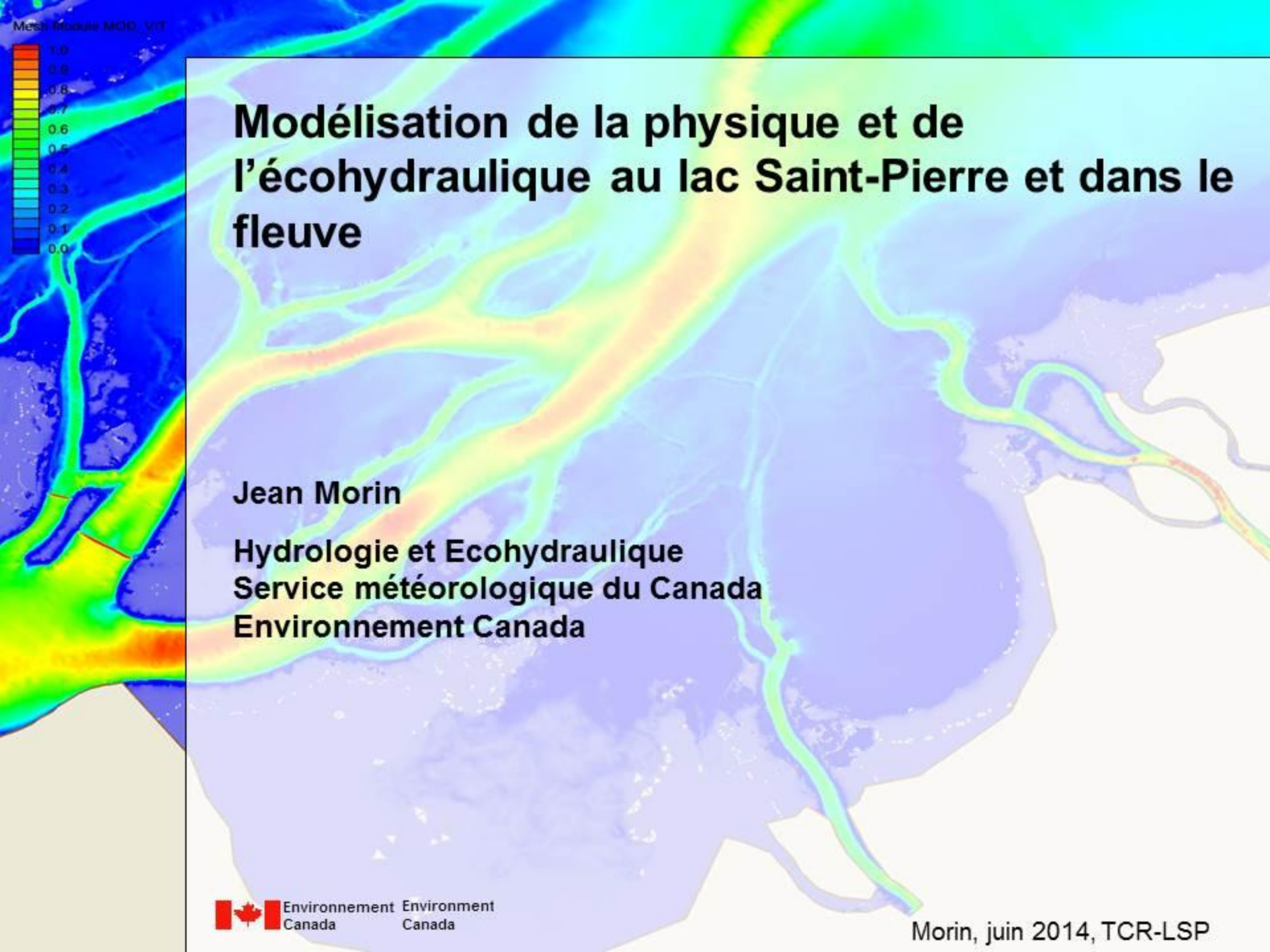
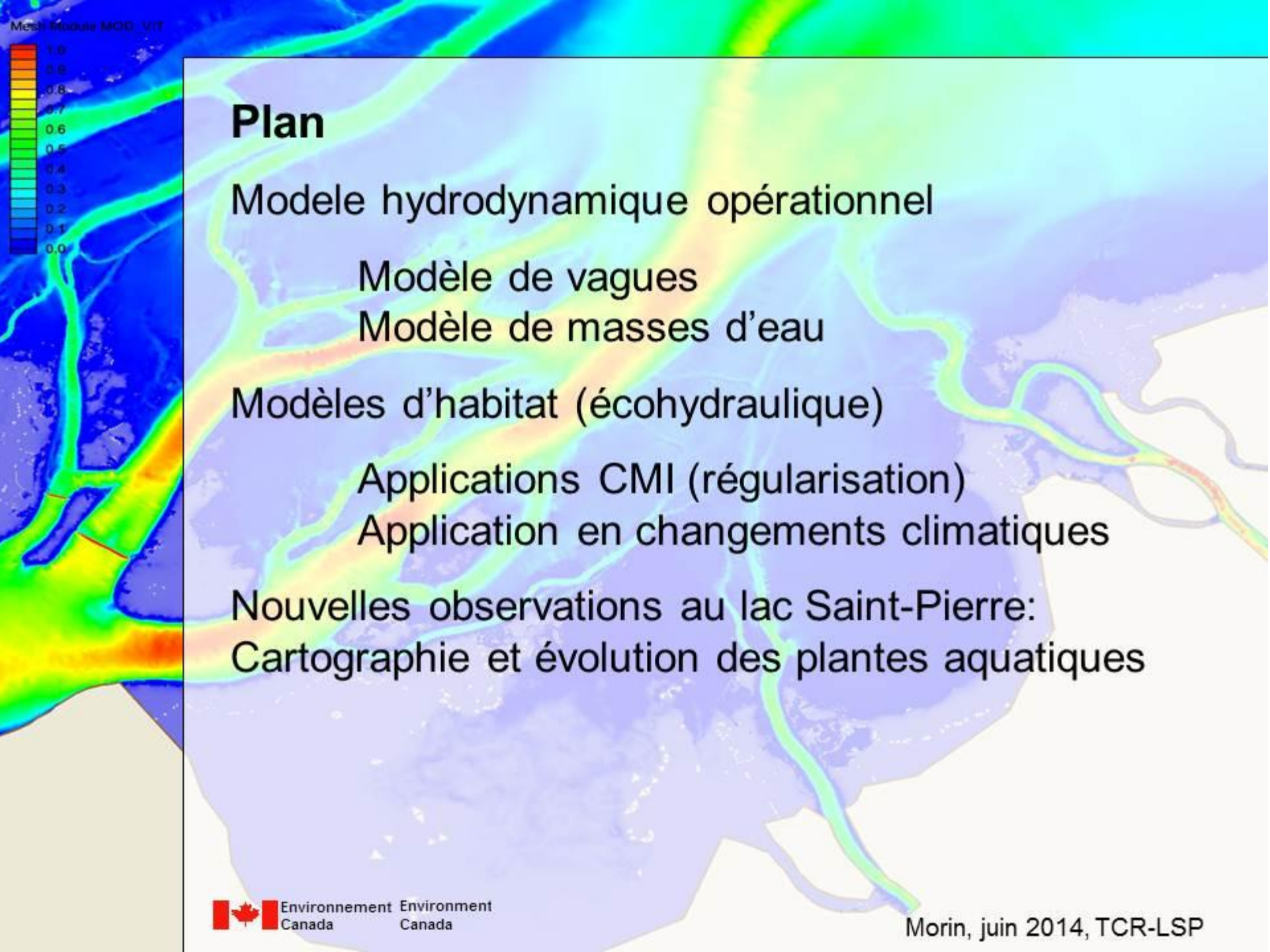


Modélisation de la physique et de l'écohydraulique au lac Saint-Pierre et dans le fleuve

Jean Morin

Hydrologie et Ecohydraulique
Service météorologique du Canada
Environnement Canada

Environnement Canada Environment Canada



Plan

Modele hydrodynamique opérationnel

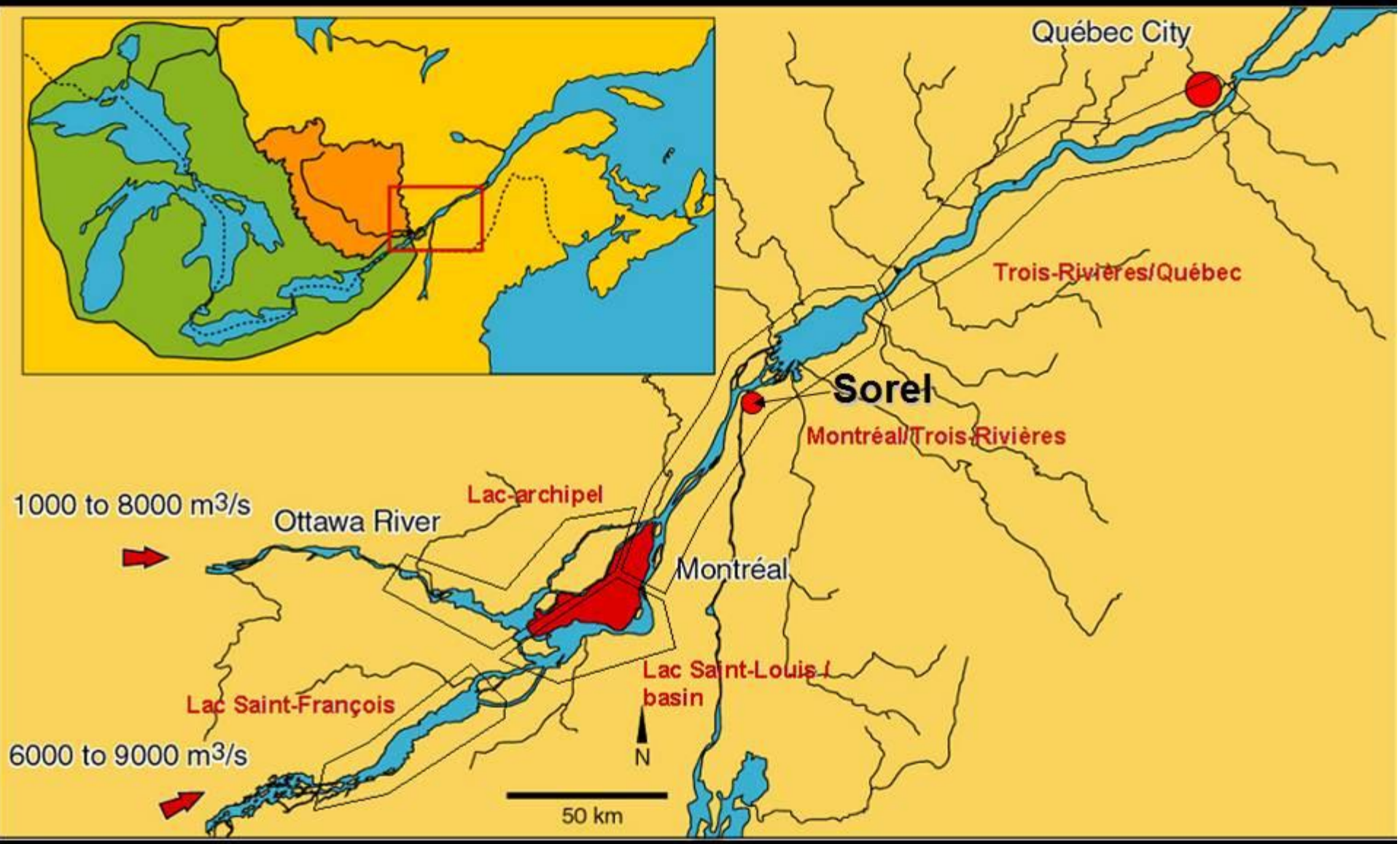
- Modèle de vagues
- Modèle de masses d'eau

Modèles d'habitat (écohydraulique)

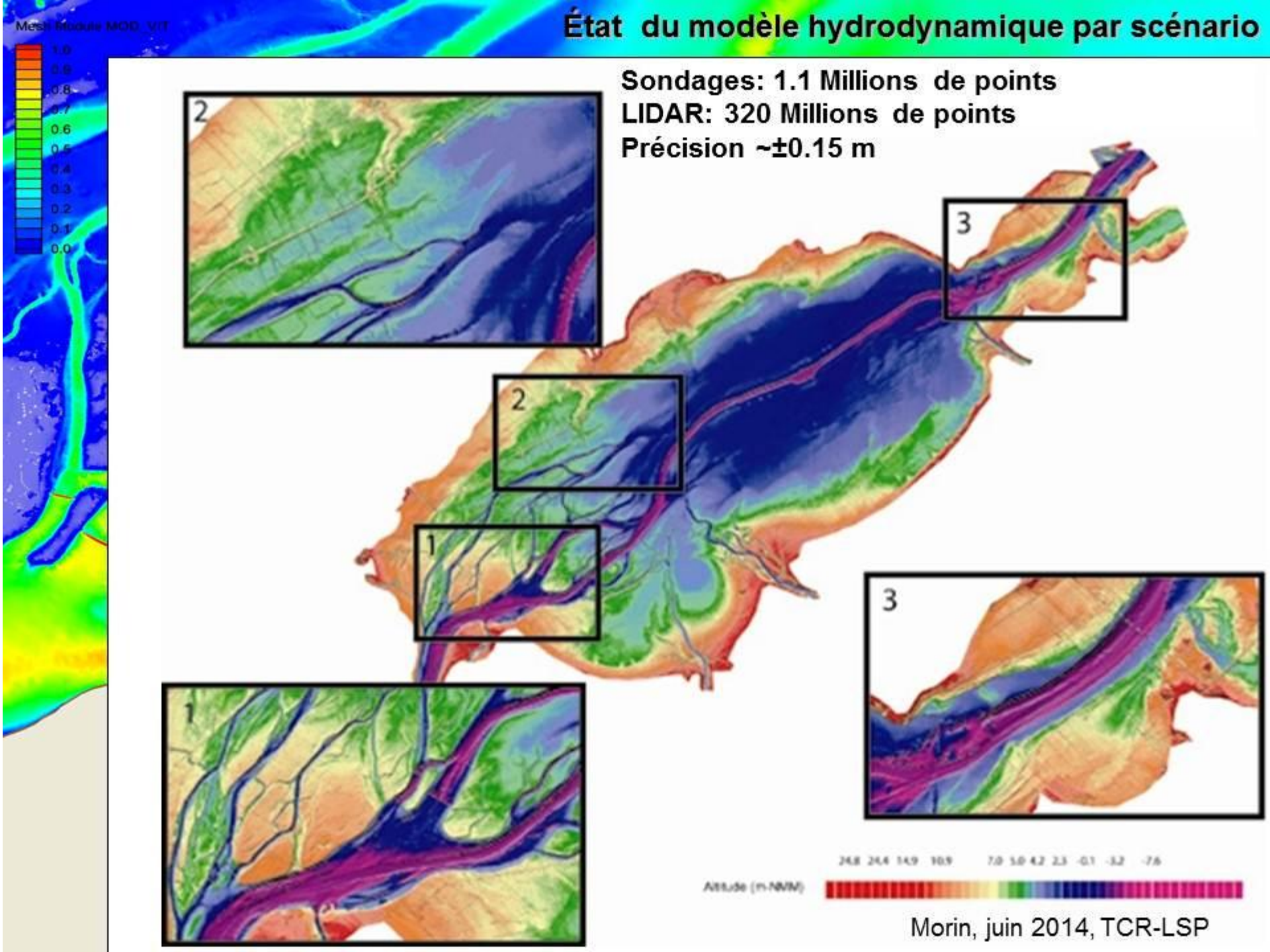
- Applications CMI (régularisation)
- Application en changements climatiques

Nouvelles observations au lac Saint-Pierre:
Cartographie et évolution des plantes aquatiques

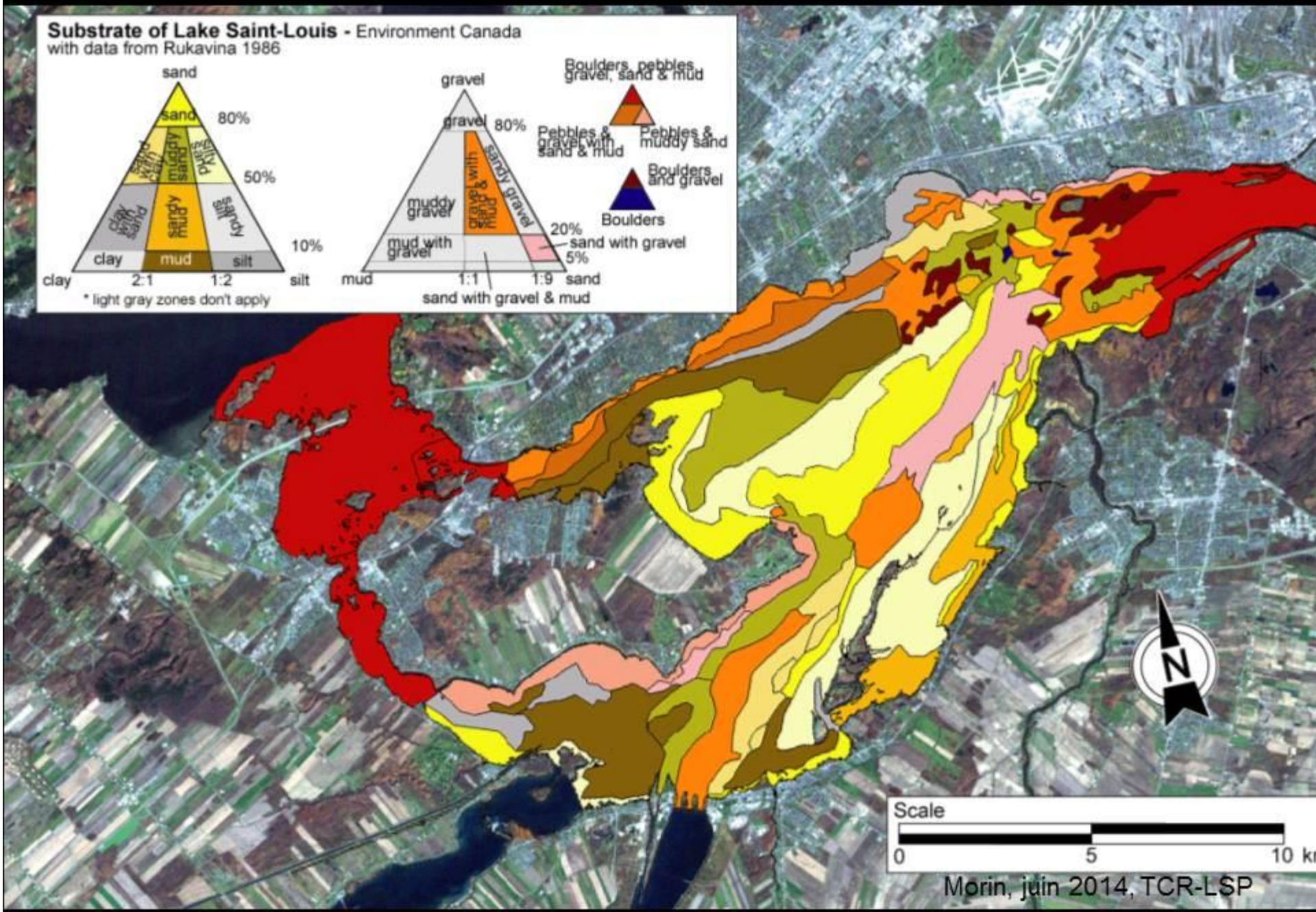
État du modèle hydrodynamique par scénario

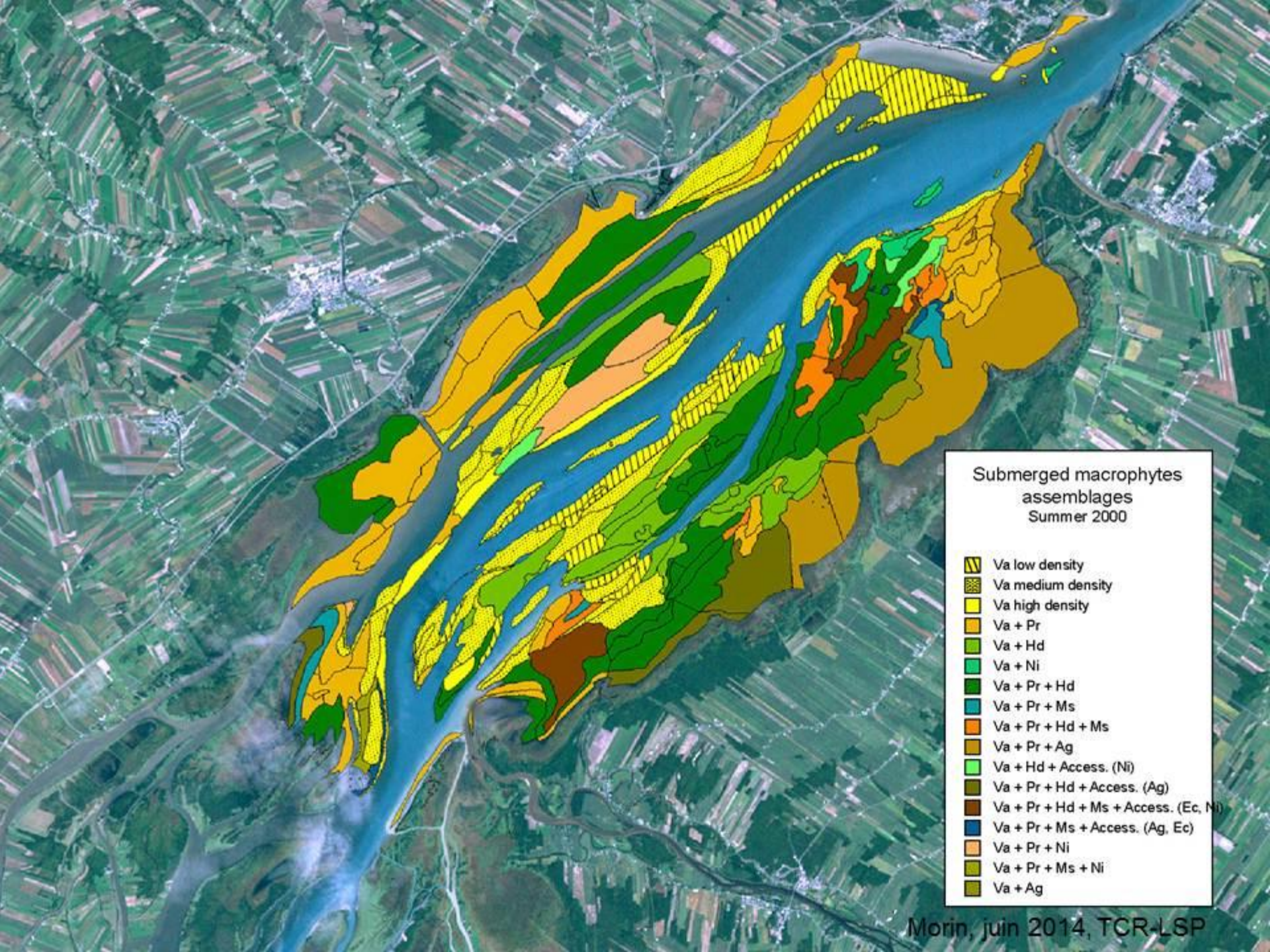


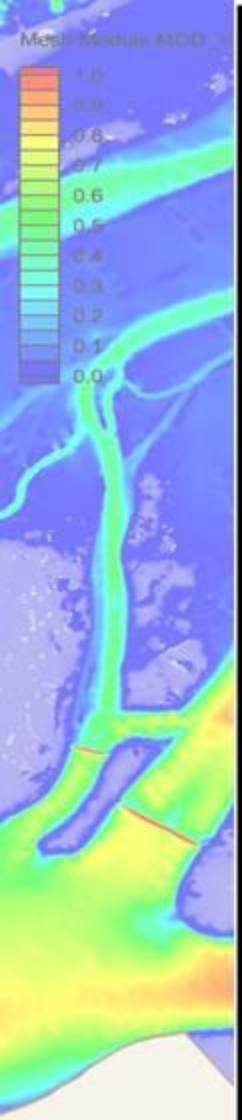
État du modèle hydrodynamique par scénario

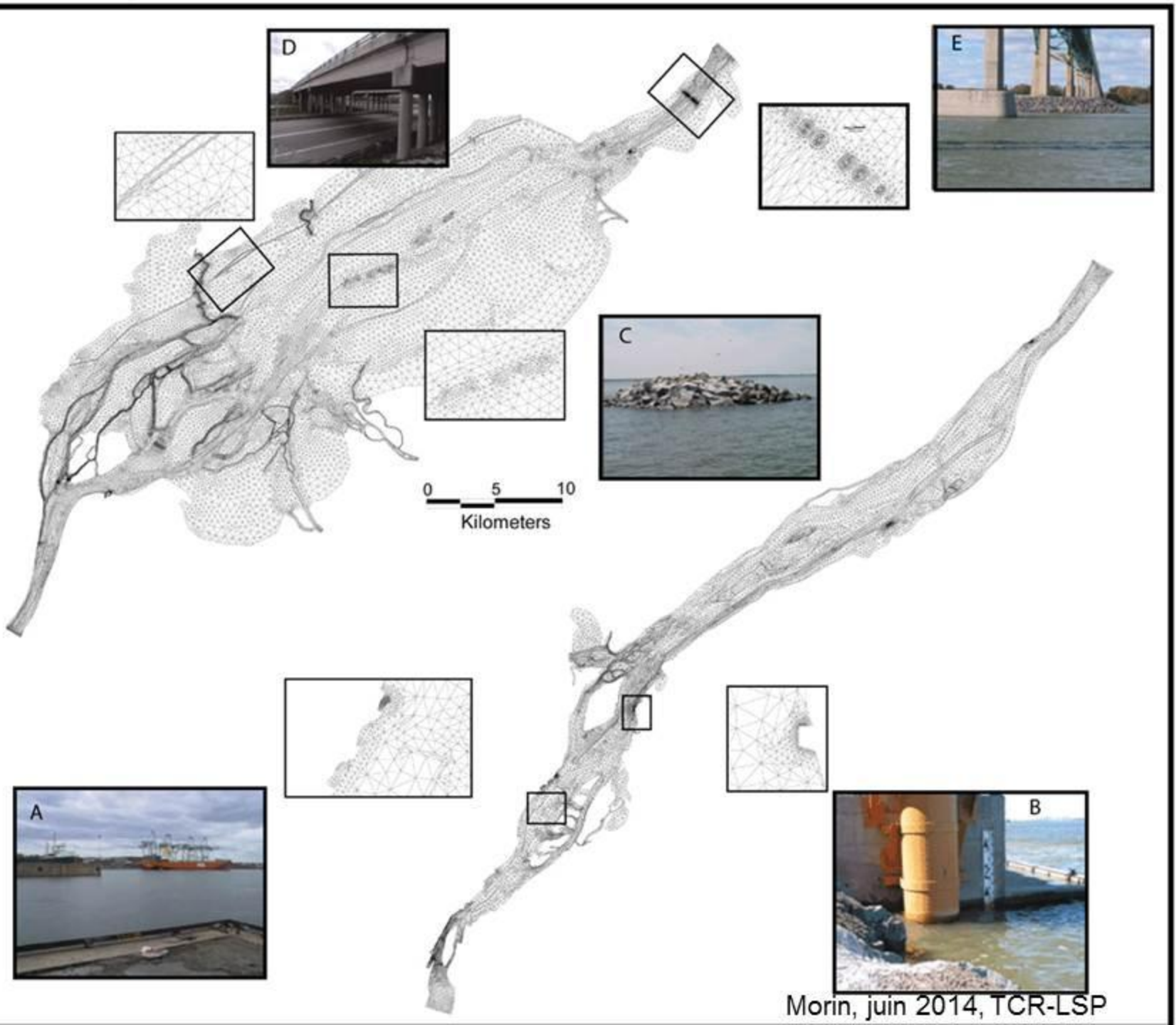


État du modèle hydrodynamique par scénario




Submerged macrophytes assemblages
Summer 2000
Va low density
Va medium density
Va high density
Va + Pr
Va + Hd
Va + Ni
Va + Pr + Hd
Va + Pr + Ms
Va + Pr + Hd + Ms
Va + Pr + Ag
Va + Hd + Access. (Ni)
Va + Pr + Hd + Access. (Ag)
Va + Pr + Hd + Ms + Access. (Ec, Ni)
Va + Pr + Ms + Access. (Ag, Ec)
Va + Pr + Ni
Va + Pr + Ms + Ni
Va + Ag
Morin, juin 2014, TCR-LSP





Morin, juin 2014, TCR-LSP

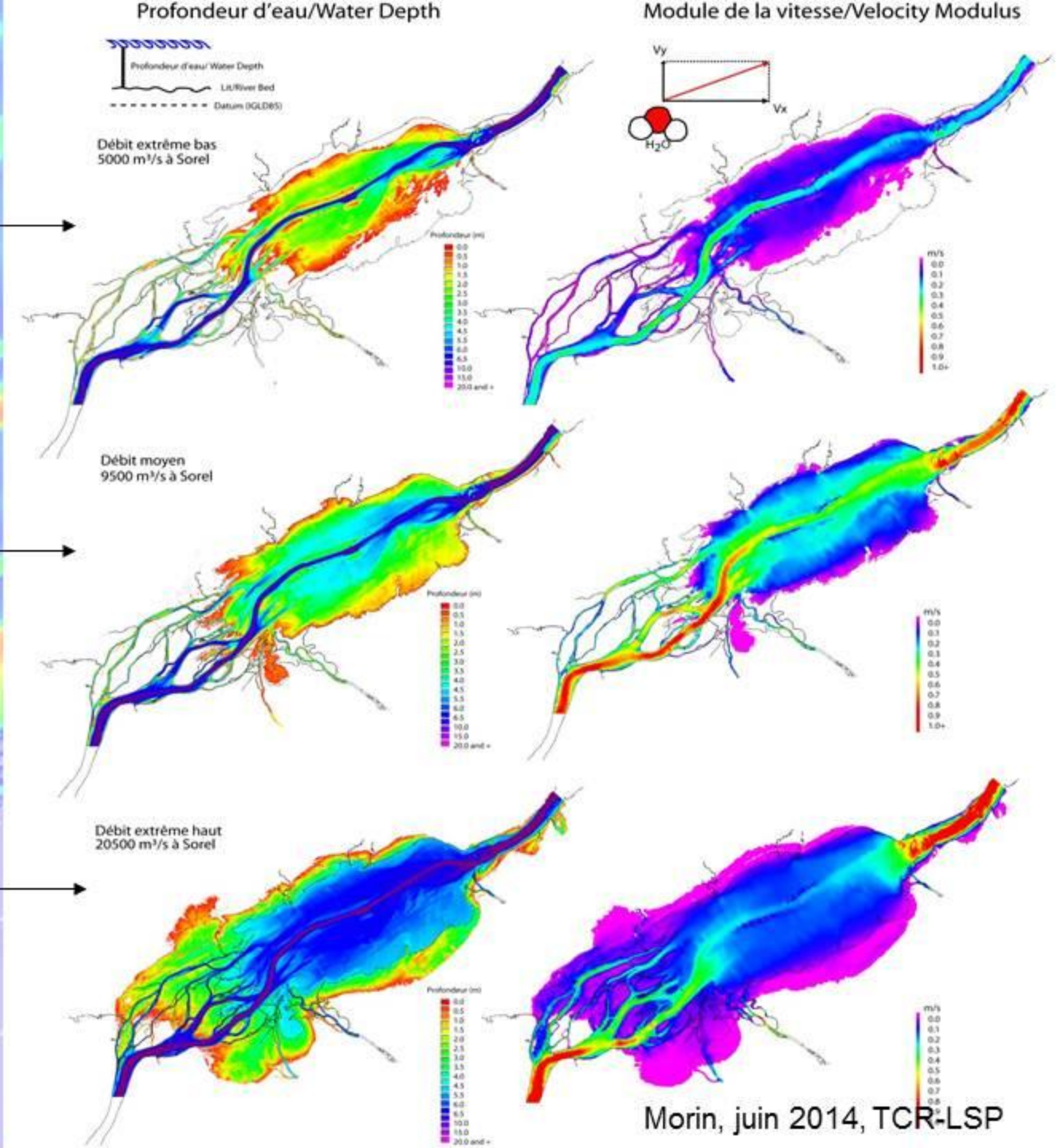
Scénarios hydrodynamiques

Scénario 1P
5000 m³/s, 2.96 m à Sorel

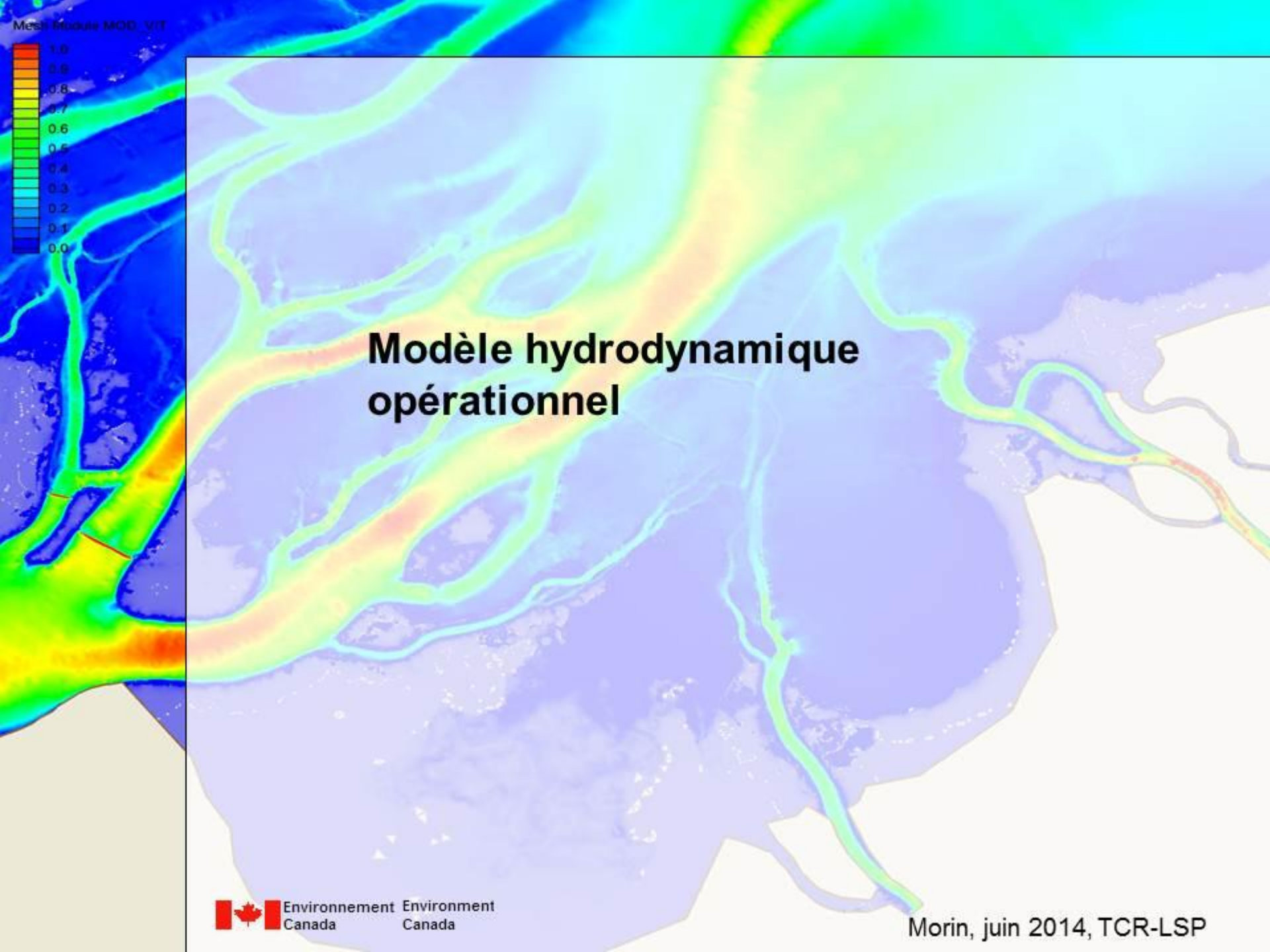
Scénario 4P
9500 m³/s, 5.04 m à Sorel

Scénario 8P
20500 m³/s, 8.01 m à Sorel

Précision du niveau d'eau ~ 2 to 4 cm



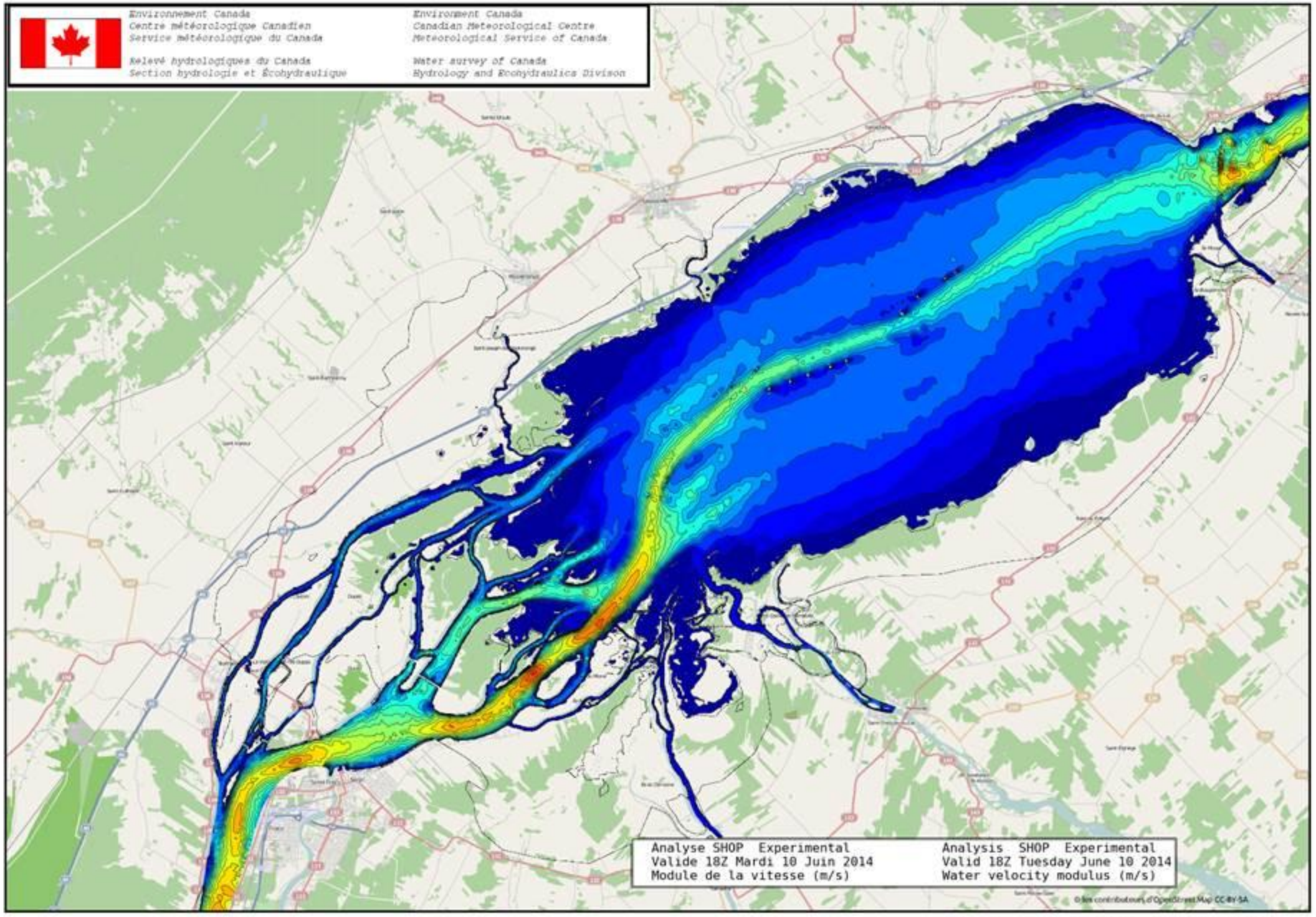
Morin, juin 2014, TCR-LSP



Modèle hydrodynamique opérationnel

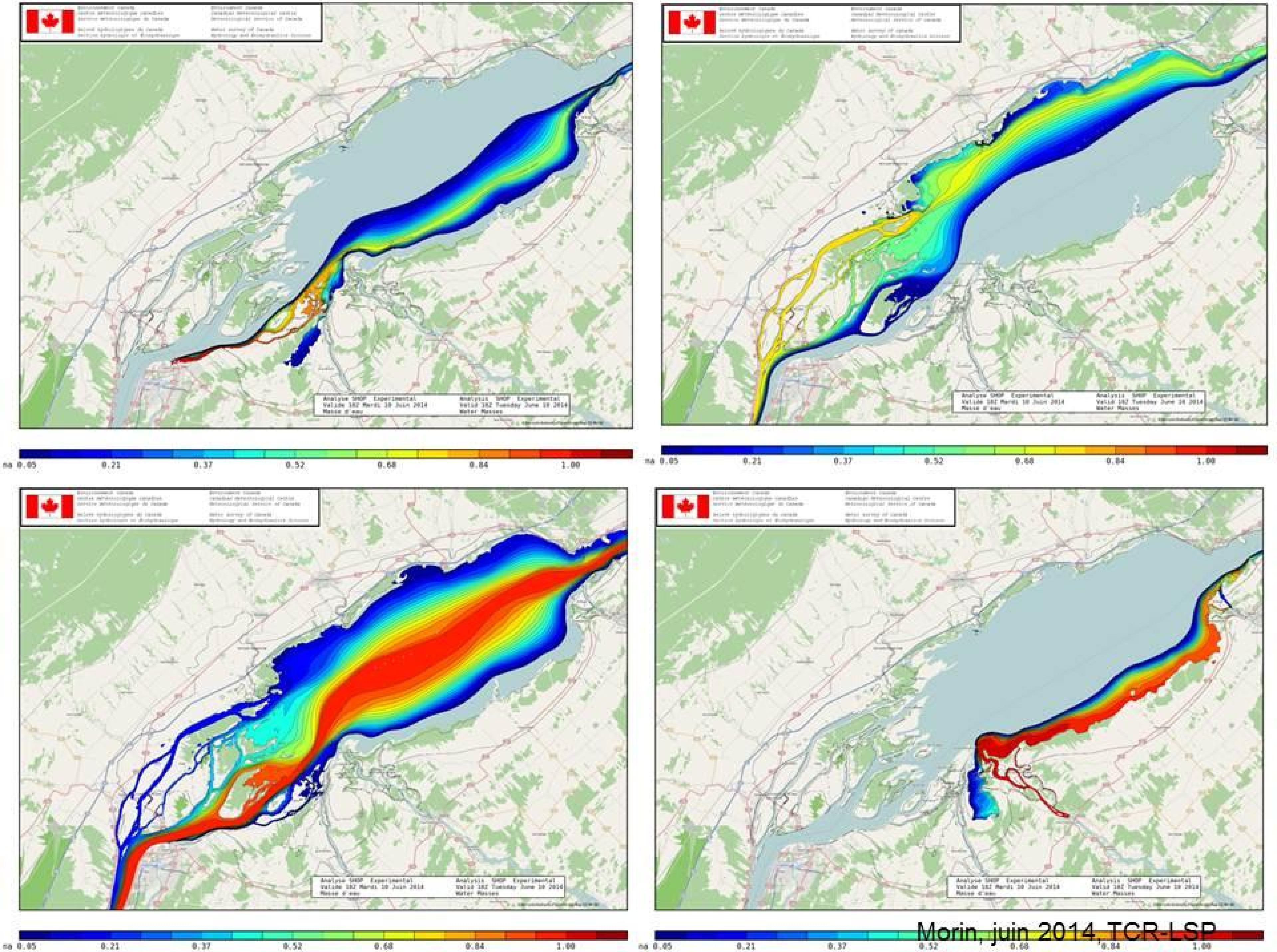
Environnement Canada Environment Canada

Morin, juin 2014, TCR-LSP

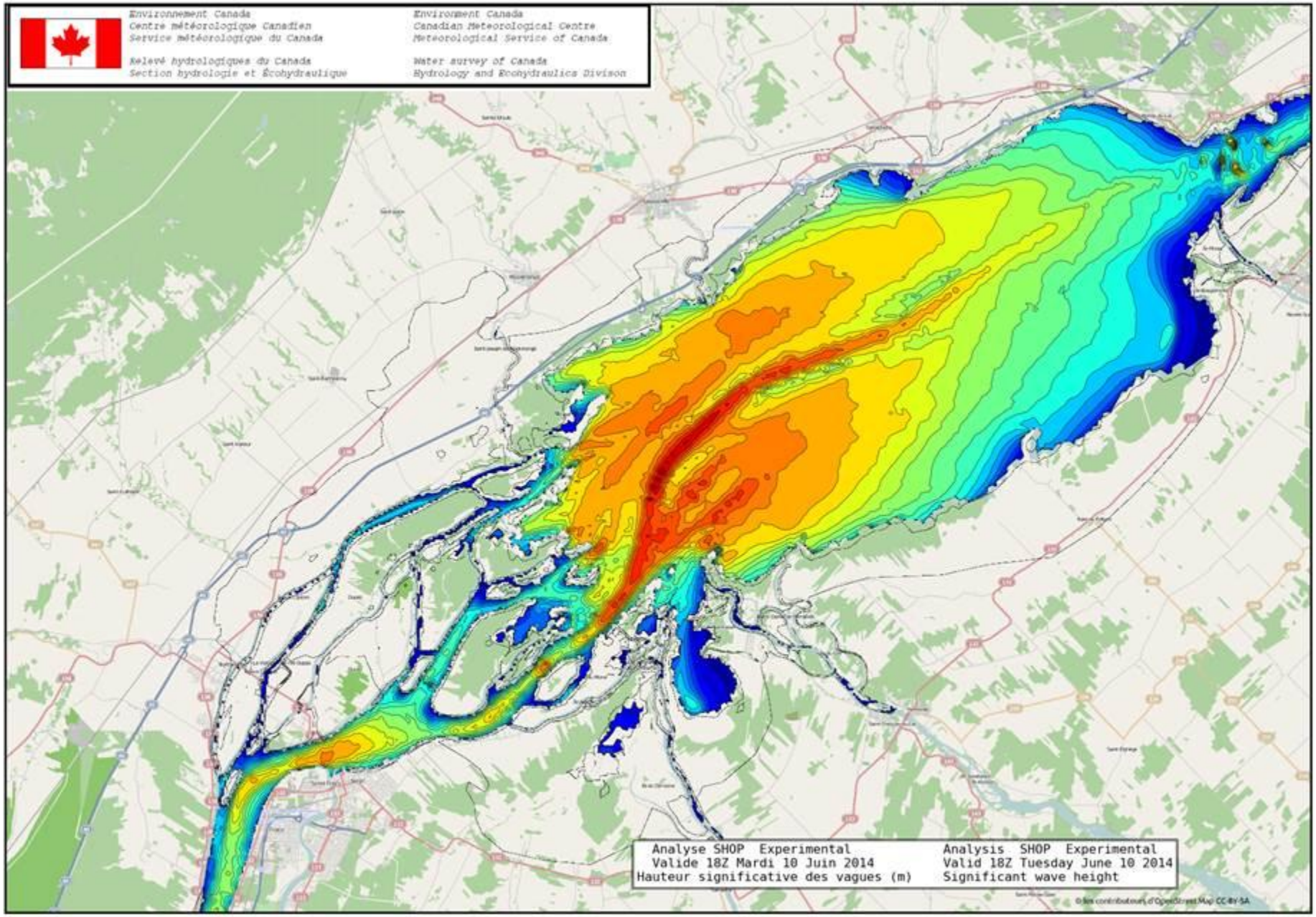


Morin, juin 2014, TCR-LSP

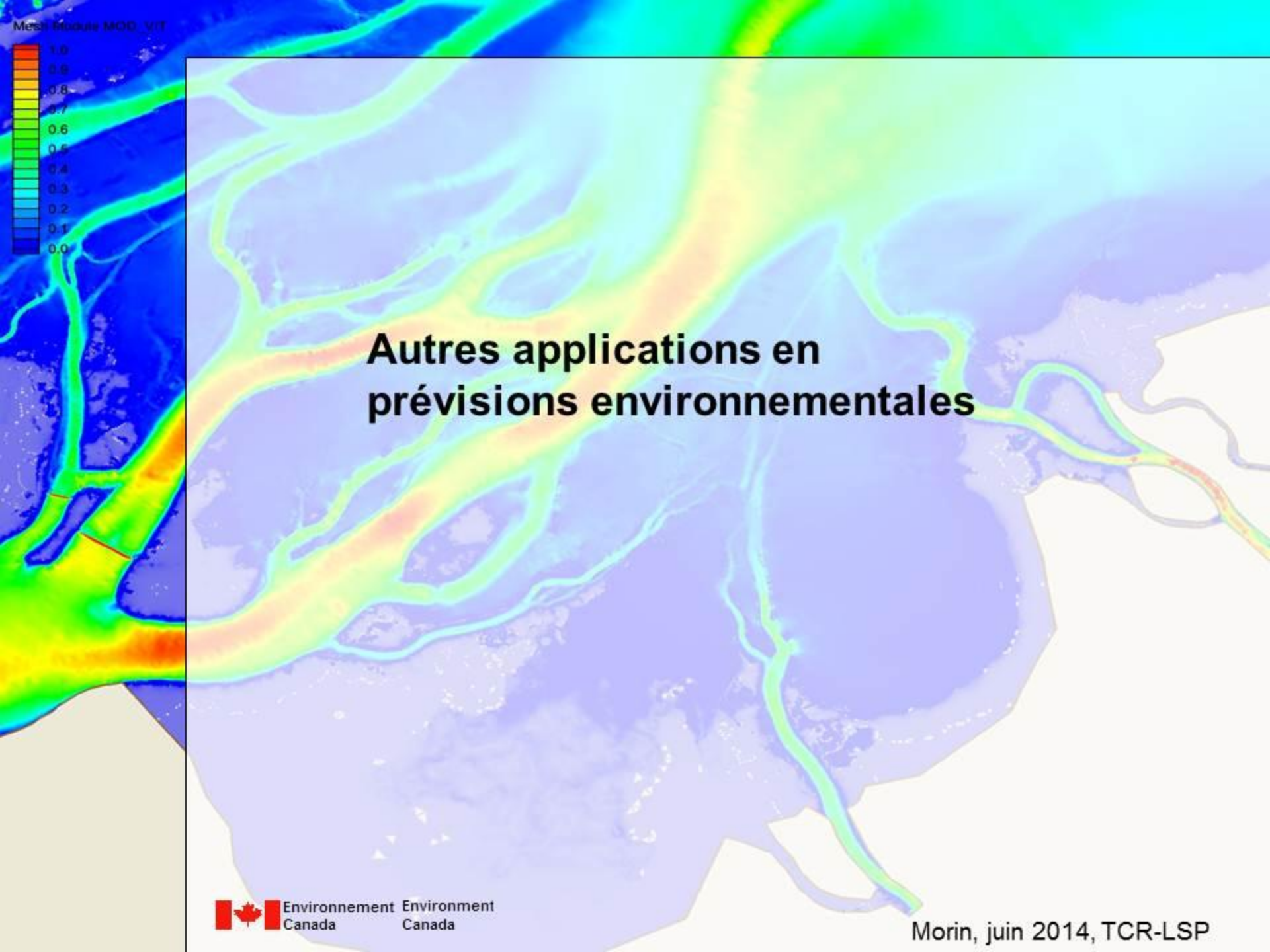
m/s 0.01 0.20 0.40 0.59 0.78 0.98 1.17



Morin, juin 2014, TCR-LSP

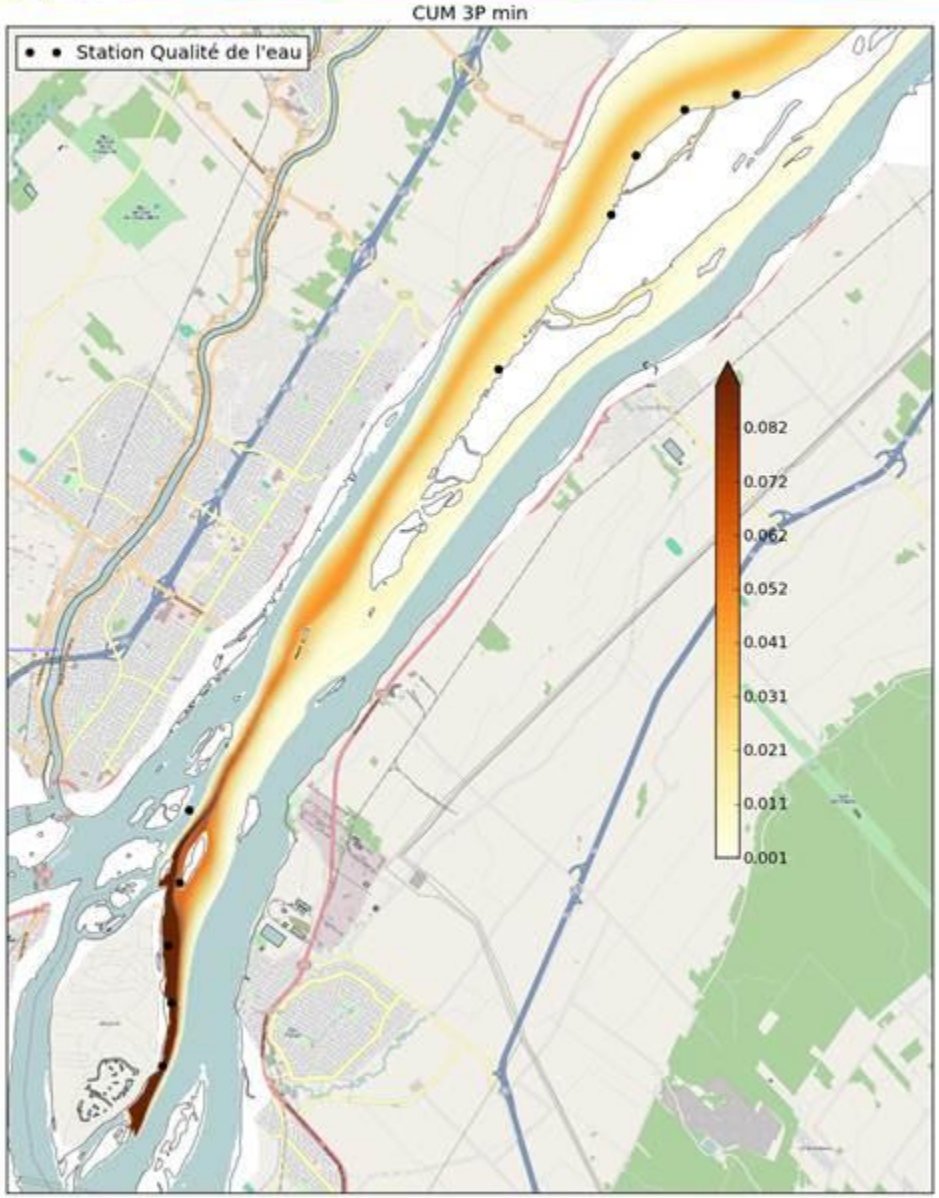


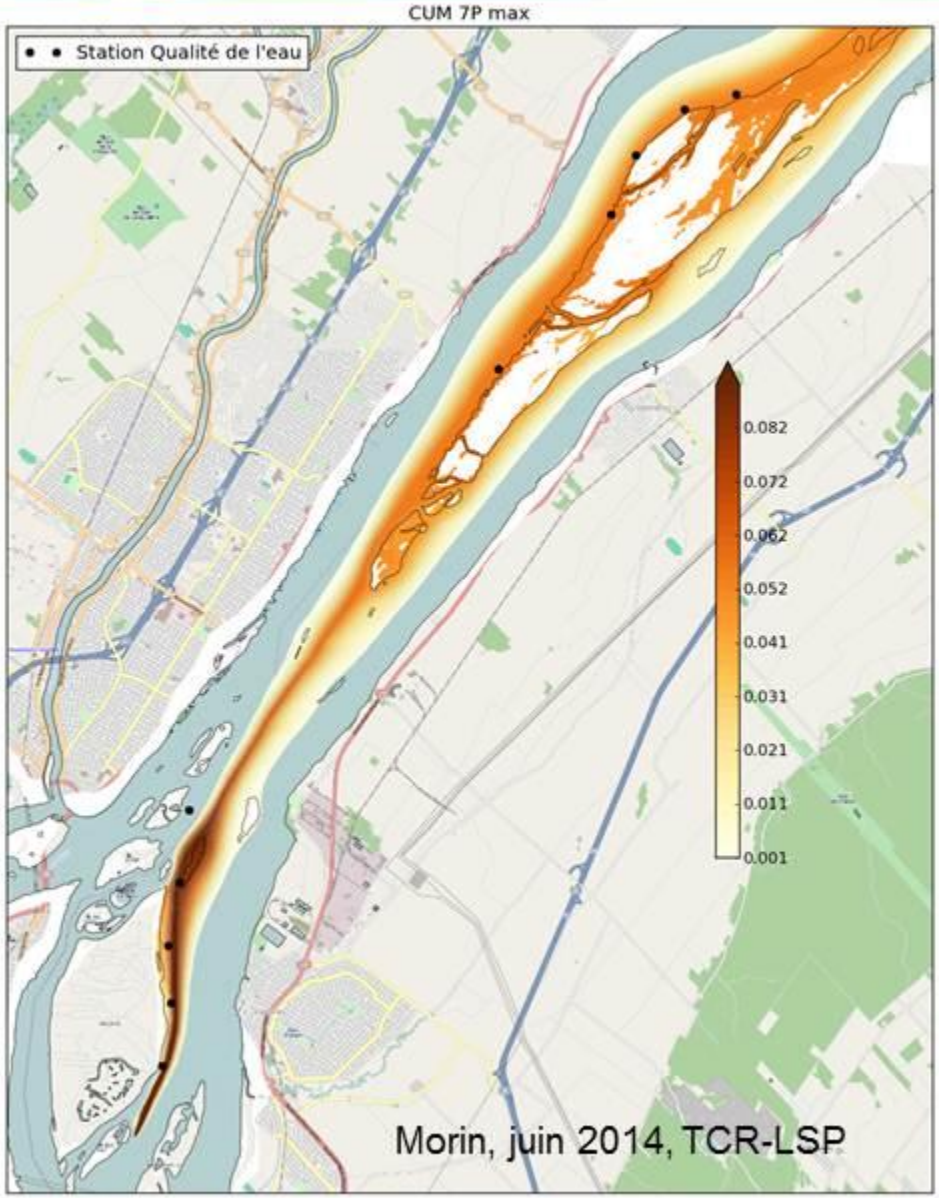
Morin, juin 2014, TCR-LSP



Autres applications en prévisions environnementales

Simulation du panache de l'effluent de la Ville de Montréal, Île aux Vaches





Scénarios	LASALLE	DPMI	Q_Sorel	Q_Lasalle	Q_DPMI
3P	93%	7%	8000	7440	560

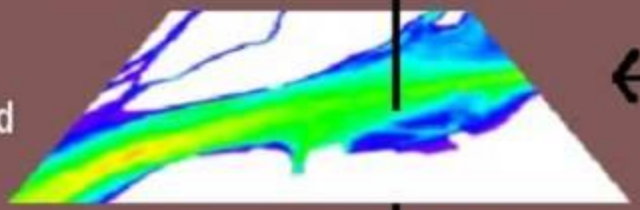
Scénarios	LASALLE	DPMI	Q_Sorel	Q_Lasalle	Q_DPMI
7P	69%	31%	17500	12075	5425

Classical Habitat Model

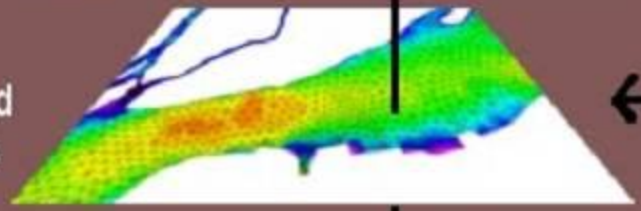
Application of the corresponding preference curves on each abiotic or biotic variables to create basic indexes for each variable (e.g. Habitat indexes)

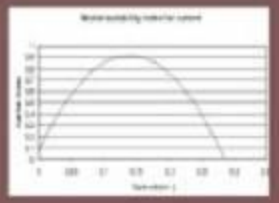
Mesh grid

Simulated depth

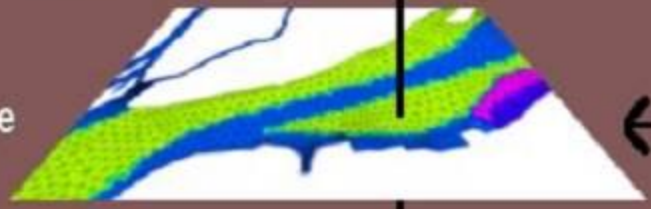


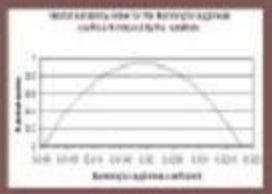
Simulated velocities





Substrate

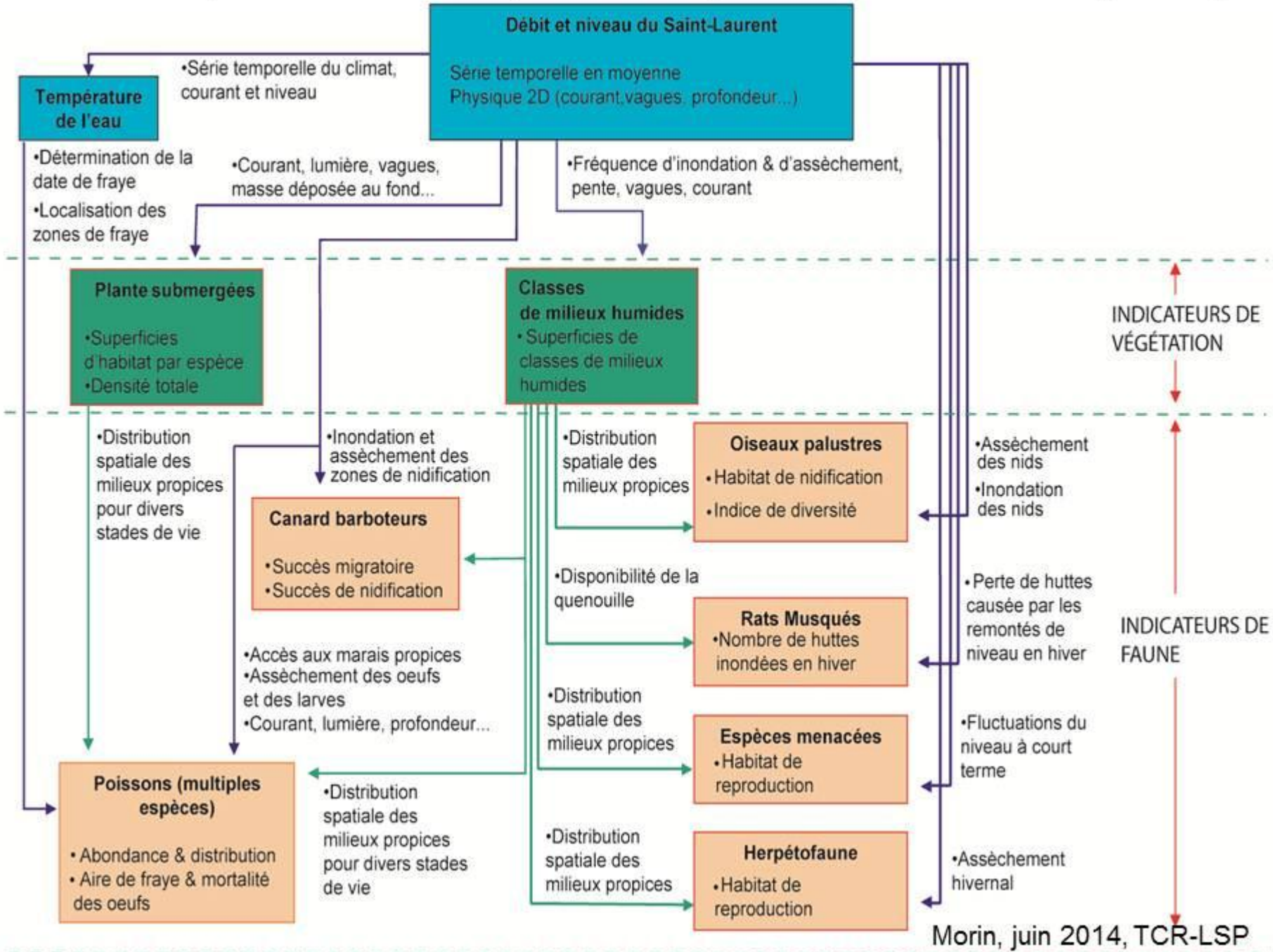




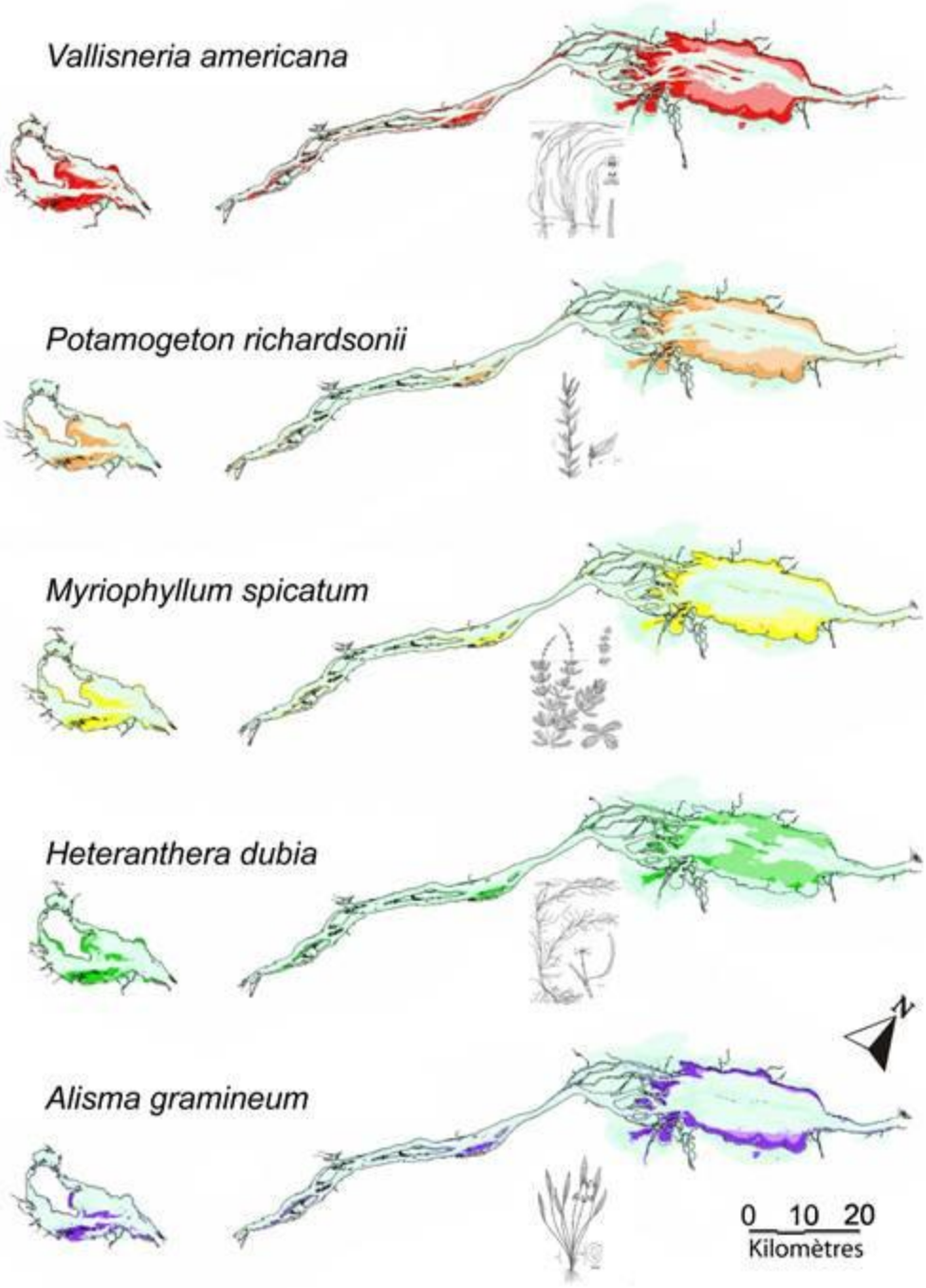
Habitat suitability indexes for spawning habitat

Combination of each variable index to create a global index, using a mathematical relation (e.g. a geometric mean in this case)

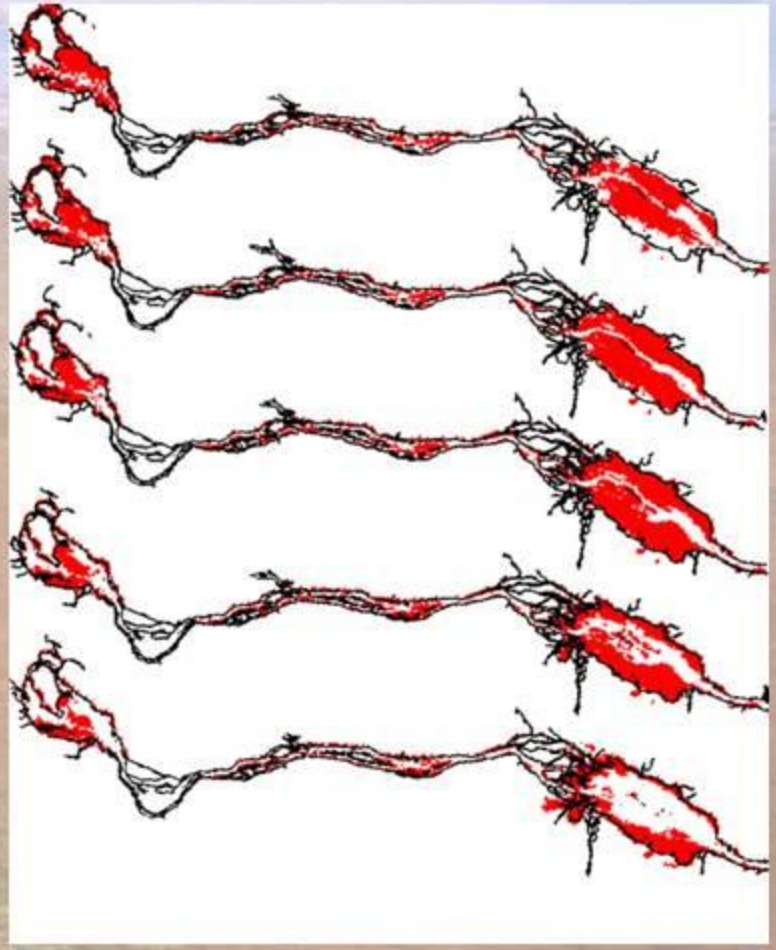
Structure d'intégration du MIRE 2D (**Modèle intégré de réponse de l'écosystème**)



Morin, juin 2014, TCR-LSP

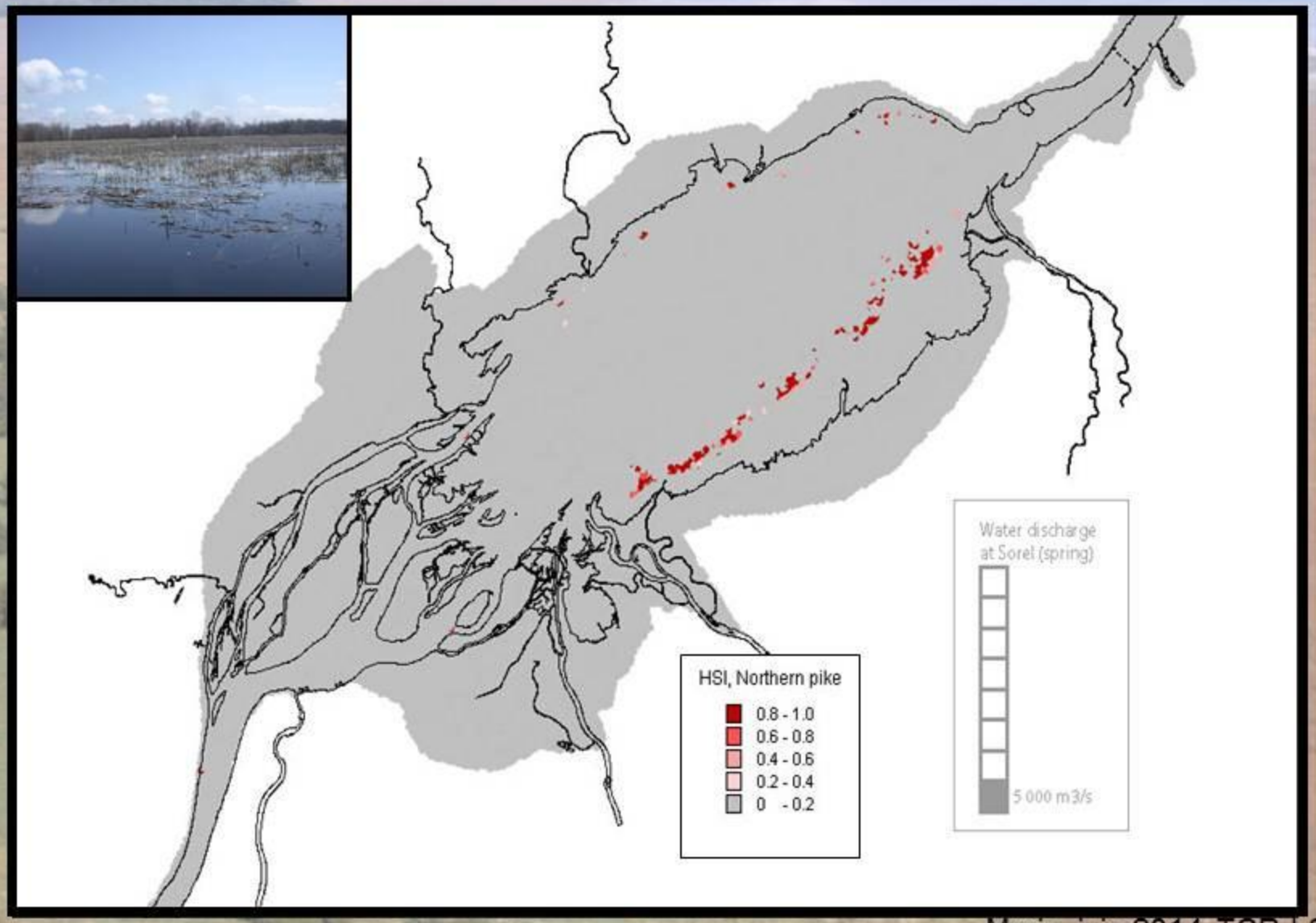


Vallisneria distribution in function of discharge



Morin, juin 2014, TCR-LSP

SPAWNING HABITAT
Lac Saint-Pierre

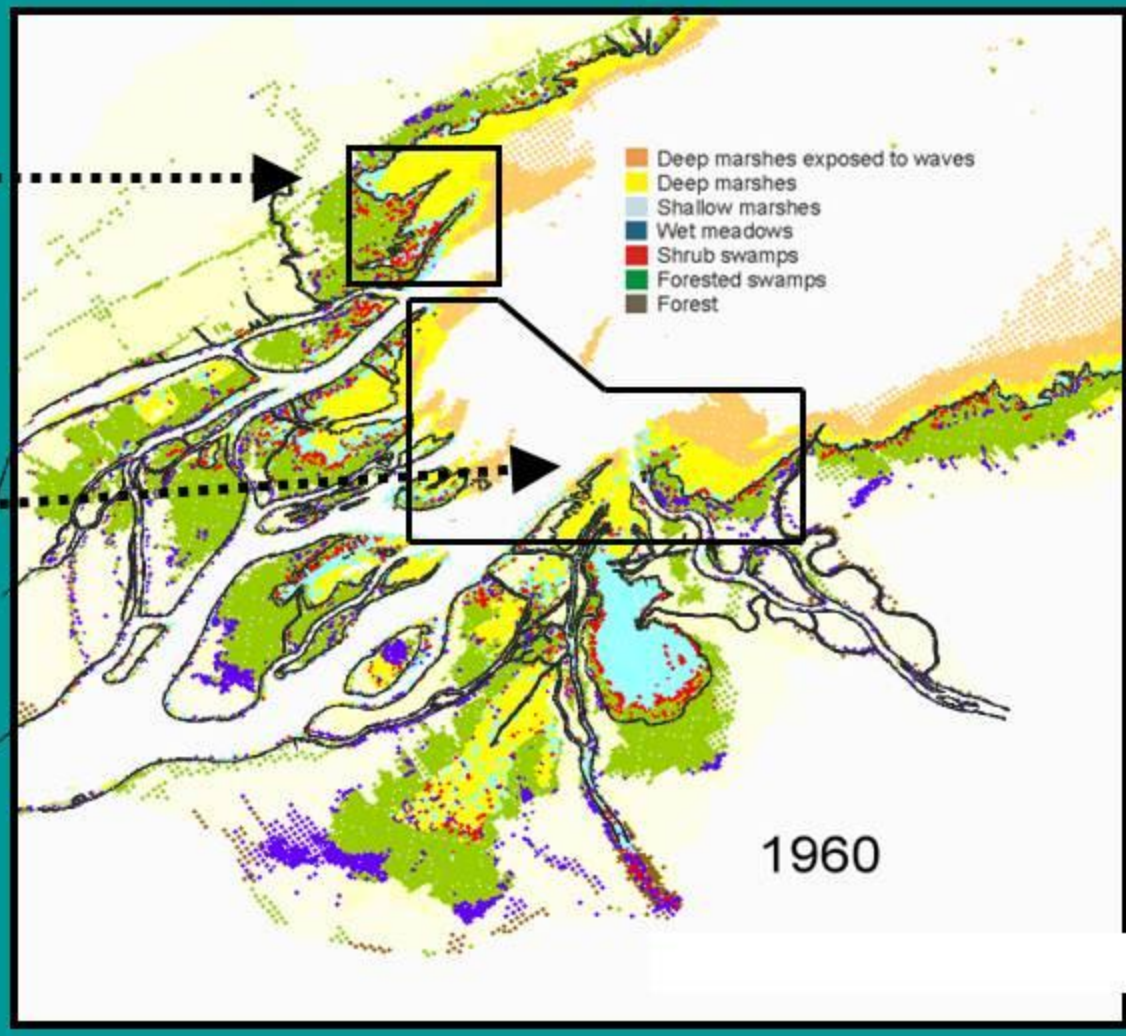


Morin, juin 2014, TCR-LSP

Temporal evolution of wetlands
Measured discharge (1900 to 2000)

Lost of forested swamp (1972-1975) with extreme high water levels

Gain of wetlands area (marshes) in 1962-67 with extreme low water levels



Deep marshes exposed to waves
Deep marshes
Shallow marshes
Wet meadows
Shrub swamps
Forested swamps
Forest

Morin, juin 2014, TCR-LSP

Table 8: Environmental Performance Indicator Results (Ratios) based on Historical Supplies

Environmental Performance Indicators	Plan A*	Plan B*	Plan D*	Plan E
Lake Ontario				
Wetland Meadow Marsh Community	1.02	1.44	1.17	1.56
Low Veg 18C - Spawning habitat supply	0.89	0.95	0.94	0.88
High Veg 24C - Spawning habitat supply	1.05	1.00	1.01	1.08
Low Veg 24C - Spawning habitat supply	1.00	1.02	1.00	1.11
Northern Pike – Young-of-year (YOY) recruitment	1.02	1.00	1.05	1.03
Largemouth Bass - YOY recruitment	0.94	0.98	0.97	0.96
Least Bittern (IXEX) - Reproductive index	0.88	1.04	0.95	1.13
Virginia Rail (RALI) - Reproductive index	0.96	1.11	0.99	1.15
Black Tern (CHNI) - Reproductive index	1.03	1.12	1.01	1.16
Yellow Rail (CONO) - Preferred breeding habitat	0.96	1.01	0.98	1.01
King Rail (RAEL) - Preferred breeding habitat	1.05	1.10	1.03	1.27
Upper River				
Low Veg 18C - Spawning habitat supply	1.01	1.01	1.01	1.04
High Veg 24C - Spawning habitat supply	1.03	1.01	1.02	1.02
Low Veg 24C - Spawning habitat supply	1.01	1.01	1.01	1.04
Northern Pike - YOY recruitment	1.05	1.03	1.01	1.06
Largemouth Bass - YOY recruitment	0.99	1.00	1.00	1.00
Northern Pike - YOY net productivity	4.02	2.08	1.17	4.08
Virginia Rail (RALI) - Reproductive index	1.16	1.27	1.31	1.33
Muskrat (ONZI) - House density in drowned river mouth wetlands	1.42	4.39	1.73	37.25
Lower River				
Golden Shiner - Suitable feeding habitat area	1.00	1.00	1.00	1.03
Wetlands Fish - Abundance index	0.87	0.90	0.84	0.97
Migratory Wildfowl - Habitat area	1.03	1.03	0.97	1.00
Least Bittern - Reproductive index	1.03	1.06	1.00	1.06
Virginia Rail (RALI) - Reproductive index	0.94	0.97	1.06	1.00
Migratory Wildfowl - Productivity	1.06	1.00	1.00	1.03
Black Tern (CHNI) - Reproductive index	0.84	0.77	1.00	0.77
Northern Pike (ESLU) - Reproductive area	0.97	0.94	0.94	0.94
Frog sp. - Reproductive habitat surface area	0.87	0.87	1.03	0.94
Eastern Sand Darter (AMPE) - Reproductive area	1.10	1.03	1.13	1.06
Spiny Softshell Turtle (APSP) - Reproductive habitat surface area	1.03	1.06	1.03	1.03
Bridle Shiner (NOBI) - Reproductive habitat surface area	1.00	0.97	1.00	1.03
Muskrat (ONZI) - Surviving houses	1.04	0.88	0.96	0.80
Percentage "good" scores for each plan	**9%**	**22%**	**16%**	**34%**
Overall Environmental Index	**1.06**	**1.35**	**1.10**	**4.04**

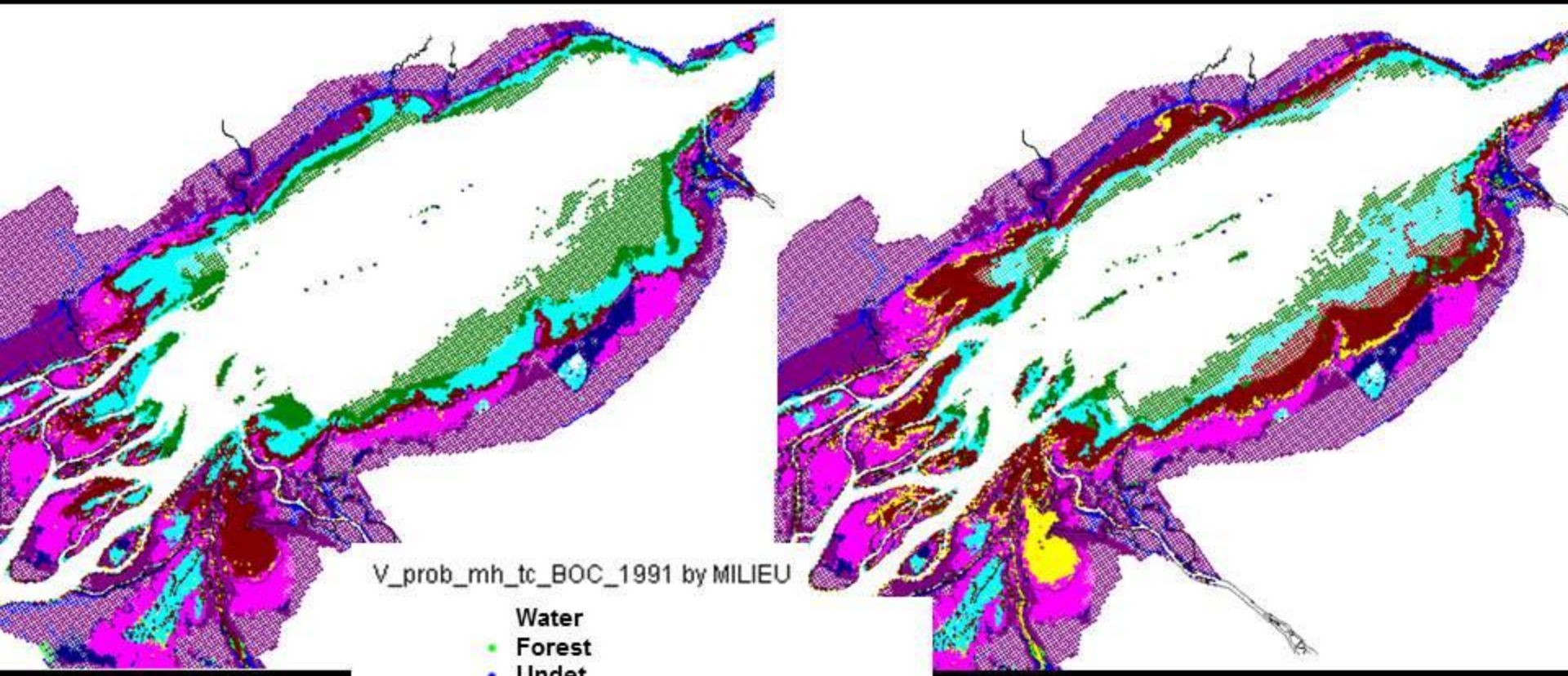
These results were then « opposed » or compared to economic loss and gains from hydropower, riparian, commercial and recreational navigation

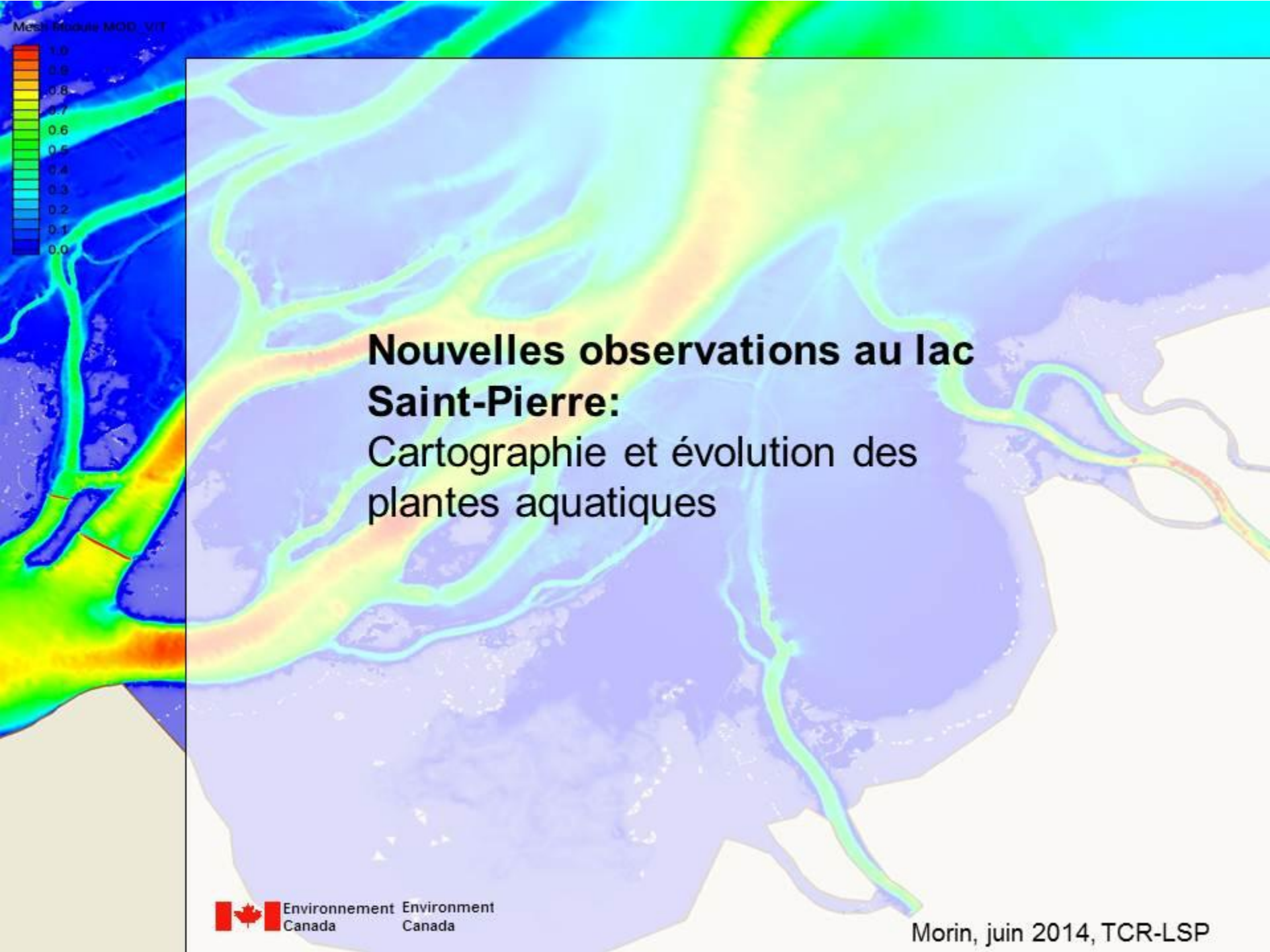
Climate change impact

Scenario Base of comparison

Wetlands - Summer 1965

Scenario Warm-dry



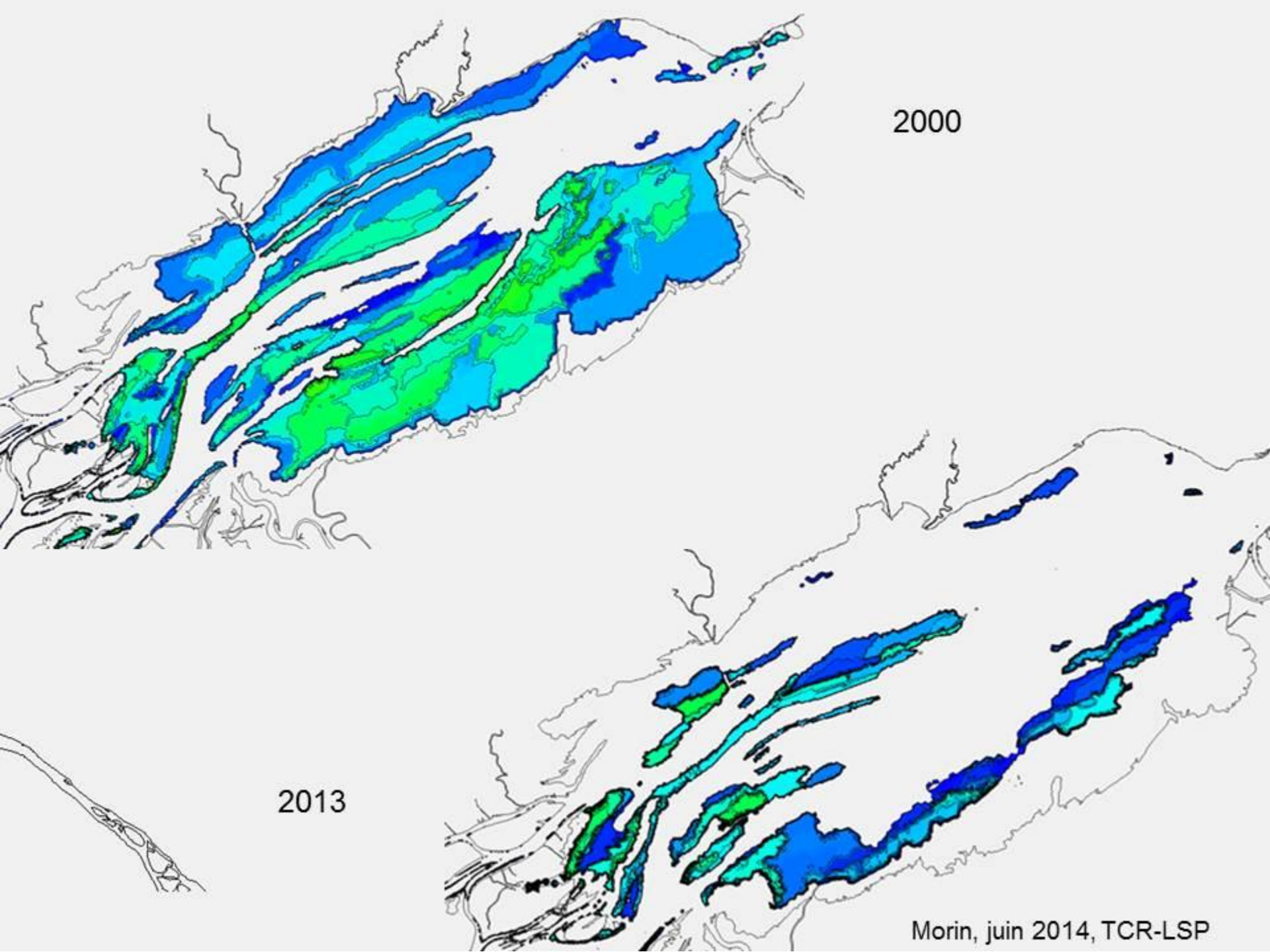


Nouvelles observations au lac Saint-Pierre:

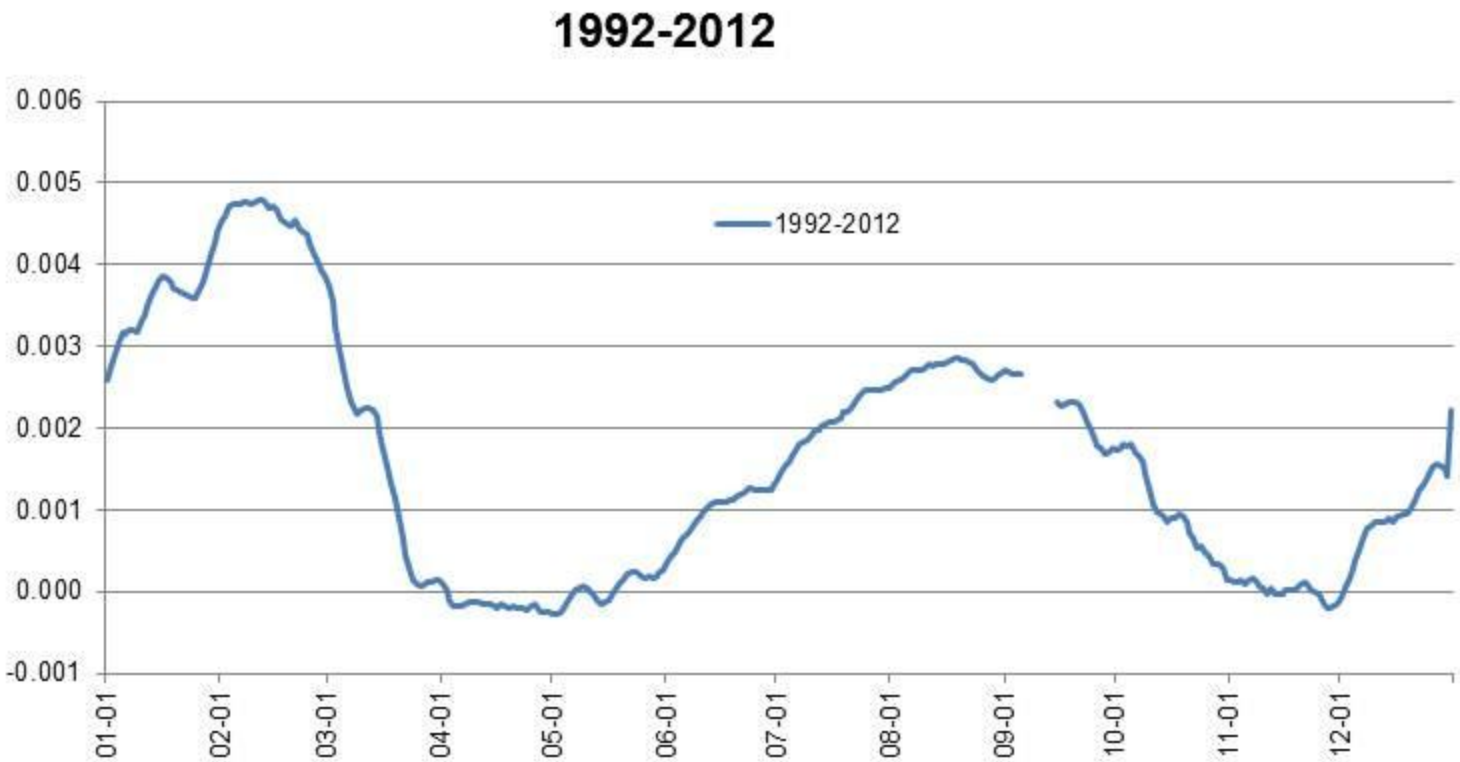
Cartographie et évolution des plantes aquatiques

Environnement Canada Environment Canada

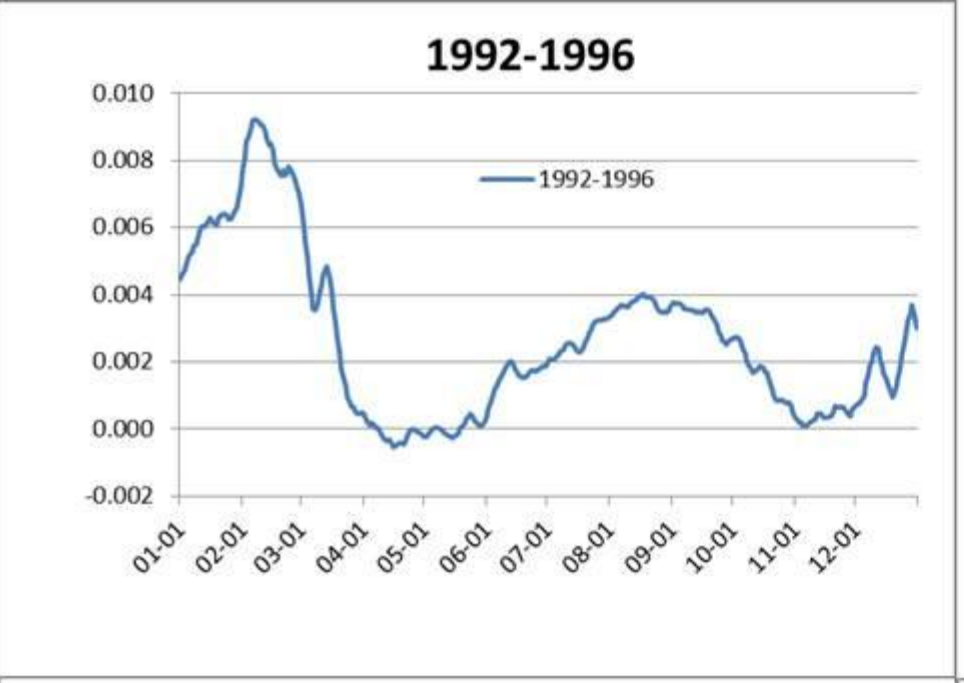
Morin, juin 2014, TCR-LSP

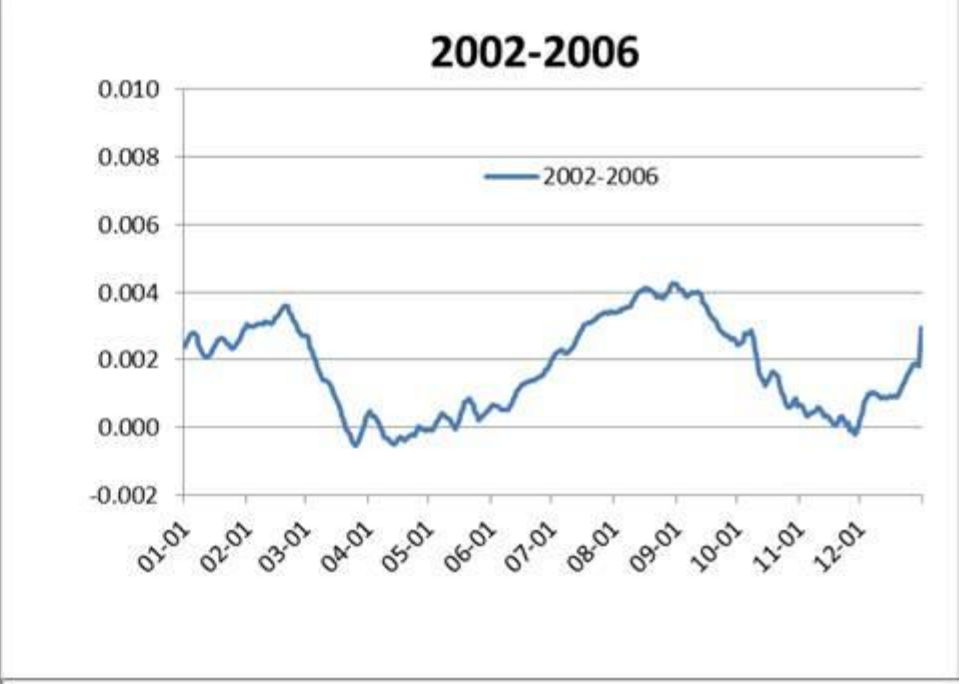

2000
2013
Morin, juin 2014, TCR-LSP

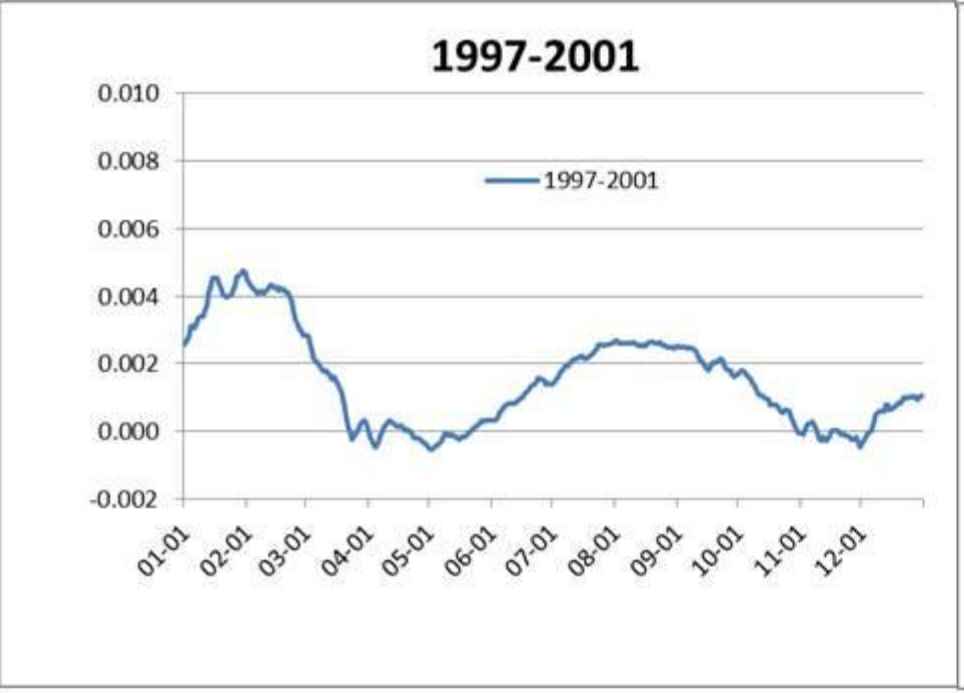
Calcul du frottement entre Sorel et Trois-Rivières
En moyenne interannuelle 1992-2012

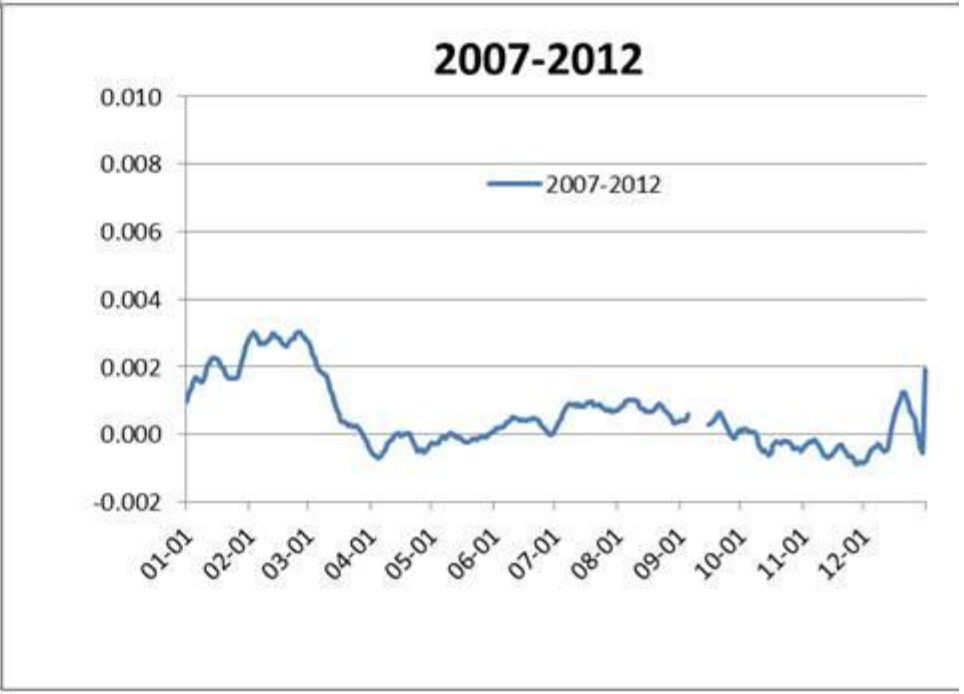


Morin, juin 2014, TCR-LSP

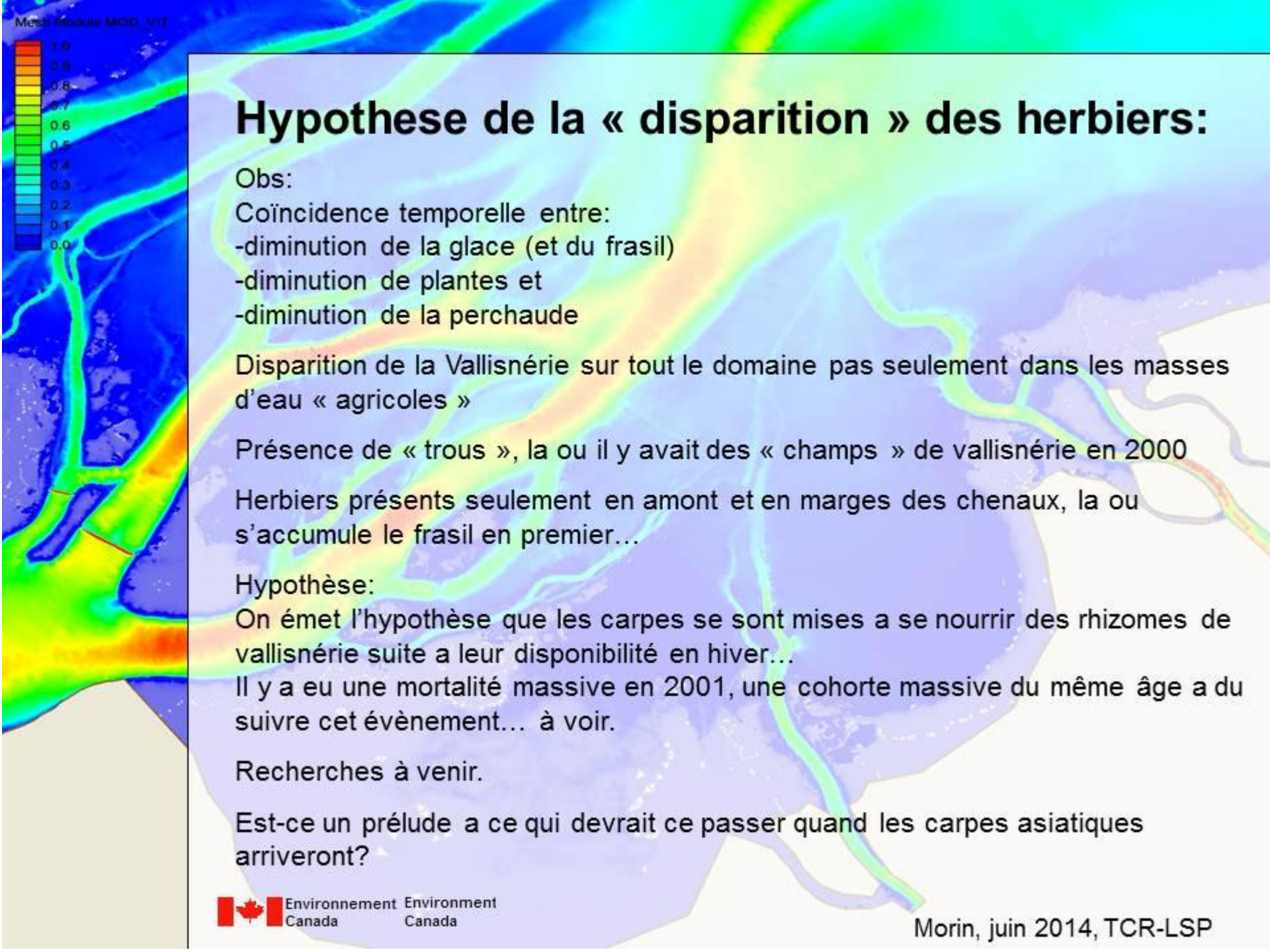








Morin, juin 2014, TCR-LSP



Hypothese de la « disparition » des herbiers:

Obs:
Coïncidence temporelle entre:
-diminution de la glace (et du frasil)
-diminution de plantes et
-diminution de la perchaude

Disparition de la Vallisnérie sur tout le domaine pas seulement dans les masses d'eau « agricoles »

Présence de « trous », la ou il y avait des « champs » de vallisnérie en 2000

Herbiers présents seulement en amont et en marges des chenaux, la ou s'accumule le frasil en premier…

Hypothèse:
On émet l'hypothèse que les carpes se sont mises a se nourrir des rhizomes de vallisnérie suite a leur disponibilité en hiver…
Il y a eu une mortalité massive en 2001, une cohorte massive du même âge a du suivre cet évènement… à voir.

Recherches à venir.

Est-ce un prélude a ce qui devrait ce passer quand les carpes asiatiques arriveront?

On dispose donc:

Modèle de courant et niveau précis, calculé tous les jours (horaire éventuellement)

Modèle de vagues

Modèle de masse d'eau

Divers modeles d'habitat (herbiers, milieux humides, reproduction des oiseaux, des poissons etc

En devenir:

Modèle de température

PASL: Application des modèles d'habitat a de nouvelles séries de niveau d'eau en changement climatique.

Disparition des herbiers: diverses travaux de recherche sont mis en marche.