

Grandes marées observées à Rimouski

Par Denis Gilbert, Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, Québec

Toutes les personnes qui se trouvaient dans la région du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie comprise entre Rimouski et Métis-sur-Mer, le 6 décembre 2010, conservent un souvenir indélébile de la grande marée qui avait alors atteint son paroxysme en pleine clarté du jour, à 14h30 HNE. Un nouveau record du niveau de la mer mesuré par le marégraphe installé en permanence au quai de Rimouski fut alors établi à 5,54 m de hauteur par rapport au zéro des cartes marines (Figure 1a).

Pourtant, les tables de marée basées uniquement sur les variations périodiques des positions relatives de la Lune et du Soleil par rapport à la Terre prévoient une hauteur de pleine mer de 4,50 m à 14h18 HNE cette journée-là. Que s'est-il donc passé et les choses auraient-elles pu être pire? Avant de répondre à cette question, il est important que nous tentions de mieux définir la notion de « grande marée ». Un certain flou règne à ce sujet, d'autant plus que le dictionnaire hydrographique de l'Organisation Hydrographique Internationale (OHI, 1998 *) n'offre pas de définition officielle pour cette expression.

Certaines personnes emploient l'expression « grande marée » en restreignant leur attention uniquement sur la marée astronomique, qui décrit le mouvement de la mer dû à l'attraction gravitationnelle du Soleil et de la Lune sur la Terre en rotation (OHI, 1998).

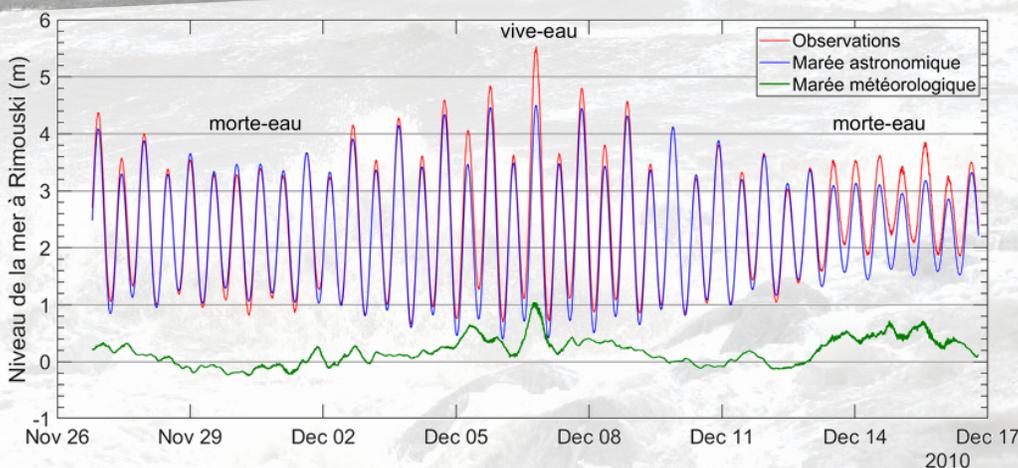
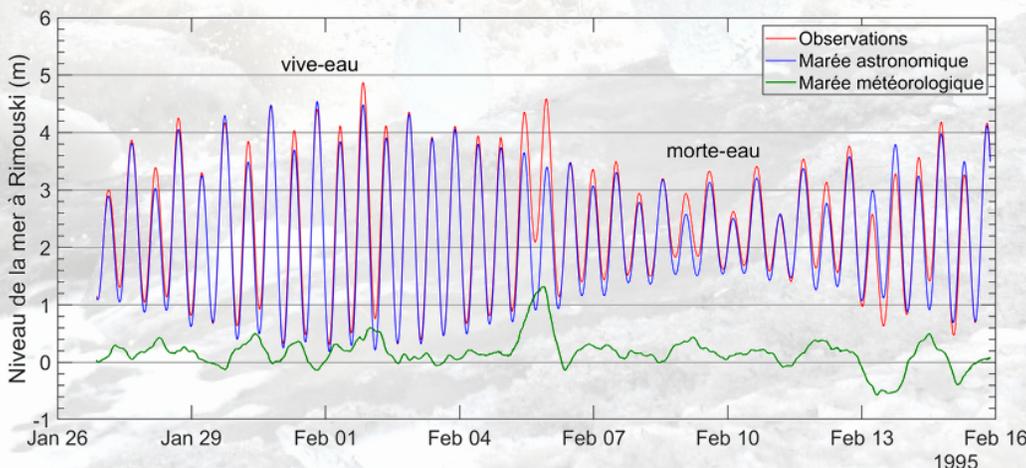


Figure 1. Marées météorologiques : a) (ci-dessus) le 6 décembre 2010 (1,04 m) coïncidant avec une pleine mer de vive-eau astronomique; b) (ci-dessous) le 5 février 1995 (hauteur record de 1,33 m) survenue environ à mi-chemin entre les marées astronomiques de vive-eau et morte-eau.



Mais lorsqu'on s'intéresse aux phénomènes d'érosion côtière et de submersion côtière, la notion de grande marée incorpore la contribution additionnelle importante de la marée météorologique, qui est la partie de la marée due aux conditions météorologiques locales et générales (OHI, 1998).

La marée météorologique du 6 décembre 2010, bien qu'exceptionnellement forte à 1,04 m (Figure 1a), est demeurée à 29 cm de la marée météorologique record de 1,33 m survenue le 5 février 1995 (Figure 1b).

Selon le dictionnaire hydrographique (OHI, 1998), les expressions surcote, onde de tempête, marée de tempête, et marée météorologique sont synonymes l'une de l'autre, puisque leurs définitions telles qu'énoncées dans ce dictionnaire sont toutes équivalentes mathématiquement à la différence entre le niveau de la mer observé et la prédiction de marée astronomique.

* Organisation Hydrographique Internationale, 1998. [Dictionnaire hydrographique](#), Monaco, 281 p.

Afin de minimiser la confusion terminologique, je n'emploie que l'expression marée météorologique dans le reste de cet article.

La marée météorologique tient compte à la fois de l'effet barométrique inverse et de la poussée du vent sur la surface de l'eau. Le poids total de l'atmosphère exerce une pression moyenne de 1013,25 hPa sur la surface de l'eau, ce qui équivaut à la pression exercée par une colonne d'eau de 10 mètres de hauteur! Lorsque la pression atmosphérique au niveau de la mer diminue de 1 hPa, le niveau de la mer augmente de 1 cm. À l'opposé, lorsque la pression atmosphérique au niveau de la mer augmente de 1 hPa, le niveau de la mer diminue de 1 cm.

Parce que le changement du niveau de la mer est inversé par rapport au changement de pression atmosphérique et parce que nous mesurons cette pression à l'aide d'un baromètre, les scientifiques emploient l'expression « effet barométrique inverse » en référence à ce phénomène (Figure 2a). Quant à la poussée du vent sur la surface de l'eau, celle-ci peut soit ajouter ou soustraire de l'eau près des côtes, selon que le vent souffle vers l'intérieur des terres ou en direction opposée (Figure 2a). Cette poussée du vent s'exerce par l'intermédiaire des vagues qui déferlent au large ainsi que près des côtes et est influencée par la rotation de la Terre, tout comme la marée astronomique.

La pression atmosphérique a chuté à 971 hPa le 6 décembre 2010 (Lefaivre, 2011*), ce qui est 42 hPa sous la pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer, de sorte que l'effet barométrique inverse aurait été responsable d'une hausse du niveau de la mer de 42 cm ce jour-là (Figure 2b). Puisque la marée météorologique a atteint 1,04 m, on en déduit par soustraction que la poussée du vent sur la surface de l'eau aurait quant à elle empilé 62 cm d'eau supplémentaire près de la côte à Rimouski (Figure 2b).

Afin de bien juger du caractère exceptionnel de la marée météorologique du 6 décembre 2010, j'ai analysé l'ensemble des données horaires d'observation du niveau de la mer recueillies entre le 8 juillet 1984 et le 31 janvier 2019 par le marégraphe installé en permanence au quai de Rimouski.

*Lefaivre, D. 2011. [Débordement et déferlement des eaux : cas du 6 décembre 2010](#). Infocéans, 14(1), 3.

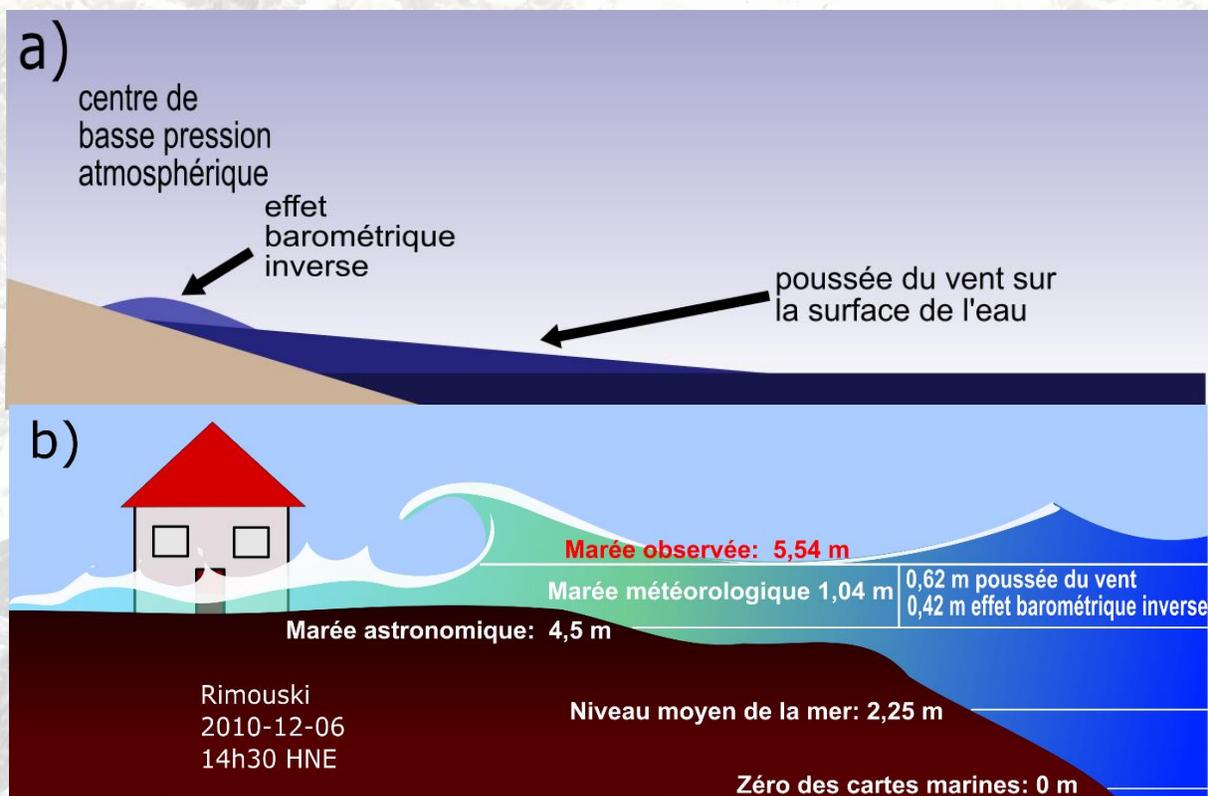


Figure 2. a) Illustration des contributions à la marée météorologique de l'effet barométrique inverse et de la poussée du vent sur la surface de l'eau. Adapté de Howcheng, [graphique original de Robert Simmon, NASA GSFC](#). [Domaine public] b) Composantes de la grande marée observée le 6 décembre 2010 à 14h30 HNE au quai de Rimouski. Adapté de SuperManu [Domaine public], [Wikimedia Commons](#).

Il s'agit essentiellement des mêmes données que celles employées par Bourgault et coll. (2016)*, mais avec 4,5 années supplémentaires. Tout comme ces auteurs, j'ai effectué l'analyse harmonique de la marée en utilisant les programmes informatiques écrits en Matlab par Codiga (2011). Les résultats obtenus pour les diverses composantes de la marée astronomique à Rimouski sont quasi identiques à ceux de Bourgault et coll. (2016) et ne sont donc pas répétés ici.

En utilisant les coefficients de marée astronomique ainsi obtenus, j'ai pu calculer la prédiction de marée astronomique de juillet 1984 à janvier 2019. Puis en soustrayant cette dernière des observations du niveau de la mer, j'ai obtenu des valeurs horaires de la marée météorologique dont je me suis servi pour déterminer la distribution statistique de la marée météorologique pour chacun des mois de l'année (Figure 3). Cette figure nous montre que 50% des marées météorologiques sont comprises entre les deux lignes orange, 95% sont comprises entre les deux lignes noires et 99% sont comprises entre les deux lignes bleues. On constate aussi que les plus fortes marées météorologiques se produisent de décembre à mars et que les plus faibles se produisent de mai à juillet.

* Bourgault D, Chavanne C, Dumont D, Morin É, Galbraith P S et Gostiaux L (2016). [Le point sur les marées d'équinoxes dans l'estuaire du Saint-Laurent](#). *Le Naturaliste canadien*, **140**(1), 73-84.

* Codiga, D.L., 2011. [Unified tidal analysis and prediction using the UTide Matlab functions](#). Rapport technique 2011-01, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Kingston, 59 p.

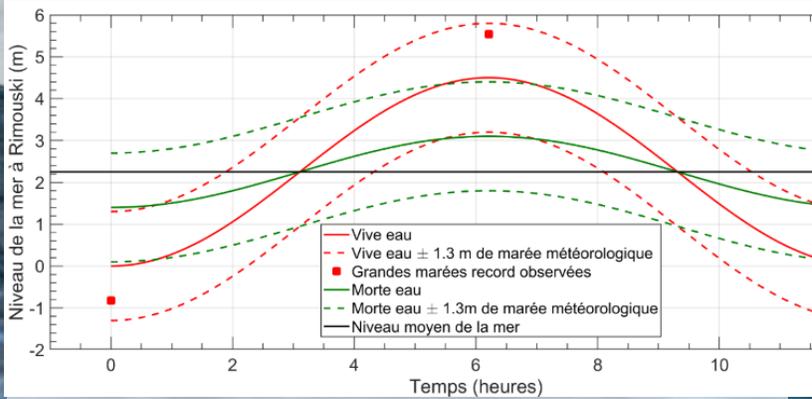


Figure 4. Les épisodes de grandes marées sont beaucoup plus probables pendant les périodes de marée astronomique de vive-eau, en association avec le passage de dépressions météorologiques qui génèrent de fortes marées météorologiques.

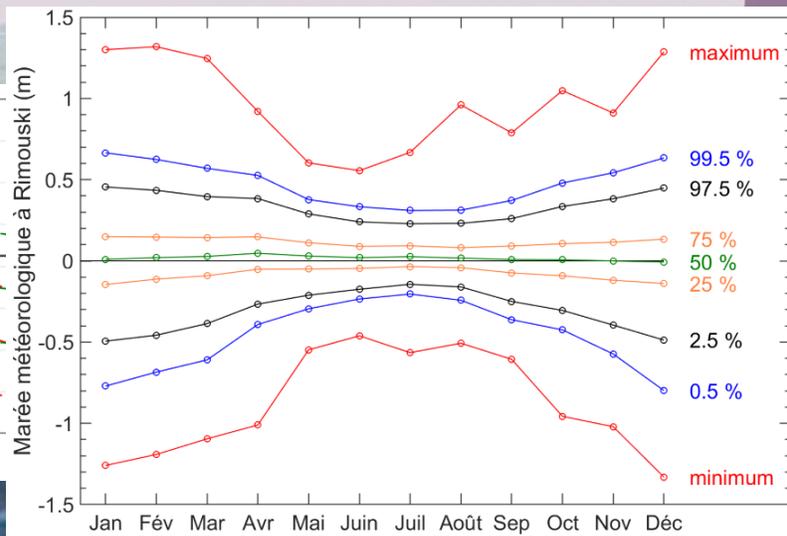


Figure 3. Minimum, maximum et percentiles mensuels de la marée météorologique à Rimouski (juillet 1984 à janvier 2019).

Revenons maintenant à notre question initiale. Les choses auraient-elles pu être pire que le 6 décembre 2010, journée au cours de laquelle la marée météorologique de 1,04 m était parfaitement synchronisée avec la marée haute maximale (4,50 m) de vive-eau? La réponse est OUI pour deux raisons. D'abord, en raison des cycles annuels et semi-annuels de la marée (Bourgault et coll., 2016), la pleine mer de vive eau peut atteindre jusqu'à 4,88 m en janvier, période de l'année où la Terre se situe au point le plus rapproché de son orbite autour du soleil. Ensuite la marée météorologique record observée à Rimouski, survenue le 5 février 1995, avait une hauteur de 1,33 m. En se basant sur ces données historiques, le scénario du pire pourrait donc causer une grande marée d'une hauteur de 6,21 m à Rimouski, ce qui est 67 cm plus élevé que celle du 6 décembre 2010 (5,54 m, Figure 4). Un autre record de grande marée fut établi le 21 mars 2007, journée au cours de laquelle une marée météorologique de -0,82 m s'est produite en même temps qu'une basse mer de vive eau astronomique de 0,0 m, donnant ainsi une observation de niveau d'eau à 0,82 m sous le zéro des cartes marines (Figure 4). Encore là, ce record de grande marée de basse mer pourrait certainement être battu dans le futur puisqu'une marée météorologique de -1,33 m a déjà été observée le 31-décembre 1993.

En résumé donc, une grande marée se produit habituellement pendant une période de marée de vive-eau astronomique, période au cours de laquelle la pleine mer astronomique est à son maximum et la basse mer astronomique est à son minimum (Figures 1 et 4). Une très forte marée météorologique qui survient pendant la période de vive-eau astronomique peut causer des problèmes d'érosion et de submersion côtière lorsque la direction du vent empile de l'eau près des côtes, tout comme elle peut occasionner des risques d'échouement pour des navires à fort tirant d'eau cherchant à entrer au port de Rimouski lorsque la direction du vent repousse l'eau vers le large.