

Impact des changements climatiques sur les habitats des salmonidés dans les lacs nordiques du Québec

Yves Gratton¹,

C. Bélanger¹, R.-M. Couture², T. Logan³, O. Chimi Chiadjeu¹, I. Laurion¹, M. Rautio⁴ et A. St-Hilaire¹

¹ INRS-Eau, terre et environnement, Québec, Qc

² Norwegian Institute for Water Research, Oslo, Norway

³ Ouranos, Montréal, Qc

⁴ Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Qc

INRS
Université d'avant-garde

NIVA
Norsk institutt for vannforskning

GRIL
Groupe de recherche
interuniversitaire en limnologie
et en environnement aquatique

CENTRE D'ÉTUDES NORDIQUES
CEN Centre for Northern Studies

Fondsvert Québec

**NSERC
CRSNG**

OURANOS

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Objectifs du projet
3. Méthodes
4. Modélisation de l'oxygène dissous
5. Section Nord-Sud
6. Sommaire et conclusions

1. Introduction

L'habitat des salmonidés

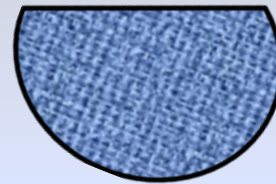


Habitat du

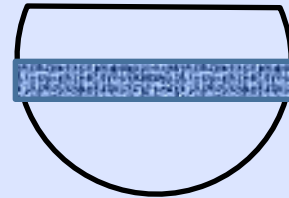
Touladi
(Salvelinus namaycush)
Lake Trout

Habitat (selon 80% littérature)

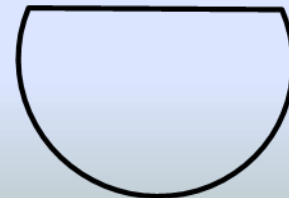
$T < 12^\circ$ et $[O_2] \geq 6 \text{ mg l}^{-1}$



Habitat
complet



Refuge
thermique



Aucun
habitat

2. Objectifs du projet

Objectifs

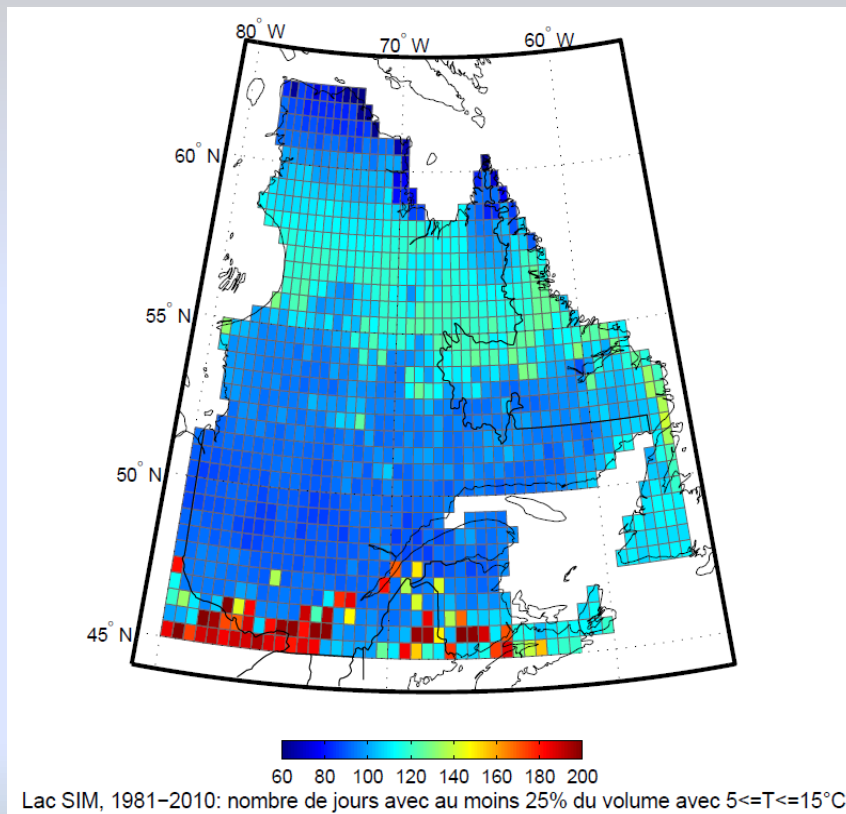
Les objectifs de cette étude étaient d'estimer les changements probables de température et de contenu en oxygène dissous dans la colonne d'eau des lacs du Québec au cours des 100 prochaines années, et d'en prévoir l'impact sur la disponibilité future des habitats préférentiels du touladi et de l'omble chevalier. Les résultats serviront à la gestion de la ressource. Le projet a été réalisé en deux étapes:

1. Déterminer l'impact des changements climatiques sur les habitats thermiques des lacs du nord du Québec aux horizons 2041-2070 et 2071-2100. (Juin 2010 à avril 2013)

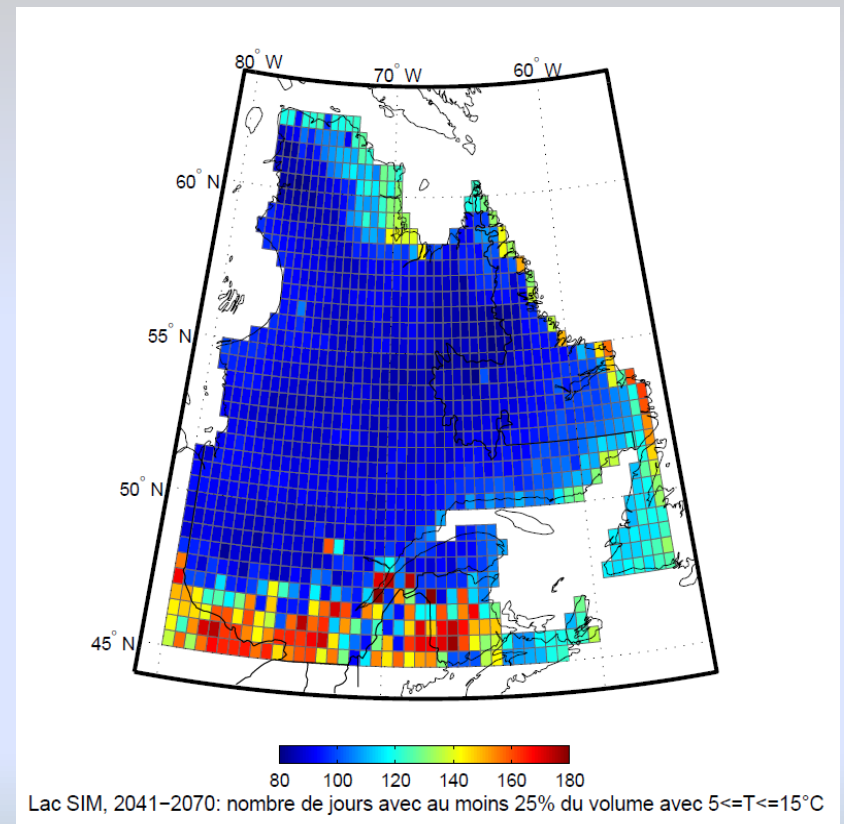
2. Déterminer l'impact des changements climatiques sur les concentrations en oxygène dissous des lacs du nord du Québec. (Novembre 2015 à août 2017)

Nombre de jours avec au moins 25% du volume entre 5° et 15°C

1981-2010



2041-2070



Lac Simoncouche

3. Méthodes

MyLake

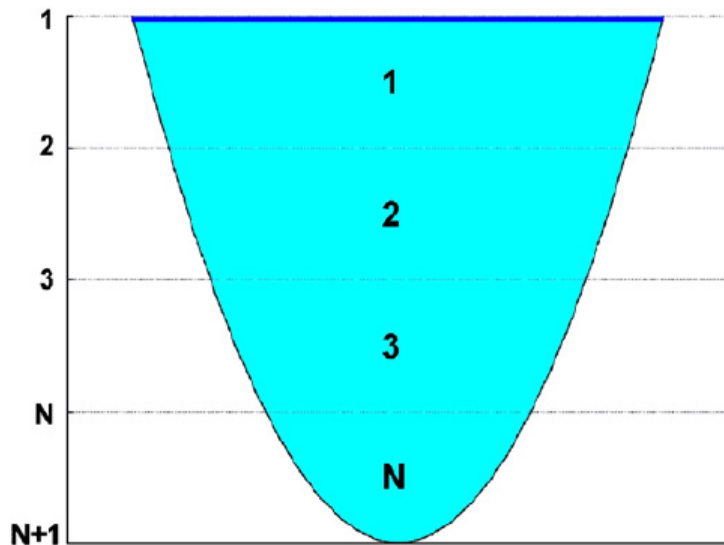
(NIVA)

(Saloranta et Andersen, 2007; Ecol. Mod.)

MyLake (« Multi-year simulation model for Lake thermo- and phytoplankton dynamics »)

- Pas de temps: 24 heures
- Couplé à un PPZD
- Interactions eau-sédiments

Un modèle 1-D qui simule la distribution verticale de la température de l'eau, l'évolution d'un traceur dissous ainsi que la couverture de glace et de neige.



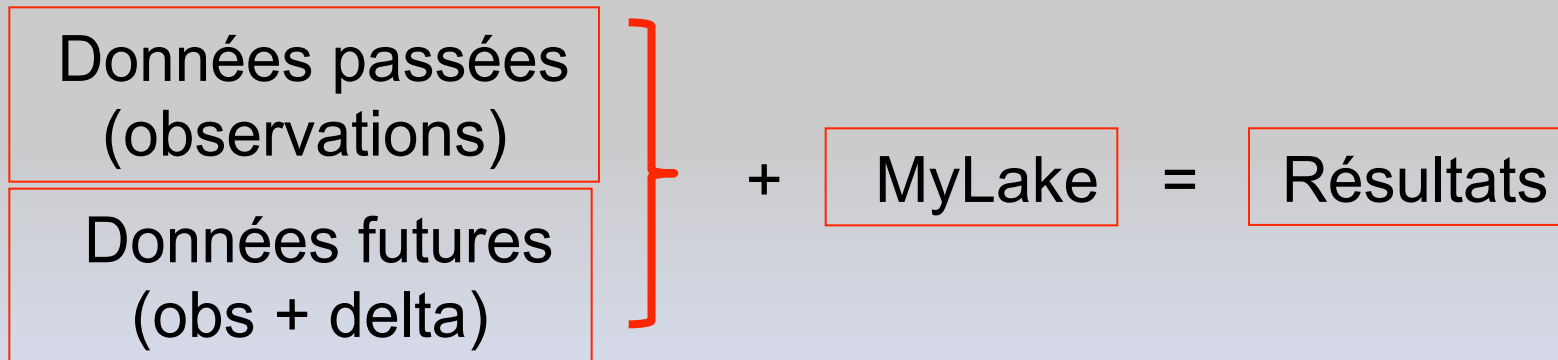
T	Temperature (°C)
C	Dissolved tracer
S _{IS}	Suspended inorganic particulate matter (can also be utilised as a sedimenting tracer) (kg m ⁻³)
P _D	Dissolved inorganic phosphorus (algal-available phosphorus, phosphate) (μg l ⁻¹ = mg m ⁻³)
P _{IP}	Phosphorus bound to inorganic particles (μg l ⁻¹ = mg m ⁻³)
P _{DO}	Dissolved organic phosphorus (μg l ⁻¹ = mg m ⁻³)
P _{Chl}	Chlorophyll (μg l ⁻¹ = mg m ⁻³)

Version de 2015

Autres modules

- Module PPZD (pas utilisé)
- Module diagénétique (pas utilisé)
- Pourcentage de matière organique labile
- Calcul de la demande en oxygène (k_{BOD}) de la colonne d'eau (d'après Fang et Sephan 2009)
- Calcul de la demande en oxygène (k_{SOD}) des sédiments (d'après Walker et Snodgrass 1986)
- Module d'optimisation (algorithme génétique) du Matlab Global Optimisation Toolbox

Méthode des deltas: résumé



Pour calculer les deltas, nous avons utilisé la période de 30 ans disponible: 1981-2010.

- $\bar{\delta}$ = moyenne valeurs futures prédites
- moyenne valeurs passées modélisées

Série future = observations passées + $\bar{\delta}$ (un $\bar{\delta}$ saisonnier ou un $\bar{\delta}$ mensuel)

Nous n'avons utilisé que le scénario d'émission de gaz à effet de serre le plus pessimiste : RCP 8,5

4. Impacts des changements climatiques sur les concentrations en oxygène dissous

Quatre vrais lacs et huit lacs "hypothétiques"

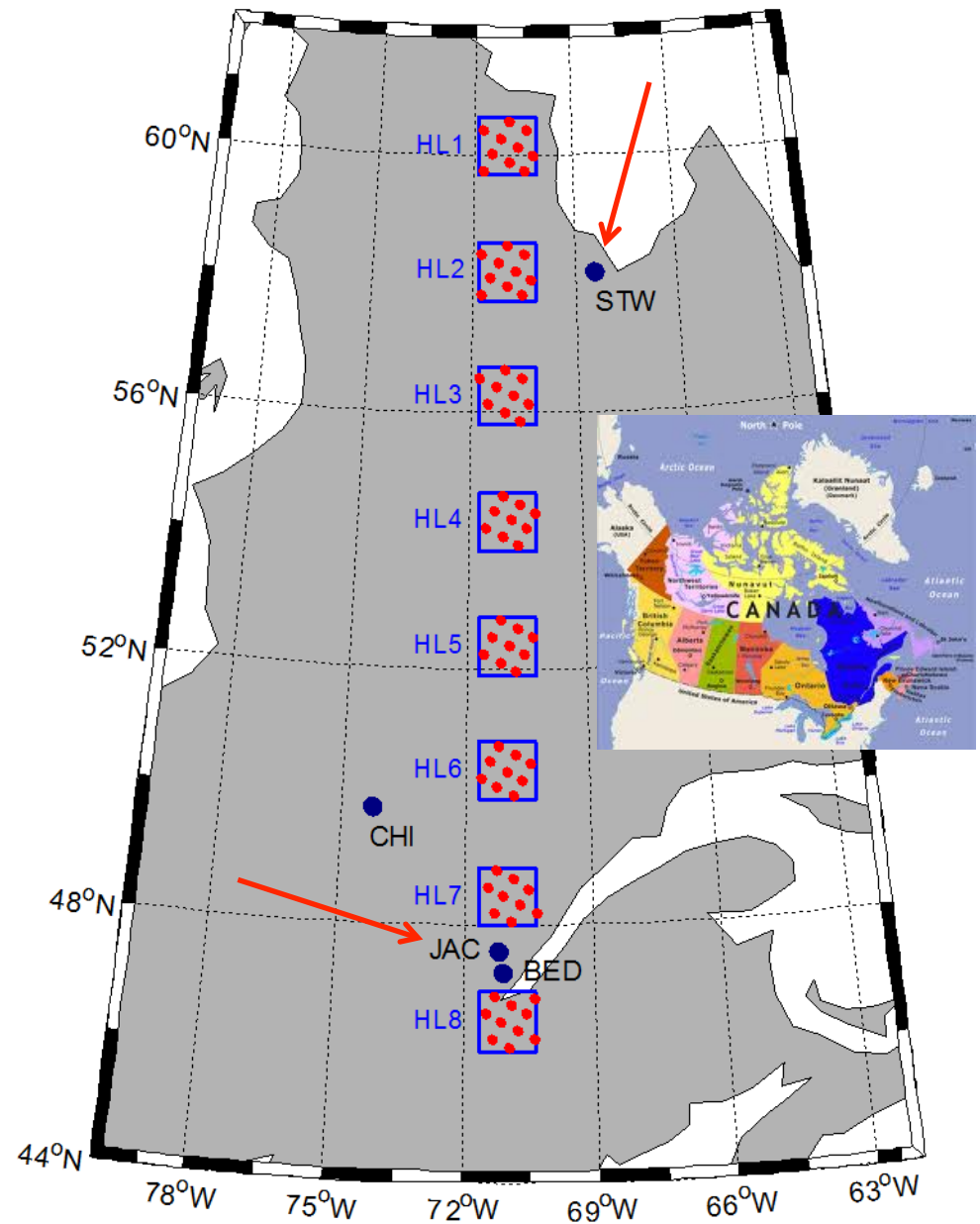
Stewart (STW)
8,5 km² - 15 m

Chibougamau (CHI)
213,1 km² - 59 m

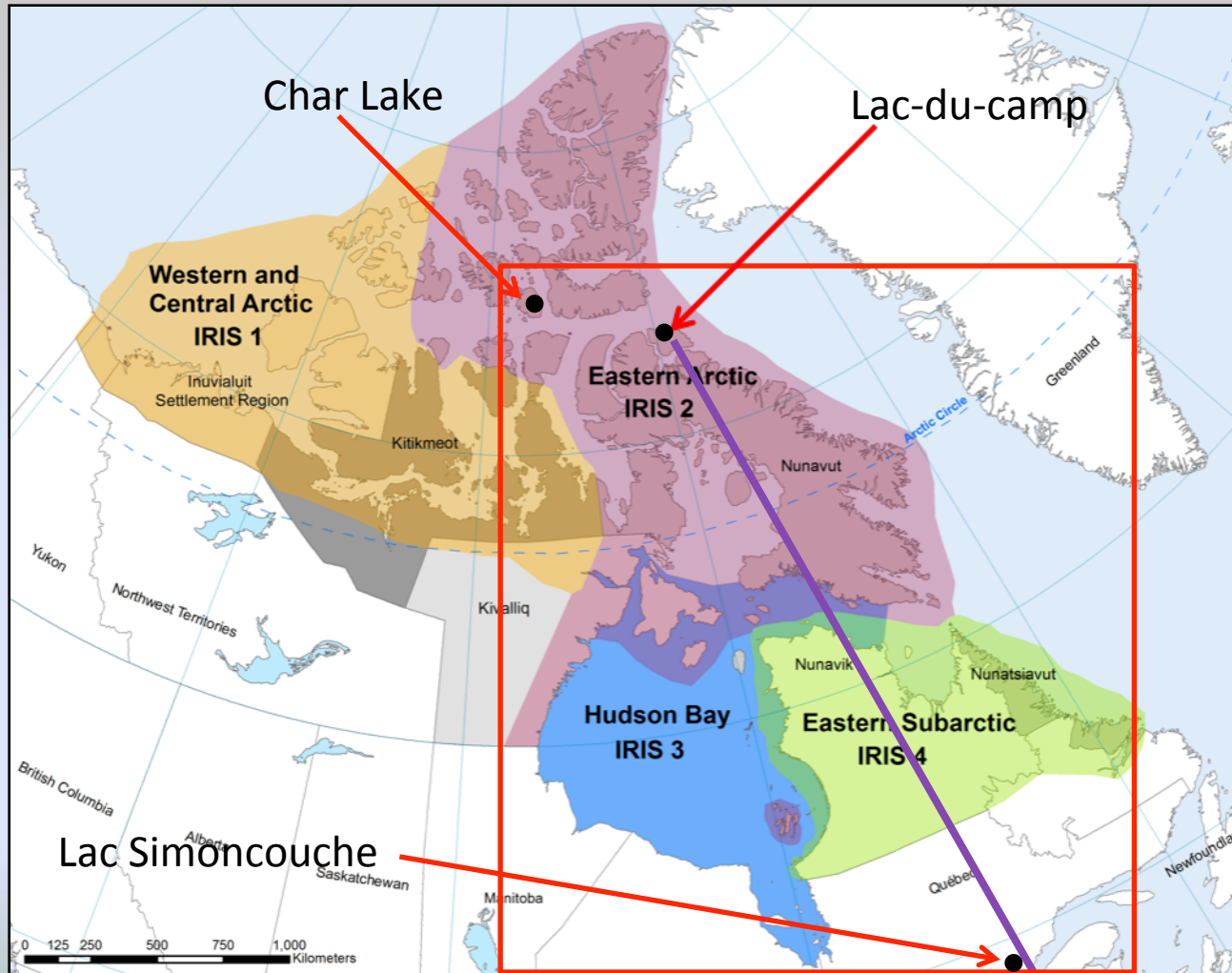
Jacques-Cartier (JAC)
12,6 km² - 68 m

Bédard (BED)
0,06 km² - 11 m

Huit positions
le long de 71° O



Section nord-sud : O₂ et T (approximative)

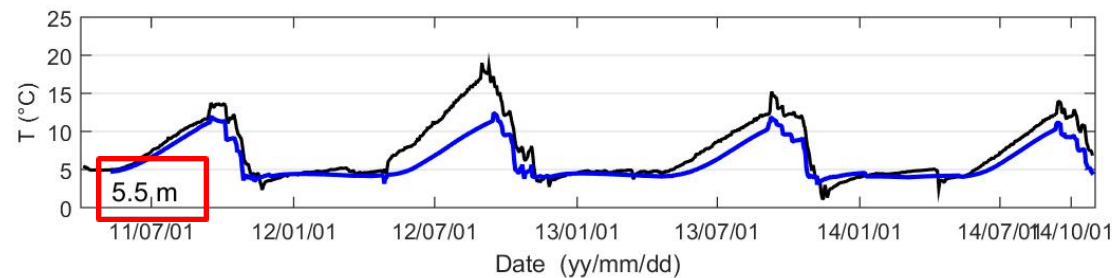
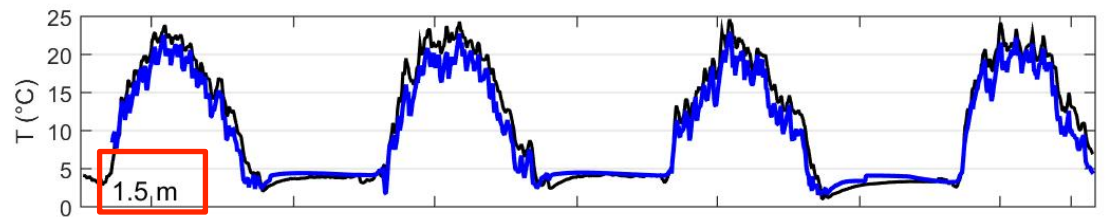


Lac Simoncouche

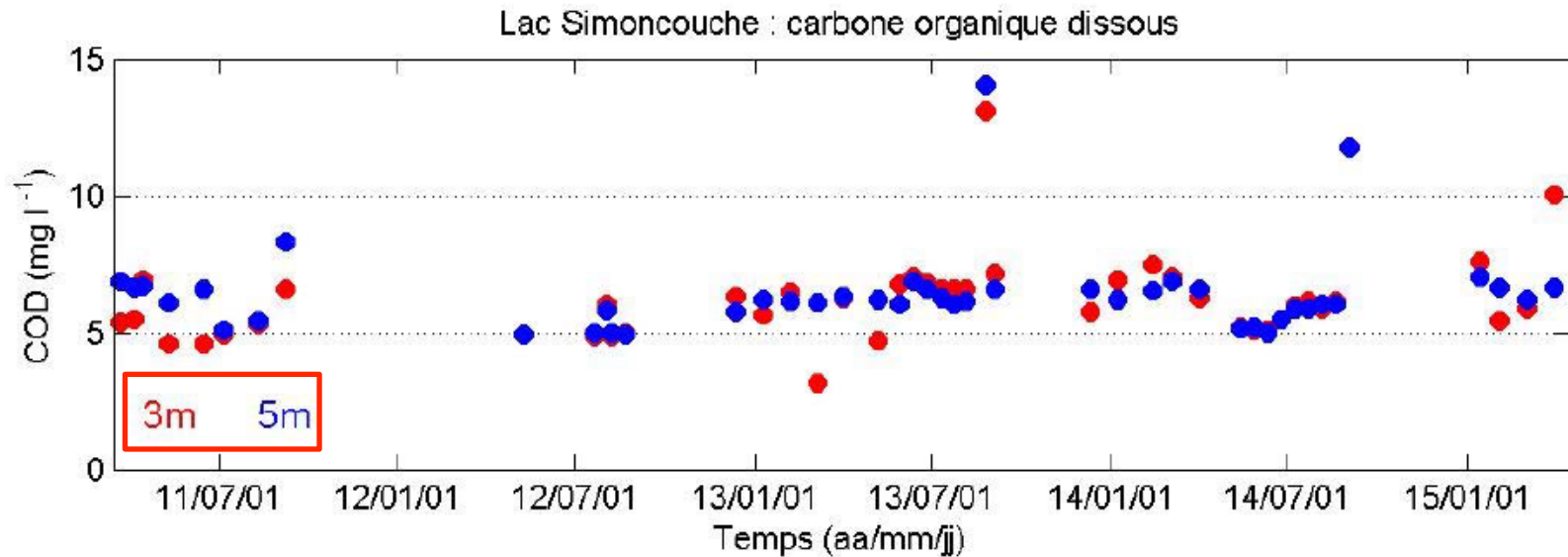
($z_{\max} = 8,4 \text{ m}$; $0,83 \text{ km}^2$)

Températures

Observations (en noir) et modèle (en bleu)



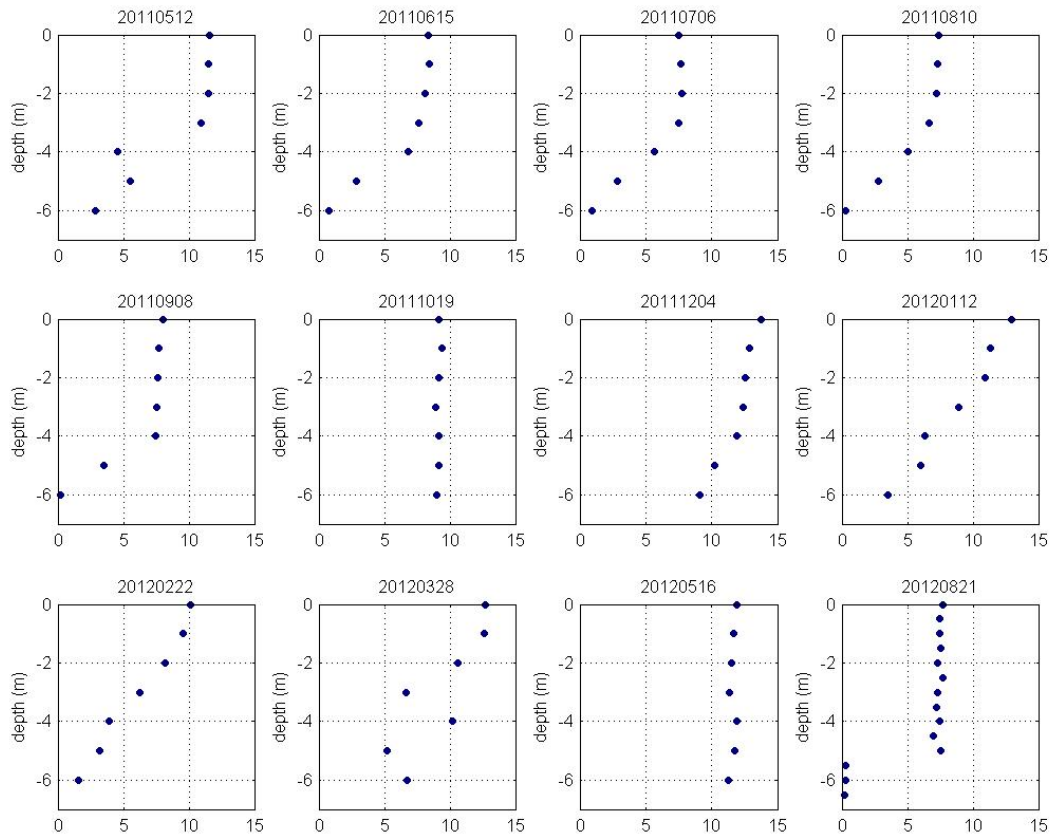
Carbone organique dissous



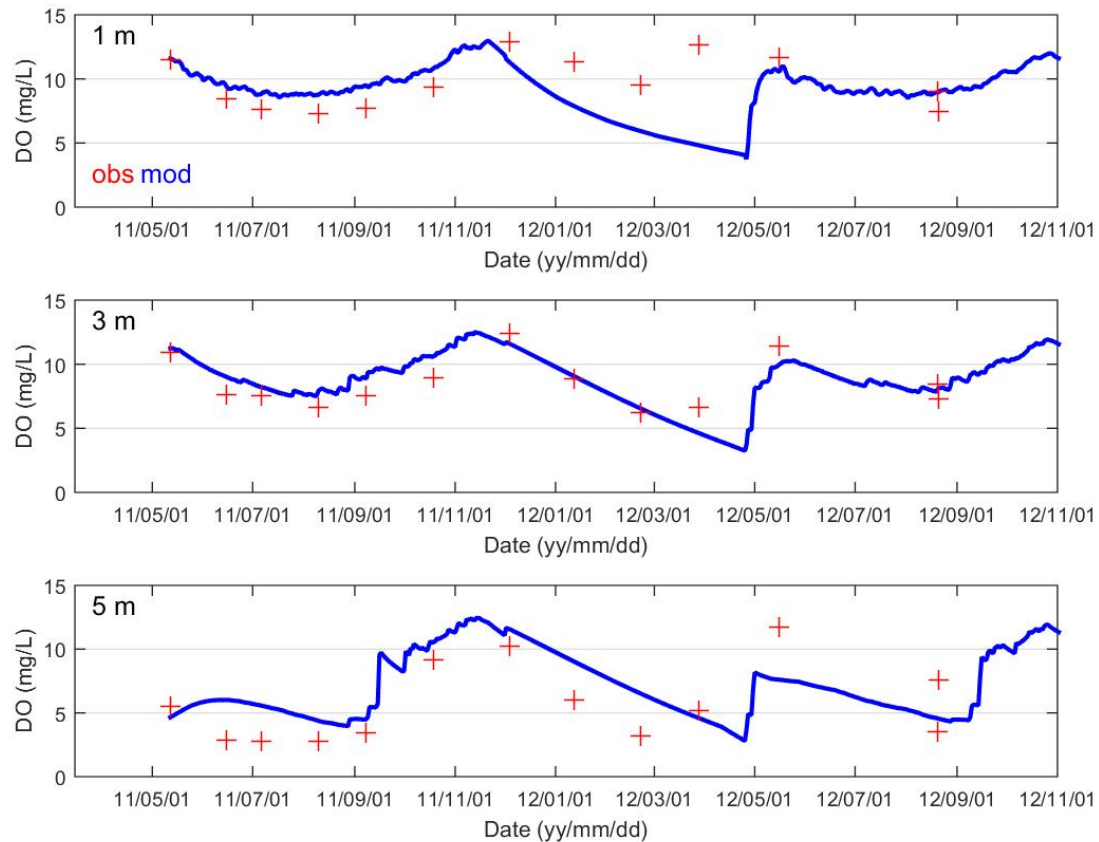
Concentrations assez « constantes »

Profils verticaux (bruts) d'oxygène dissous en mg L^{-1}

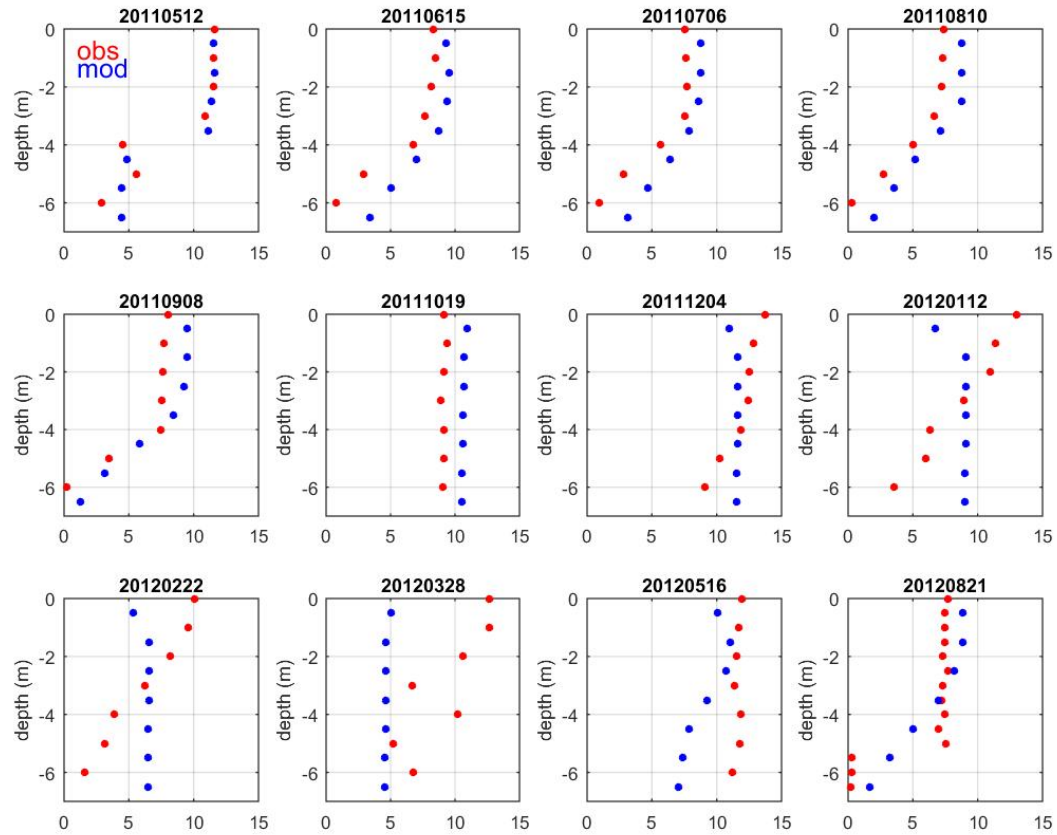
(du 12 mai 2011 au 21 août 2012)



Simulation optimale (pour la période de mesures)



Comparaison des profils verticaux



Principaux résultats

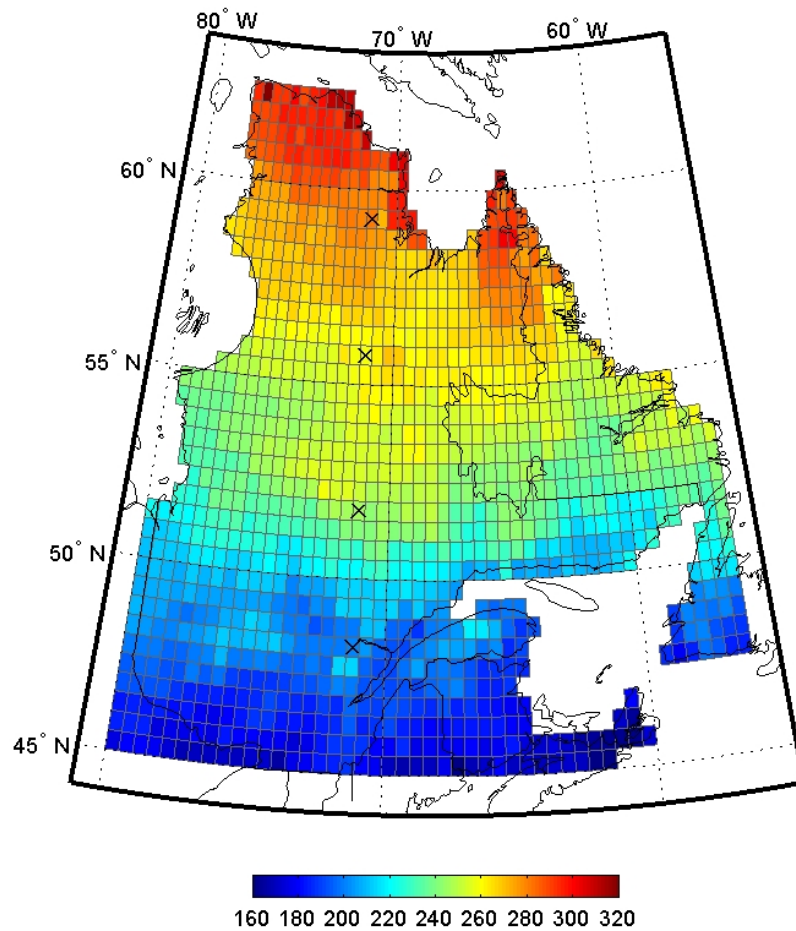
- Modèle est stable (exécuté à l'aide de 4 ans de données)
- SOD fonctionne très bien
- % COD réactif est bas

Il reste des

- Problèmes avec les échanges d'OD près de la surface en hiver
- Problèmes avec les échanges d'OD près du fond au début

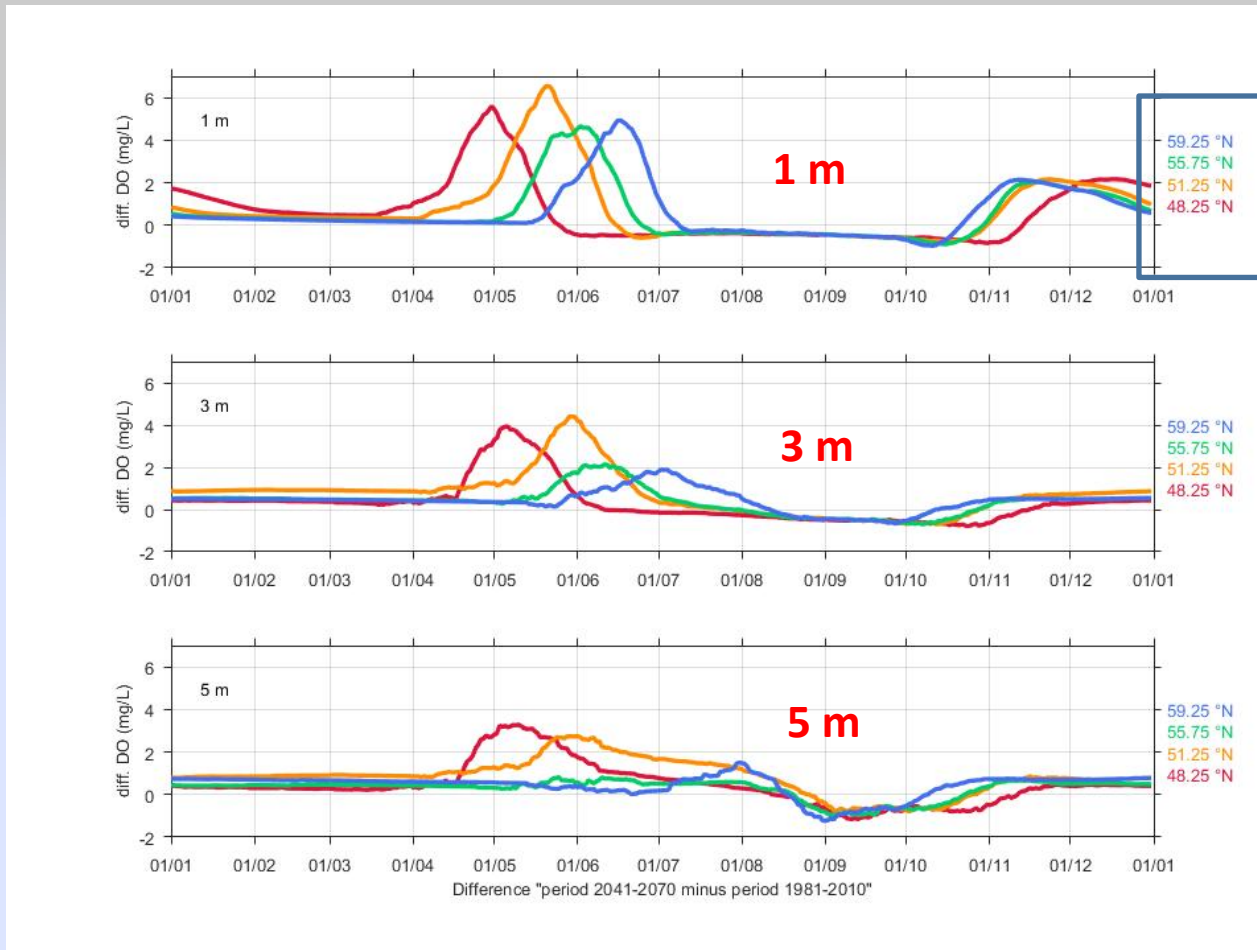
5. Section nord-sud

Les quatre points de la section



Lac SIM, 1981-2010: nombre de jours avec couvert de glace

Différences 2041-2070 et 1981-2010



59,25°
55,75°
52,25°
48,25°

Moins de glace => plus d'oxygène plus tôt

6. Sommaire et conclusions

La seule vraie surprise: les résultats sont au delà de nos espérances!

Essentiellement, Il faudrait plus de temps pour une étude de paramètres afin de mieux estimer:

- L'impact du carbone organique dissous (COD)
- L'impact des échanges avec l'atmosphère
- L'impact des échanges avec le fond
- L'impact du processus d'optimisation (boîte noire pour l'instant)

Les paramètres importants sont bien ceux qu'on avait identifiés dans la proposition initiale mais que nous n'avons pas eu le temps de tester à fond.