

Méthodes d'intervention en cas de déversements d'hydrocarbures sur les systèmes côtiers

Émilien Pelletier, professeur associé
Institut des sciences de la mer de Rimouski,
Université du Québec à Rimouski

Là où commence l'eau salée

Les systèmes côtiers se situent entre la ligne de végétation terrestre et la haute mer.

L'ensemble de l'estuaire moyen et de l'estuaire maritime du Saint-Laurent constitue un système côtier varié et complexe.



Les conditions de base dictant les méthodes d'intervention en cas d'accident pétrolier

- La source et l'ampleur du déversement.
- Les conditions environnementales (météo et saison)
- La nature du pétrole déversé

Ampleur du déversement pétrolier

- Classification empirique des déversements en milieu marin:
 - Petits: moins d'une tonne (1000 litres ou 7 barils)
 - Moyens: entre 1 et 700 tonnes (< 4 900 barils)
 - Grands: plus de 700 tonnes
 - Extrêmes: plus de 100 000 tonnes (ex: *Deepwater Horizon* en 2010)
- Capacité de transport de l'oléoduc Énergie Est = 159 000 tonnes/jour
- Un écoulement à plein régime pendant 15 à 20 minutes donnerait un déversement théorique de l'ordre de 2000 tonnes et serait classé comme un grand déversement.

Méthodes d'intervention (1) – modèles

- Mise en opération du plan d'urgence et coordination des actions des intervenants.
- Modélisation de l'expansion et du déplacement de la nappe:
 - Modèle numérique du déplacement de la nappe de pétrole en fonction de la nature du pétrole, des courants de marées et des vents pour prévoir les endroits les plus touchés en fonction du temps.
 - Un tel modèle existe pour l'estuaire du Saint-Laurent et est opéré par Pêches et Océans Canada (IML) avec la coopération d'Environnement Canada.

Méthodes d'intervention (2) – estacades

- Déploiement des estacades (barrages flottants) et du système de récupération en mer, si conditions météo favorables.
- Le succès de ces techniques est fonction:
 - De la force des vents et des courants.
 - Du repérage adéquat de la position de ou des nappes de pétrole.
 - Du temps écoulé depuis le début du déversement.
- Le plus souvent utilisé à titre préventif pour protéger un secteur particulièrement fragile comme une marina, un marais, une zone de haute biodiversité marine.



Démonstration d'une technique de récupération dite «harbour buster» par la U.S. Navy
https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_spill#Largest_oil_spills



Méthodes d'intervention (3) – dispersants

- Utilisation possible des dispersants chimiques
- Au Canada, l'utilisation des dispersants nécessite une pré-approbation pour des zones bien déterminées
- Les dispersants ne sont généralement pas autorisés en zone côtière à cause des faibles profondeurs et de la sensibilité des espèces benthiques.
- Forte controverse aux USA suite à l'utilisation abondante des dispersants lors de l'accident de la plate-forme *Deepwater Horizon*



<http://oceandocto.org/petition-to-halt-the-use-of-chemical-dispersants-in-the-gulf-of-mexico/>

Méthodes d'intervention (3) – Nettoyage après sinistre

- Pompage en mer à partir de barges et stockage temporaire avant traitement;
- Nettoyage mécanique et/ou manuel des plages, des galets et rochers dans les jours et semaines suivant un déversement.
- Peu ou pas d'intervention possible dans les marais côtiers au risque d'empirer les dégâts par piétinement et enfouissement du pétrole en profondeur.
- Récupération des débris huileux solides et disposition sécuritaire pour traitement ultérieur.



Nettoyage des plages dans le détroit Prince William – Accident de l'Exxon Valdez
https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_spill#Largest_oil_spills



Ramassage manuel des résidus huileux sur une plage



Image tiré de NAS (2016) montrant brut lourd après déversement à Santa-Barbara en 2015.

Les conditions environnementales – le vent

- Les forts vents contribuent à:
 - la fragmentation de la nappe de pétrole
 - la formation d'émulsion d'eau/pétrole
 - l'évaporation des fractions légères du pétrole
 - la démolition des estacades de rétention
 - au dépôt de pétrole en haut de plage
- Toutes ces actions réduisent l'efficacité de récupération en mer et de protection des zones sensibles.



Fragmentation typique d'une nappe par le vent

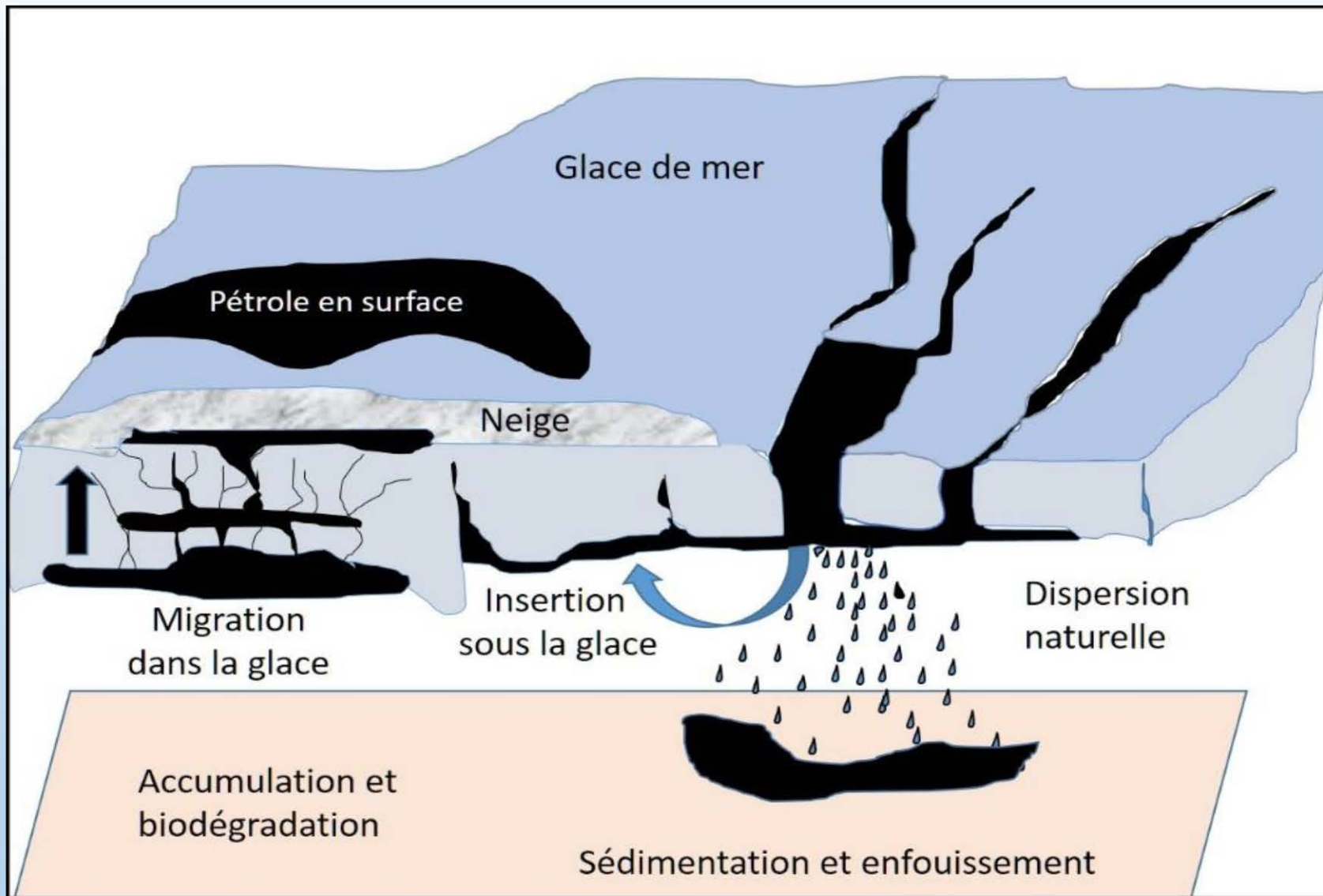
Action du vent poussant le pétrole vers la plage sableuse



<http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/australiaandthepacific/australia/4985538/Australian-beaches-declared-disaster-zones-after-large-oil-slick-hits.html>

Les conditions environnementales – la glace

- La glace de mer est friable et poreuse permettant l'intrusion et la séquestration du pétrole déversé.
- Le pétrole tend à glisser sous la glace et dans l'eau libre entre les blocs dérivants.
- Le pétrole dans la glace marine «active» devient rapidement impossible à récupérer.
- Récupération des résidus après la fonte à des endroits éloignés du site du déversement.



Traduit et adapté de Dickins et Buist, (1999).



Pétrole brut dans la glace
Photo R. Saint-Louis, 02/2016

La nature du pétrole – pétroles conventionnels vs bitume dilué

Type de pétrole	Adhésion (g/m ²)	Densité (g/cm ³)	Viscosité (mPa•s)	Point d'ignition (C°)
Brut léger	0	0,77	1	-30
Brut léger vieilli	9	0,84	5	95
Brut médium	12	0,85	8	-10
Brut médium vieilli	33	0,90	112	>110
Bitume dilué	98	0,92	270	-35
Bitume dilué vieilli	1 580	1,002	50 000	>70

Traduit et adapté de NAS(2016), Table 2-7 Comparison of important crude oil properties (page 30)

Technique	Résultats potentiels	Niveau de préoccupation par rapport aux bruts conventionnels	
		Bitume dilué	Bitume vieilli
Risques d'explosion et gaz nocif	Évacuation du public Équipement respiratoire/sécurité du personnel	SIMILAIRE	MOINDRE
Endiguement et pompage	Plus difficile du aux changements de densité et de viscosité	SIMILAIRE	PIRE
Brulage <i>in situ</i>	Fenêtre étroite d'opportunité d'utilisation Résidus lourds entraînés vers le fond.	PIRE	PIRE
Dispersants	Fenêtre étroite d'opportunité d'utilisation	PIRE	PIRE
Agents nettoyage de surface	Plus difficile de nettoyage pour atteindre les standards environnementaux	PIRE	PIRE
Détection et récupération du pétrole submergé	Réponse plus complexe Récupération moins efficace du pétrole submergé ou au fons de l'eau	SIMILAIRE	PIRE
Production de débris huileux	Fort volume de résidus persistants Récupération du pétrole au fond de l'eau	PIRE	PIRE
		SIMILAIRE	

Tiré de NAS (2016), Figure S-1 Spill hazards: diluted bitumen relative to commonly transported crude oils. (page 4)

Conclusion

- Selon les auteurs du rapport NAS 2016:
 - «It is clear that the differences in the chemical and physical properties relevant to environmental impact warrant modifications to the regulations governing diluted bitumen spill response plans, preparedness, and cleanup.»
- Les propriétés particulières du dilbit requièrent des modifications à la réglementation quant au plan d'urgence, au niveau de préparation et aux mesures de nettoyage en cas de déversement du bitume dilué.
- Conditions particulières de l'estuaire du Saint-Laurent:
 - Forts courants de marée en toute saison
 - Vents dominants nord-nord-ouest
 - Couverture de glaces dérivantes environ 4 mois par année

Références pertinentes au sujet

- Fingas, M. 2013. The Basics of Oil Spill Cleanup. Third edition, CRC Press, Taylor & Francis group, Boca Raton, FL, 266 pages.
- Dickins, D.F. et I. Buist, 1999. Countermeasures for ice covered waters. Pure and Applied Chemistry, 71(10), 171-191.
- EC (2014). Environment Canada, Fisheries and Oceans Canada, and Natural Resources Canada. Technical Report of Federal Government - Properties, composition, behavior of spills in marine waters, fate and transport of two diluted bitumen products from Canadian oil sands. Government of Canada, ISBN 978-0-660-21555-6, 96 pages.
- NAS (2016). National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Spills of Diluted Bitumen from Pipelines: A Comparative Study of Environmental Fate, Effects, and Response. Washington, DC: The National Academies Press.
- Owens, E.H., D.F. Dickins et G.A. Sergy, 2005. The behavior and documentation of oil spilled on snow- and ice-covered shorelines. 2005 International Oil Spill Conference, pages 513-519.
- Pelletier, E. 2015. Revue des connaissances scientifiques sur la composition et le mode d'action des agents chimiques de traitement utilisés lors de déversements pétroliers ainsi que le devenir des mélanges hydrocarbures/agents de traitement en milieu aquatique. MDDELCC, rapport EES-GENV31, 48 pp.

Merci de votre attention

Composition du diluant du bitume

- Les diluants les plus utilisés sont des mélanges d'hydrocarbures légers provenant de bruts très légers ou de condensats de gaz naturel.
 - Il s'agit surtout des alcanes C4 à C8 (butane, pentane, hexane, heptane et octane) dont les points d'ébullition varient de $-0,5\text{ C}^{\circ}$ à $125,6\text{ C}^{\circ}$
 - Le ratio diluant: bitume est d'environ 30:70 pour obtenir la viscosité recherchée.
- Syncrude Inc. produit un mélange 50:50 de bitume:pétrole brut synthétique dont la composition est beaucoup plus complexe et mal connue.

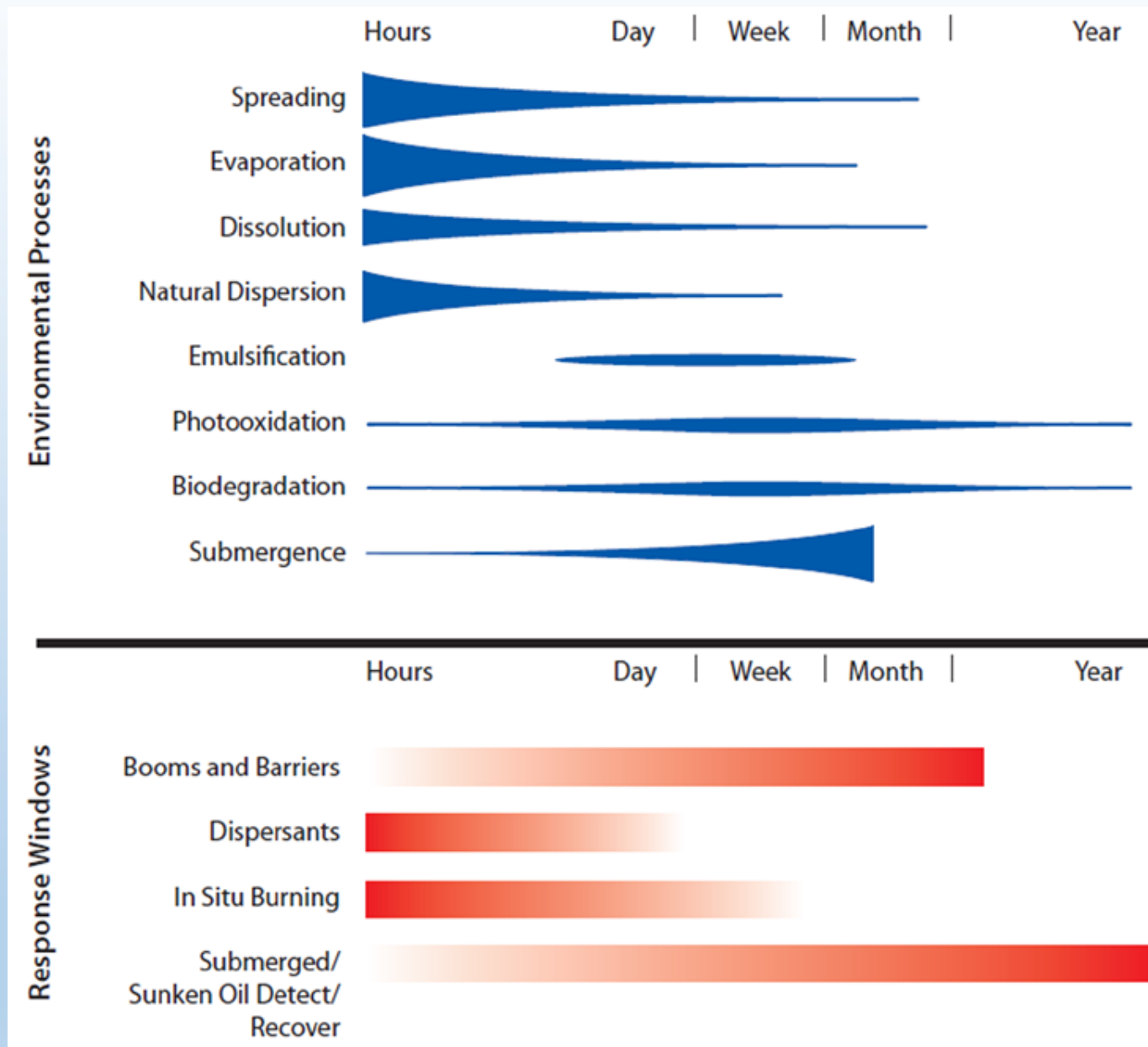
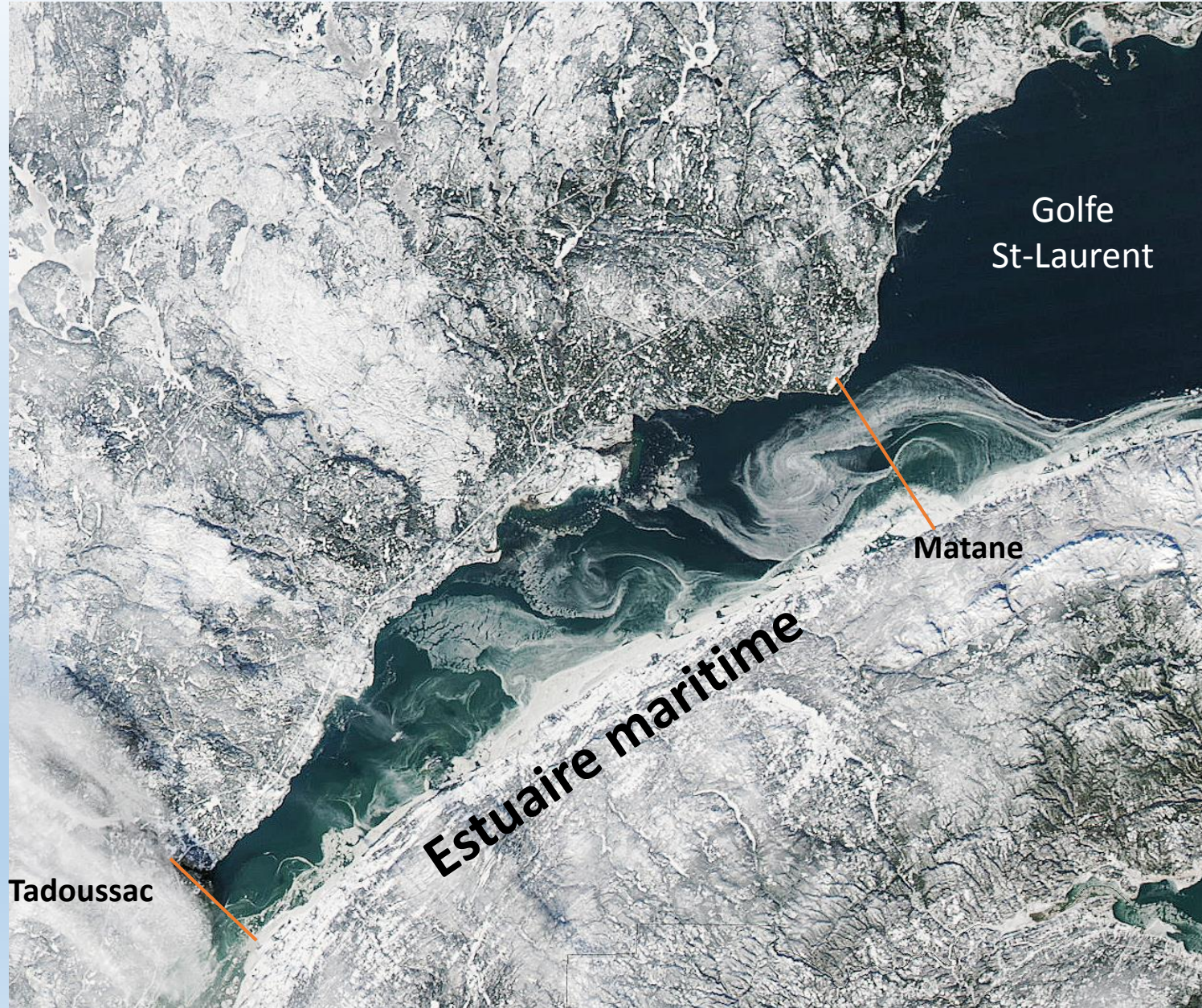


Figure 5-5 Time scales of environmental processes affecting spills of diluted bitumen and the windows of time for various response options.



Déversement de mazout lourd, baie de Sept-Îles, septembre 2013

Estuaire maritime en hiver - photo NASA





Pétrole émulsionné. Accident de l'Erika, 1999. Source CEDRE

Pétrole dans un marais côtier



Bateau écremeur dans le golfe du Mexique, été 2010



Déversement de l'accident *Deepwater Horizon*, Golfe du Mexique mai 2010



<https://jhaines6.wordpress.com/2015/01/19/presstv-us-federal-judge-reduces-bp-oil-spill-fine-by-billions/>

Déversement de brut lourd proche de Santa-Barbara (USA) – 19 mai 2015



<http://www.independent.com/news/2015/may/19/big-oil-spill-along-refugio-coast/>

Opération de brulage *in situ*, Golfe du Mexique, été 2010



<http://www.eoearth.org/view/article/160691/>