (1,36)	"
<b>Caroline du Nord</b>				
Cedar Island marshes	<sup>137</sup> Cs, carottages	40 ans	0,9-3,6	Craft <i>et al.</i> , 1993
Cedar Island marshes	Couche repère	2 ans	3,85	Cahoon <i>et al.</i> , 1995
Cedar Island marshes	<sup>210</sup> Pb, <sup>239</sup> Pu	±100 ans	2-4	Benninger et Chanton, 1985
North River marsh	<sup>240</sup> Pu, <sup>238</sup> U	±100 ans	3	"
Palimco Sound marshes	<sup>14</sup> C, stratigraphie	4 ka	0,86	Phillips, 1986
Schorres entre Cape Fear et Cape Lookout	Repères et mesures de terrain	1 an	C. 1,2	Hackney et Cleary, 1987
<b>Caroline du Sud</b>				
North Inlet (5 sites)	<sup>210</sup> Pb	20 ans	1,3-2,5	Sharma <i>et al.</i> , 1987 ; Stevenson <i>et al.</i> , 1986
"	<sup>137</sup> Cs	"	1,4-4,5	"
Oyster Landing marsh	Mesures de terrain	1990-1992	11,9 ± 5,5	Childers <i>et al.</i> , 1993
Winyah Bay marsh	Mesures de terrain	1990-1992	A. 3 ± 2,3	"
"	"	"	C. 6,4 ± 1,1	"
Bly Creek marsh	"	1990-1992	A. 2,5 ± 0,6	"
"	"	"	B. 4,3 ± 0,9	"
"	"	"	C. 1,9 ± 1,3	"
Old Man Creek marsh	"	"	B. 5,7 ± 5,3	"
"	"	"	C. 1 ± 2,1	"
Debidue Creek marsh	"	"	1,3 ± 2	"

TABLEAU VII (suite)

## Taux d'accrétion verticale des schorres en Amérique du Nord

Pays/région, localité ou site	Méthode <sup>a</sup>	Période <sup>a</sup>	Taux <sup>a, b, c</sup> (en mm/an)	Références
<b>Georgie</b>				
Savanah River estuary	<sup>210</sup> Pb, <sup>238</sup> Pu	20 ans	C. 11-20 (14,4)	Goldberg <i>et al.</i> , 1979
"	<sup>239-240</sup> Pu	100 ans	11	"
Savanah River estuary	<sup>210</sup> Pb, <sup>238</sup> Pu, <sup>239-240</sup> Pu	20 ans	2,6-11	Sharma <i>et al.</i> , 1987
Sapelo Island marshes	Repères, mesures de terrain	2 ans	A. 0,5	Letzsch et Frey, 1980
"	"	"	B. 2,2 (2,4)	"
"	"	"	C. 4,5	"
Sapelo Island marshes	Couche repère	7 ans	0-8 (2)	Letzsch, 1983
Sapelo Island marshes	<sup>137</sup> Cs	ND	4	Hopkinson cité par Stevenson <i>et al.</i> , 1986
Sapelo Island marshes	ND	ND	5-10	Chen <i>et al.</i> , 1993
<b>Floride (Golfe du Mexique)</b>				
St. Marks	Couche repère	2 ans	4,5	Cahoon <i>et al.</i> , 1995
Waccasassa Bay	<sup>210</sup> Pb	100 ans	2,1	Goodbred et Hine, 1995
West Central Florida	Piège à sédiments	Très court terme	1,2-7,6	Leonard <i>et al.</i> , 1995
<b>Mississippi</b>				
Old Oyster Bayou	Couche repère et mesures de terrain	2 ans	10	Cahoon <i>et al.</i> , 1995
<b>Louisiane</b>				
Barataria Basin	<sup>137</sup> Cs	2 ans	C. 6-7	Delaune <i>et al.</i> , 1978
Barataria Basin	<sup>137</sup> Cs	Court terme	5,9-7,5 (6,6)	Hatton <i>et al.</i> , 1983
"	"	"	10,6-13,5 (12,9)	"
Barataria Bay marshes	ND	ND	14	Stevenson <i>et al.</i> , 1986
Barataria Bay marshes	<sup>137</sup> Cs	1963-1987	7,5-13,5	Reed, 1989
Barataria Bay marshes	Couche repère, mesures de terrain	1987-1989	8,4-19,2	Childers et Day, 1990
Fourleague	Couche repère	1987-1989	2,4-15,6	"
Fourleague	<sup>137</sup> Cs	Court terme	6,6	Baumann <i>et al.</i> , 1984
East Cove marsh (Calcacieu Lake)	<sup>137</sup> Cs	1959-1980	6,7-10,2 (7,8)	Delaune <i>et al.</i> , 1983
"	"	1 ka	3,8	"
Grande Terre	<sup>137</sup> Cs	1963-1985	C. 5,5	Delaune <i>et al.</i> , 1986
Grande île	<sup>137</sup> Cs	"	C. 7,8	"
Atchafalaya Bay marshes	<sup>137</sup> Cs	1954-1990	7-8	Delaune <i>et al.</i> , 1992
Louisiana delta plain (48 sites)	<sup>137</sup> Cs	Court à moyen terme	24-111	Milan <i>et al.</i> , 1993
Louisiana marshes	ND	ND	10	Nyman <i>et al.</i> , 1993
Bayou Chitique marsh (Atchafalaya Bay)	Couche repère	2 ans	26	Cahoon <i>et al.</i> , 1995
<b>Texas</b>				
Trinity Bay	Couche repère	Moyen terme	1,4-4,1 (2,3)	Williams, 2003
"	<sup>137</sup> Cs, carottages	Court terme	5,3-10	"
<b>Californie</b>				
Newport Bay marsh	Repères	1949-1953	4-16,6	Stevenson et Emery, 1958
San Francisco Bay	Piquets repères	Court terme	0-20	Pestrong, 1965
San Francisco Bay	<sup>14</sup> C, pollens	XIX <sup>e</sup> siècle	5	Mudie et Byrne, 1980
"	Stratigraphie	XX <sup>e</sup> siècle	1	"
Petaluna marsh	<sup>14</sup> C, stratigraphie	3 ka	1	Collins <i>et al.</i> , 1987
San Francisco Bay :				
Bird Island marsh	<sup>137</sup> Cs, carottages	1955-1988	5	Patrick et Delaune, 1990
Baumberg marsh	"	1955-1988	8	"
Alviso	"	1995-1998	39	"
San Francisco Estuary	Piège à sédiments	1999-2001	0,91-1,37	Culberson <i>et al.</i> , 2004
San Diego	Pollens, <sup>14</sup> C, stratigraphie	1950-1980	10	Mudie et Byrne, 1980
"	"	300-400 ans	0,5-1	"
<b>Oregon et Washington</b>				
Plusieurs sites (Oregon et Washington)	Cs, carottages	1963-1990	2,4-4,8 (3,6)	Thom, 1992
Snohomich delta (Washington)	<sup>14</sup> C	1,2 ka	2	Bourgeois et Johnson, 2001
<b>Alaska</b>				
Sutsina mud flats	Mesures de terrain	1978-1980	3,25-12,3 (concerne peu le schorre)	Vinze et Snow, 1984

TABLEAU VIII  
Taux d'accrétion verticale des schorres en Europe et en Asie

Pays/région, localité ou site	Méthode <sup>a</sup>	Période <sup>a</sup>	Taux <sup>a, b, c</sup> (en mm/an)	Références
<b>ALLEMAGNE</b>				
Mer des Wadden (sites non identifiés)	Repères artificiels	Court terme	4-25	Nienburg et Kolumbe, 1931
Mer des Wadden	ND	Court terme	A. 1-3	Heydemann, 1980
"	"	"	C. 10-20	"
Mer des Wadden	ND	Court terme	>10	Dieckmann, 1988 ; Erchinger <i>et al.</i> , 1996
Région de l'île de Sylt	<sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs	Depuis 1926	8-12	Ehlers <i>et al.</i> , 1993
<b>DANEMARK</b>				
Péninsule de Skallingen	ND	100 ans	3,6	Nielsen, 1935 ; Jakobsen, 1953
Péninsule de Skallingen	Repères artificiels	25 ans	3-10	Jakobsen <i>et al.</i> , 1955
Péninsule de Skallingen	<sup>210</sup> Pb	Depuis 1935	1,4-9 (4,3)	Bartholdy et Madsen, 1985
Péninsule de Skallingen	Relevés topographiques	1931-1998	2-3	Nielsen et Nielsen, 2002
Ribe marsh (entre les îles Fanø et Mandø)	Mesures de terrain	1958-1962	C. 20-40	Møller, 1963
Mariager Fjord	Mesures de terrain	1970-1978	12,5	Christiansen, 1982
<b>HOLLANDE</b>				
Dollard marshes	Relevés topographiques	1984-1992	6,6-11,4	Esselink <i>et al.</i> , 1998
St. Annaland marsh	<sup>137</sup> Cs, carottages	100 ans	4-9	Oenema et Delaune, 1988
Rattekaai marsh	"	1984-1986	6,7	"
"	"	1954-1985	14,5	"
Wadden Sea marshes	ND	Court terme	10	Dijkema <i>et al.</i> , 1990
Wadden Sea marshes	Mesures de terrain	Très court terme	15	Dijkema, 1998
Wadden Sea marshes	ND	Court terme	10	Erchinger <i>et al.</i> , 1996
Ameland marsh	Mesures de terrain	1993-1999	A. 0,5	ALTERRA, 2000
"	"	"	B., C. 6,5-7	"
Friesland (est et ouest)	Mesures de terrain	1978-1987	A. 4 (externe)	Bakker <i>et al.</i> , 1993
"	"	"	A. 7-20 (interne)	"
<b>ESPAGNE</b>				
Ebro delta marshes	ND	ND	8-13	Ibañez <i>et al.</i> , 1995
<b>FRANCE</b>				
Bretagne	Piquets, couches repères	5 ans	0-25	Guilcher et Berthois, 1957
Cotentin (Normandie)	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, forams	Long terme	4,1-7,7	Haslett <i>et al.</i> , 2003
Baie du Mont Saint-Michel	ND	ND	0-20	Larsonneur, 1989
Baie du Mont Saint-Michel	Filtres, table de mesures directes	1 an (1994)	3-14	Jigorel, 1996
"	"	"	2-6	"
Baie du Mont Saint-Michel	Plaques, pièges à sédiments	1 an	8-20 cm	Bonnot-Courtois et Levasseur, 2001, 2002
Delta du Rhône	ND	1992-1996	1,1-1,2	Hensel <i>et al.</i> , 1999
<b>ITALIE</b>				
Augusta Bay (Sicile)	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, pollens, stratigraphie	1880-1940	0,7	Cundy <i>et al.</i> , 1998
"	"	1945-1965	4,3	"
"	"	1965-1995	3,4	"
<b>PORTUGAL</b>				
Sado estuary marshes	Mesures de terrain	1978-1989	0,8-5,3 (2,5)	Soares et Moreira, 1992
Sado estuary marshes	Mesures de terrain	Court terme	A. 0,8-3,1 (1,7)	Moreira, 1992
"	"	"	C. 0,7-3,3 (2)	"
Sado estuary marshes	Géochimie, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , <sup>14</sup> C, stratigraphie	36 ans	8	Freitas <i>et al.</i> , 1999
"	"	100 ans	4-6	"
"	"	500 ans	7	"
Ria Formosa lagoon	Couche repère	1 an	11,4	Neumeier et Ciavola, 2004
"	"	Long terme	0,9-2	"

a. ND : information non disponible

b. A : schorre supérieur ; B : schorre médian ; C : schorre inférieur

c. Les valeurs entre parenthèses sont les moyennes

TABLEAU VIII (suite)

Taux d'accrétion verticale des schorres en Europe et en Asie

Pays/région, localité ou site	Méthode <sup>a</sup>	Période <sup>a</sup>	Taux <sup>a, b, c</sup> (en mm/an)	Références
<b>ROYAUME-UNI/ANGLETERRE</b>				
<b>South West England</b>				
Estuaire de la Severn :				
Bridgewater Bay marsh	Piquets repères, stratigraphie	1960-1962	A. 5,87	Ranwell, 1964
"	"	"	B. 3,74 (4,8)	"
"	"	"	C. 0	"
Fall River marsh	ND	ND	A.10	Ranwell, 1974
"	"	"	C. 5	"
Estuaire de la Severn	<sup>210</sup> Pb, <sup>14</sup> C, stratigraphie, données historiques	Depuis 1945	4,5	Allen et Rae, 1988
Estuaire de la Severn (différents sites)	<sup>210</sup> Pb, <sup>14</sup> C, stratigraphie, données historiques	Depuis 1845	3,7	Allen <i>et al.</i> , 1993
"	"	Depuis 1250	1,55	"
"	"	1,8 ka	0,67	"
Estuaire de la Severn	<sup>210</sup> Pb, <sup>14</sup> C, stratigraphie	1945-1990	A. 3,1-7,7 (4,4)	Allen, 1991
"	Données historiques	150 ans	0,6	"
Estuaire de la Severn	<sup>210</sup> Pb, <sup>14</sup> C	30 ans	C. 4	Allen <i>et al.</i> , 1993
"	"	30-50 ans	6	"
"	"	50 ans	15	"
Estuaire de la Severn (6 sites)	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, métaux lourds, archéologie, données historiques	Depuis 1958	2,3-11,3 (6,6)	French, 1996
"	"	Depuis 1936	1-15 (7)	"
"	"	Depuis 1800	4-6	"
Estuaire de la Severn	Forams et chimie	1951-1995	3-5	Haslett <i>et al.</i> , 2001
<b>Dorset (South West England, côte sud)</b>				
Poole Harbour marsh	Levés topographiques	60 ans	C. 5-10	Bird et Ranwell, 1964
Poole Harbour marsh	ND	10 ans	10	Hubbard et Stebbings, 1968
"	"	55 ans	32	"
Solent	Géochimie, radiométrie	Moyen terme	4-5	Cundy et Croudace, 1996
West Solent	Stratigraphie, lithologie	± 100 ans	3-5	Ke et Collins, 2002
<b>Kent (South East England, côte est)</b>				
Medway estuary marshes :				
Stoke marsh	Couches repères	2-5 ans	1,85-3,1 (2,6)	Kirby, 1990
Milford marsh	"	"	3,1-9,85	"
Bedlam's Boston marsh	"	"	5,33 22,6 (12,9)	"
Stoke marshes (North Kent marshes)	Archéologie	Moyen/long terme	2,72	Evans, 1953
<b>Essex (East England)</b>				
Bridge Creek marsh (Dengie Peninsula)	<sup>137</sup> Cs	1963-1991	3,4-4,6	Callaway <i>et al.</i> , 1996
Bridge Creek marsh (Dengie Peninsula)	Mesures de terrain	2 ans	5-11	Reed, 1988
Tollesbury	Mesures de terrain	2 ans	4,3	Boorman <i>et al.</i> , 1998
Tollesbury	Plaques de sédimentation, couche repère	1995-1998	2,7	Cahoon <i>et al.</i> , 2000
Tollesbury	<sup>137</sup> Cs	1963-1995	0,9-2,7	Van der Wal et Pye, 2004
<b>Norfolk et Lincolnshire (East England et East Midlands)</b>				
Sites non identifiés	ND	ND	3,6-9,8 (5,8)	Chapman, 1974
20 sites non identifiés :	<sup>14</sup> C, stratigraphie	10 ans	17	Pethick, 1981
"	Archéologie, données historiques	100 ans	4,2	"
"	"	200 ans	1,2	"
Scolt Head Island :	Piquets, couches repères, mesures de terrain	1935-1937	A. 1,6	Steers, 1938
Lower Hut marsh	"	"	C. 7,6	Chapman, 1964 (p. 90)
Missel marsh	"	"	A. + C. 8,3	"
Aster marsh	"	"	A. 4,47	"
Golf Links marsh	"	"	A. 4,8	"
Mêmes sites	"	3,75 ans	5,72	Steers, 1948
"	"	12 ans	2-9,8 (5,9)	"

TABLEAU VIII (suite)  
Taux d'accrétion verticale des schorres en Europe et en Asie

Pays/région, localité ou site	Méthode <sup>a</sup>	Période <sup>a</sup>	Taux <sup>a, b, c</sup> (en mm/an)	Références
<b>Scolt Head Island :</b>				
Lower Hut et Upper Hut marshes	Couche repère	1983-1988	2,1-5,1	Stoddart <i>et al.</i> , 1989
"	Relevés de terrain	1935-1957	5,9	"
Scolt Head marsh	Couche repère	1986-1991	2-5	French et Spencer, 1993
Hut marsh	"	1983-1986	1-8 (3,9)	"
Hut marsh	Plaques de sédimentation, couche repère	1995-1998	1,5-4	Cahoon <i>et al.</i> , 2000
Lower Hut marsh	Piquets, couche repère, relevés de terrain	1935-1947	6,26	Steers, 1948
Upper Hut marsh	"	"	2,38	"
Missel marsh	"	"	9,02	"
Missel et Lower Hut marshes	"	1935-1957	1,02 et 0,64 (0,83)	"
Blakeney Point marshes	Relevés de terrain	1 an	3-3,9	Oliver, 1929
Gibraltar Point (Lincolnshire)	Levés topographiques	1951-1959	C. 30	Barnes et King, 1961
Gibraltar Point (Lincolnshire)	ND	2,5 ans	17,8	Harper, 1978
Gibraltar Point (Lincolnshire)	Table à mesurer	1 an	4-5	Hartnall, 1984
Wingland marsh	Levés topographiques	1956-1962	A.3,6-4,7	Kestner, 1975
"	"	1956-1972	A. 1,4	"
<b>North East England et Yorkshire and the Humber</b>				
Tees estuary :				
Greatham Creek marsh et Cowpen marsh	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs, pollens, <sup>14</sup> C	Moyen à long terme	1,22-3,74 (2,78)	Plater <i>et al.</i> , 2000
Skeffing (Humber estuary)	Mesures de terrain	18 mois : 1995-1997	21-42	Brown, 1998
<b>ROYAUME-UNI/PAYS DE GALLES</b>				
Dovey marshes	Piquets, couche repère	6-7 ans	1-17,4	Richards, 1934
Dovey marshes	Piquets, couche repère	1922-1930	1,71-9,22 (4,9)	Chapman, 1964 (p. 91)
Burry Inlet marsh	Couche repère	1 an	12-22	Carling, 1982
Milford Haven marsh	ND	ND	A. 0,33-13,8	Dalby, 1970
Pembroke marsh	Nombre de couches	3 ans	3-6,3	Dalby, 1985
Dee estuary marshes	Mesures de terrain	1938-1963	C. 7,9	Marker, 1967
"	"	"	A. 9,4	"
Dee estuary marshes	<sup>137</sup> Cs	1972-1992	2,5-30	Hutchinson et Prandle, 1994
<b>ROYAUME-UNI/ECOSSE</b>				
Solway Firth :				
Kenneth Bank marsh	Couche repère	1959-1960	B. 15	Marshall, 1962
East Park marsh	"	"	A. 15,7	"
Howcreek marsh	"	"	B 15,7	"
Solway Firth :				
Boushead marsh	Couche repère	1959-1960	A. 6,5	Marshall, 1962
Port Carlisle marsh	"	"	A. 3,75	"
Whitrigg marsh	"	"	A. 12,5	"
Shetland Island marshes	Mesures de terrain	3 ans	A. 3,3-5	Dalby, 1985
<b>IRLANDE</b>				
Corranroo marsh	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs	Moyen terme	2,8	Duffy et Devoy, 1999
"	"	Long terme	0,3-1	"
Castlemaine marsh	"	Moyen terme	3,65-6,4 (4,2)	"
"	"	Long terme	1-2	"
Timoleague marsh	"	Moyen terme	4,76-7,8 (5,6)	"
Corranroo marsh	<sup>210</sup> Pb, <sup>137</sup> Cs	Court/moyen terme	2,8	Wheeler <i>et al.</i> , 1999
Castlemaine marsh	"	"	6,4	"
Bracky Bridge marsh	"	"	5	"
Timoleague marsh	"	"	7,8	"
"	"	Depuis 1965	2,4	"
"	"	Depuis 1863	5,5	"

TABLEAU VIII (suite)  
*Taux d'accrétion verticale des schorres en Europe et en Asie*

Pays/région, localité ou site	Méthode <sup>a</sup>	Période <sup>a</sup>	Taux <sup>a, b, c</sup> (en mm/an)	Références
<b>CHINE</b>				
Sites non identifiés	Mesures de terrain	ND	50-500	Yang, 1999
Delta du Yang-Tse	Mesures de terrain	1 à 10 ans	160-230 (95)	Chung-Hsin, 1985
Yexian marsh	"	9 ans	33	"
Haikov marsh	"	10 ans	29	"
<b>NOUVELLE-ZELANDE</b>				
Sites non identifiés	Piquets repères	Court terme	6-23	Bascand, 1970
<b>RUSSIE</b>				
Mer d'Okhosk (Baies de Penzina et de Gizigina)	ND	ND	3-4	Kaplin, 1955 (p. 44)
Mer Blanche (Golfe d'Onega)	ND	ND	10-12	Kaplin, 1955