

LES COURANTS DANS L'ESTUAIRE MARITIME DU SAINT-LAURENT :

UN CASSE-TÊTE POUR LES BIOLOGISTES ?

CLAUDE SAVENKOFF¹, ALAIN VÉZINA¹ et YVES GRATTON²

¹: Institut Maurice-Lamontagne, Division de la Productivité des Océans, Pêches et Océans Canada, C.P. 1000, Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4.

²: INRS-Océanologie Rimouski, 310 Allée des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 3A1.

Le fleuve Saint-Laurent a eu et continue d'avoir un impact socio-économique important sur les communautés riveraines; il suffit par exemple de penser à la pêche au crabe des neiges, au flétan du Groenland ou bien à l'observation des mammifères marins. Par ailleurs, son importance environnementale est considérable puisque les effets de l'écoulement des eaux douces du Saint-Laurent peuvent être décelés jusque dans les eaux au large de la Nouvelle-Angleterre. Cependant la circulation des masses d'eaux dans l'estuaire ne se résume pas à une simple sortie d'eau douce, les marées et la largeur de l'estuaire dans sa partie la plus proche du golfe du Saint-Laurent rendent en effet complexe cette circulation (FIGURE 1). Les eaux douces peuvent ainsi suivre toute une série de détours et de contours (FIGURE 1, tracé en pointillés) avant de se rendre dans le golfe, au grand dam des organismes que ces eaux véhiculent et des scientifiques qui doivent résoudre ce casse-tête. Mais prenons certaines pièces de ce puzzle et voyons où nous en sommes rendus dans la compréhension de ces phénomènes. Les courants dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent sont un premier morceau du casse-tête. Le deuxième morceau correspond à l'influence des courants sur de nombreux et minuscules organismes, le phytoplancton, qui sont à la base des chaînes alimentaires. Enfin, nous montrerons comment une perturbation dans la direction des courants va influencer la croissance du phytoplancton dans l'estuaire maritime.

Les courants dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent

L'estuaire du Saint-Laurent commence à la fin des systèmes de drainage des Grands Lacs et du Saint-Laurent, près de l'Île d'Orléans, là où l'eau douce commence à se mélanger à l'eau salée.

L'estuaire s'étend ensuite sur 400 km jusqu'à Pointe-des-Monts, où il s'ouvre sur le golfe du Saint-Laurent (FIGURE 1). L'estuaire maritime, qui comme son nom l'indique commence à ressembler à la mer, s'étend du Saguenay à Pointe-des-Monts (FIGURE 1). En fait, l'estuaire maritime est tellement large que le trajet des courants est, comme dans l'océan, influencé par la rotation de la terre. Il s'ensuit une séparation horizontale entre d'une part les eaux douces qui coulent rapidement vers le Golfe et sont poussées vers la rive sud par la rotation de la terre et d'autre part les eaux plus salées, les eaux océaniques de surface en provenance du Golfe, qui coulent plus lentement vers l'embouchure du Saguenay et sont poussées vers la rive nord (FIGURE 1). Il se forme ainsi une frontière ou zone frontale, parallèle à la côte, qui sépare les deux masses d'eau. Lorsqu'un changement dans la dynamique des courants survient, cette zone peut devenir instable et générer une onde ou un tourbillon au niveau de Rimouski. Si de telles perturbations ont déjà été observées, leur mécanisme et leur impact sur les organismes demeurent encore mal connus.

Le phytoplancton : dépendant du brassage des eaux

Dans l'estuaire maritime, comme en milieu terrestre, la production végétale supporte la chaîne alimentaire et détermine la productivité du milieu. La production végétale marine est en grande partie effectuée par des algues microscopiques, le phytoplancton, qui dérivent avec les eaux de surface. À l'instar des plantes terrestres, ces algues construisent leurs tissus en combinant des matériaux inorganiques présents dans leur milieu avec l'énergie solaire capturée par un pigment, la chlorophylle, lors du processus appelé la photosynthèse. Ces plantes marines ont besoin de suffisamment de lumière et de sels nutritifs pour se développer ; une carence d'un des deux facteurs et leur croissance est ralentie voire inhibée. Leur taux de croissance est donc régi par le taux d'échange entre les eaux superficielles, bien illuminées mais pauvres en sels nutritifs, et les eaux profondes, trop obscures pour permettre la photosynthèse, mais riches en sels nutritifs. Ce brassage vertical va apporter les sels nutritifs dans la couche de surface. Par contre si ce mouvement est trop fort, les algues ne pourront pas se développer. À l'inverse, si ce mouvement n'est pas assez fort, les sels nutritifs ne seront pas transportés là où les algues se trouvent. Un juste milieu est donc important. Généralement dans l'estuaire maritime, les échanges verticaux sont importants pendant l'hiver et vont ainsi apporter les sels nutritifs dans les eaux de surface. À la fin du printemps, le mélange entre ces eaux de surface enrichies en sels nutritifs et les eaux plus douces issues des crues printanières forme une véritable barrière aux brassages verticaux avec les eaux profondes plus

denses. Ces conditions vont alors permettre aux algues de se développer. Les facteurs qui brisent cette barrière ou stratification (vents, marées) ou la renforcent (arrivée d'eaux douces, réchauffement) sont donc considérés primordiaux dans la régulation de la production végétale des estuaires. On a souvent observé que les échanges verticaux sont particulièrement intenses dans les zones de rencontre entre des masses d'eau de salinité ou de température différentes (i.e. les fronts) et sont perturbés par les distorsions de ces zones frontales (i.e. méandres, tourbillons).

Le pulse à l'embouchure du Saguenay : un exemple de perturbation

Les résultats que nous avons obtenus lors d'une série de missions de recherche dans le secteur de Rimouski en juin-juillet 1990, illustrent bien l'importance que les fronts et leur perturbation peuvent avoir sur la production végétale. Les mesures de salinité dans les eaux de surface montrent un front (FIGURE 2A, entre les lignes de salinité 26 et 27) entre les eaux plus douces le long de la rive sud et plus salées le long de la rive nord. À l'ouest (à gauche sur la FIGURE 2A), le front est rapproché de la rive sud et parallèle à la côte jusqu'à la hauteur de Rimouski, puis il ondule plus près de la rive nord avant de revenir sur la rive sud. L'ondulation, en gris foncé sur la FIGURE 2A, est associée à un fort courant transverse de la rive sud vers la rive nord (FIGURE 2A). L'écoulement normal le long de la rive sud est donc perturbé et la sortie des eaux vers le Golfe se fait, temporairement du moins, par la rive nord. Ce genre de perturbation dans l'écoulement normal des eaux a déjà été noté, mais c'est la première fois que nous avons pu prouver son existence par des mesures.

Nous avons de bonnes raisons de croire que cette ondulation et le courant transverse associé sont dus au passage d'un apport supplémentaire d'eau douce appelé un pulse, qui est produit de façon occasionnelle à l'embouchure du Saguenay par des processus complexes reliés aux marées et aux crues printanières. Des pulses similaires sont générés tous les 5-10 jours pendant la période des crues printanières de mai au début juillet. Le pulse voyage ensuite avec l'écoulement le long de la rive sud jusqu'au secteur de Rimouski. Ce genre de perturbation se produit donc régulièrement traversant l'estuaire maritime d'une façon analogue au passage des perturbations atmosphériques, qui sont présentées chaque jour dans les bulletins météorologiques télévisés.

La Côte Nord : bénéficiaire des pulses ?

L'impact de cette perturbation sur le phytoplancton est visible à la [FIGURE 2B](#). La répartition horizontale montre de fortes concentrations de chlorophylle du côté plus salé de l'ondulation du front, près de la rive nord ([FIGURE 2B](#)). Il faut noter qu'avant l'arrivée du pulse, les concentrations de chlorophylle étaient généralement beaucoup plus faibles dans la région et localisées principalement le long de la rive sud.

Tout comme le passage d'une dépression atmosphérique, dont la succession d'air chaud et d'air froid va perturber les conditions météorologiques, le passage de la structure tourbillonnaire et du fort courant transverse associé va influencer la distribution des algues dans l'estuaire maritime. Le courant transverse a transporté de l'eau douce de la rive sud vers la rive nord. Le mélange de l'eau douce avec l'eau déjà présente, riche en sels nutritifs, a formé une barrière aux brassages verticaux avec les eaux profondes et a ainsi augmenté la stabilité des eaux de surface le long de la rive nord. Cet événement a favorisé le développement des algues microscopiques pendant notre étude.

Répercussion sur le développement et le transport des algues toxiques

Ce processus pourrait donc avoir un effet sur le développement des algues toxiques ou marées rouges observées généralement le long de la Côte Nord. Jusqu'à maintenant le développement de ces algues était associé au panache des rivières de la Côte Nord (Betsiamites-Manicouagan-Outardes). Un apport supplémentaire d'eaux douces de la rive sud vers la rive nord par le courant transverse va s'ajouter au panache des rivières de la Côte Nord et ainsi augmenter la stabilité des eaux de surface propice au développement des algues. Ces algues vont ensuite être véhiculées par les courants. Comme le panache des rivières Manicouagan-Outardes est relié au courant de Gaspé, un courant permanent, qui s'étend le long de la péninsule Gaspésienne vers le plateau des Îles-de-la-Madeleine, les effets toxiques sur les coquillages et les crustacés devraient ainsi être observés tout au long de son trajet.

Puisque ces perturbations se propagent rapidement dans l'estuaire, elles induisent des changements tout aussi rapides dans la production végétale du système. Il est donc essentiel de tenir compte des relations entre ces perturbations et la production végétale si on veut pouvoir prédire le développement et le transport des algues toxiques vers le Golfe. Même si nous avons maintenant

une meilleure connaissance de l'agencement des différentes pièces du puzzle, nous voyons bien que le spectacle animé des flots n'a pas fini de nous émerveiller et de nous étonner.

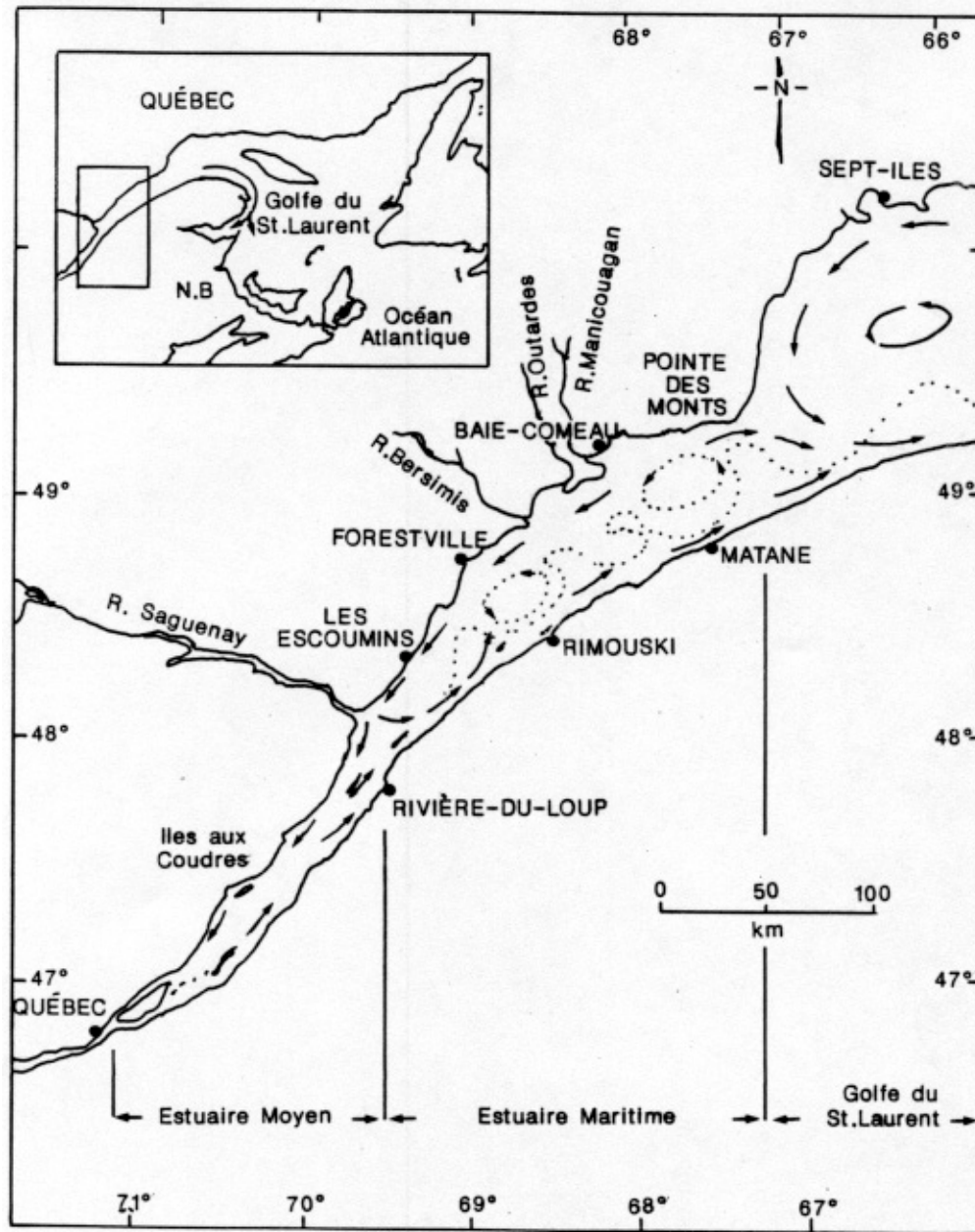


Figure 1. Représentation des courants de surface dans l'estuaire du Saint-Laurent montrant la présence occasionnelle de méandres et de structures tourbillonnaires le long de la rive sud (en pointillés). En encart, nous avons représenté le courant de Gaspé, un courant permanent, qui s'étend le long de la péninsule Gaspésienne vers le plateau des Îles-de-la-Madeleine.

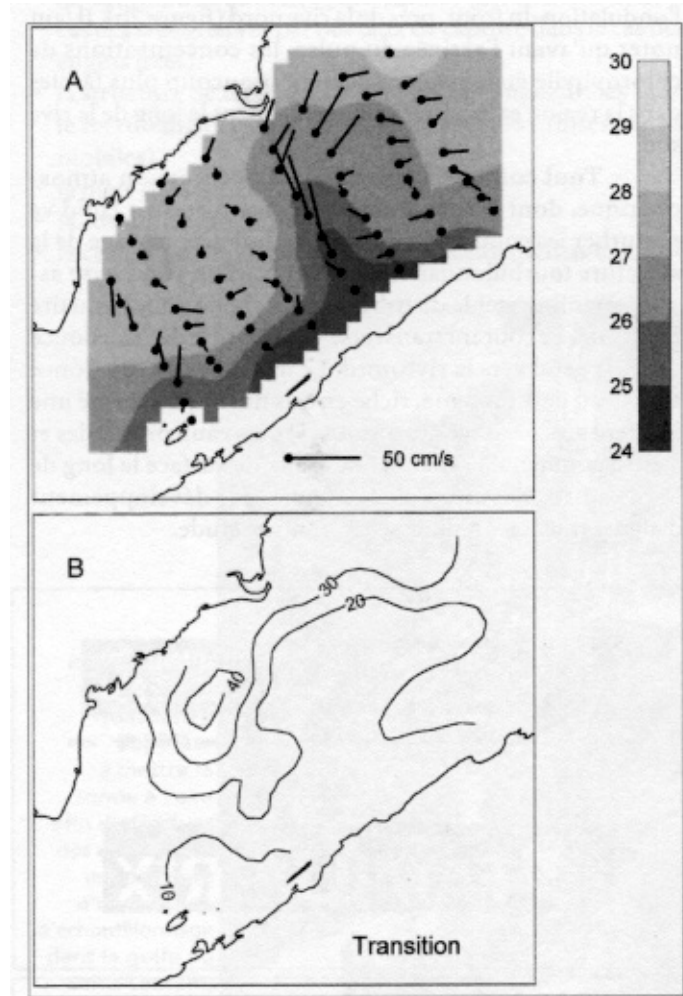


Figure 2. Distribution spatiale de la salinité et des courants horizontaux mesurés à 20 m de profondeur (A) et de la concentration en chlorophylle (mg m^{-2}) intégrée sur les douze premiers mètres de profondeur (B).