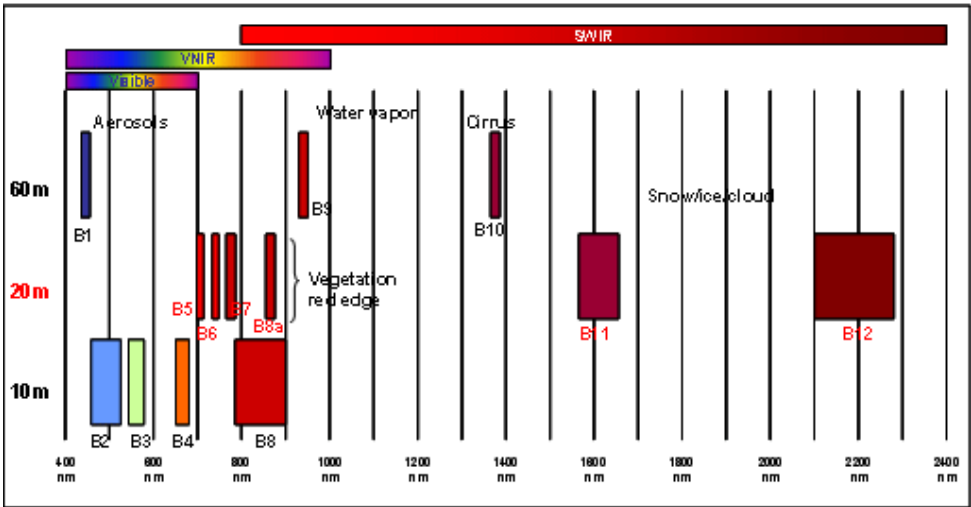
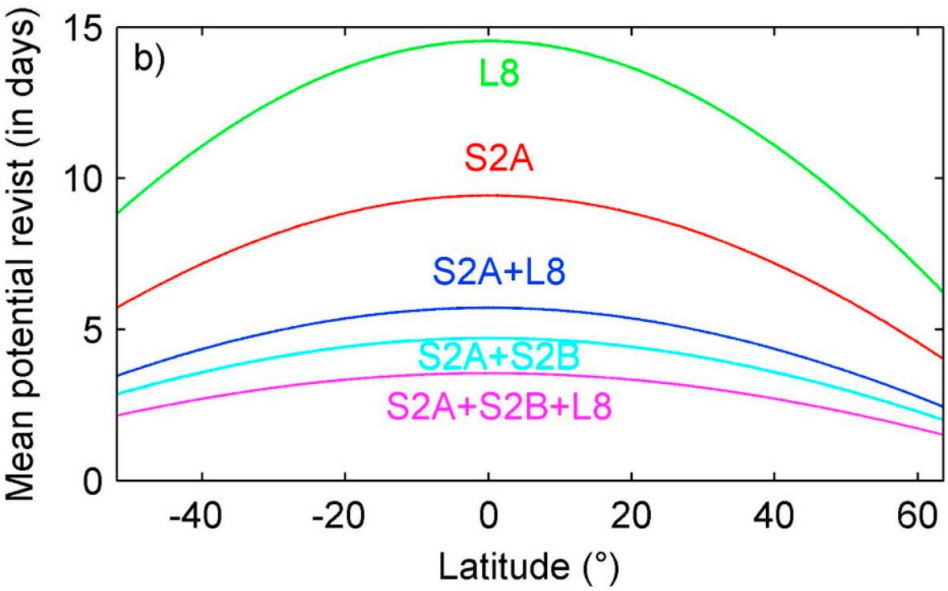
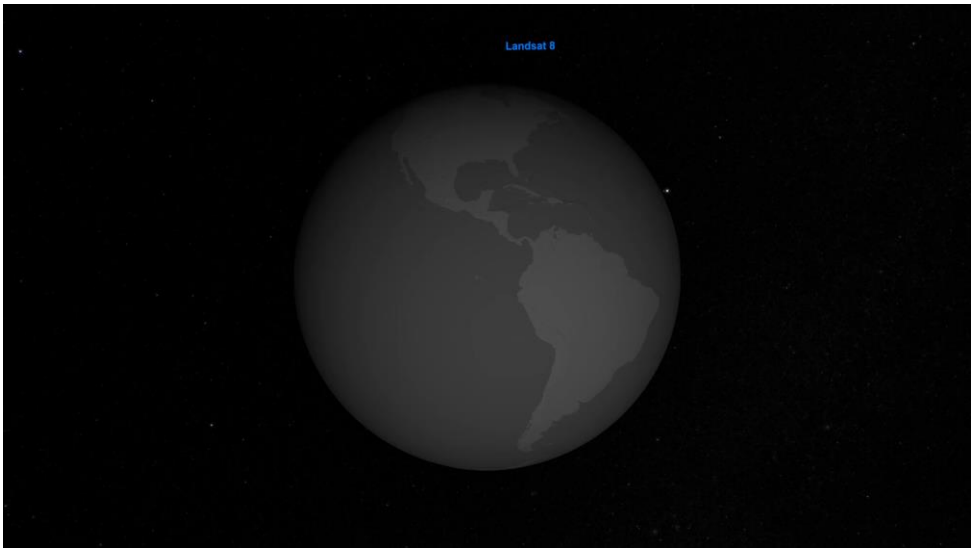
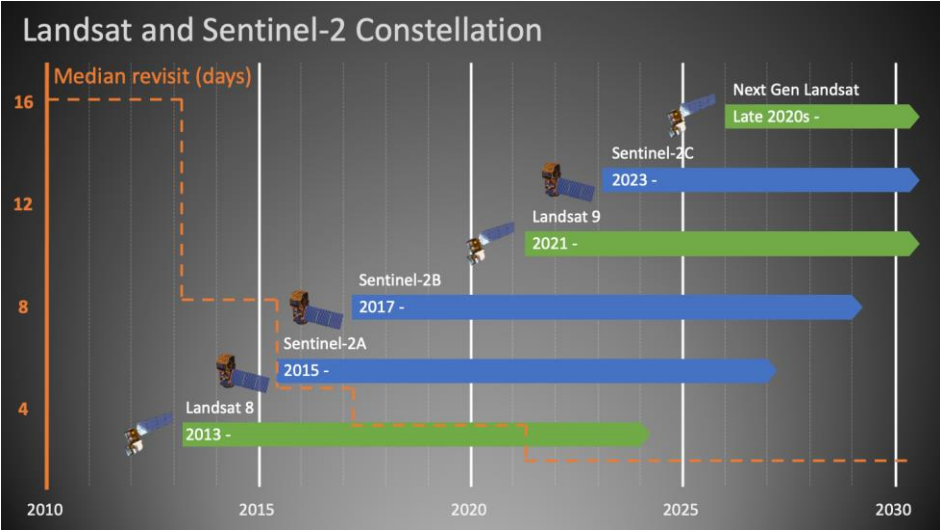


Suivi du carbone organique dissous dans les rivières et estuaires arctiques à partir des données satellites

Fabrice Jégou, LPC2E (Orléans)



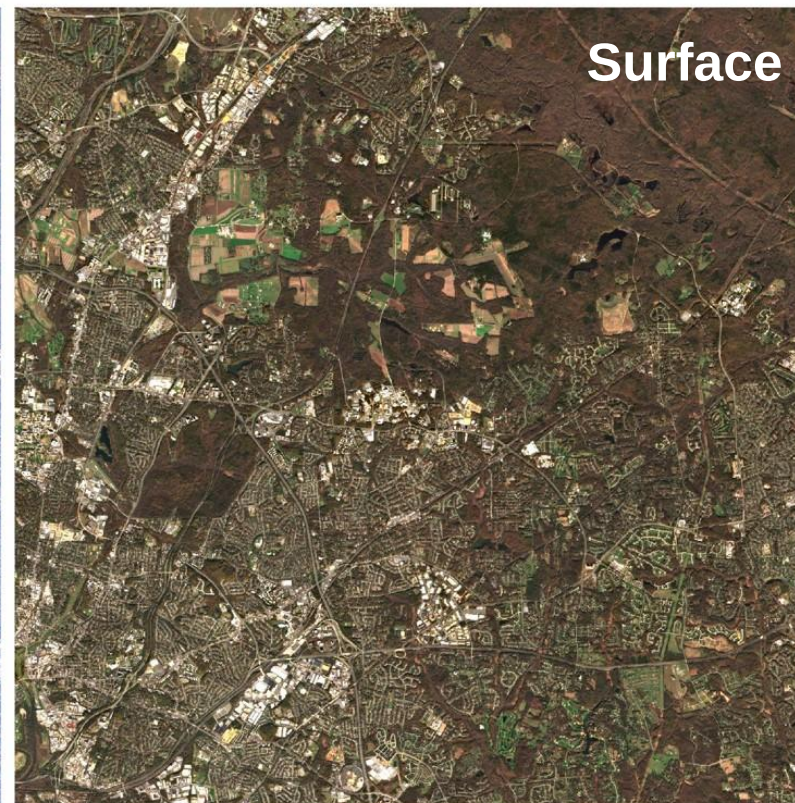
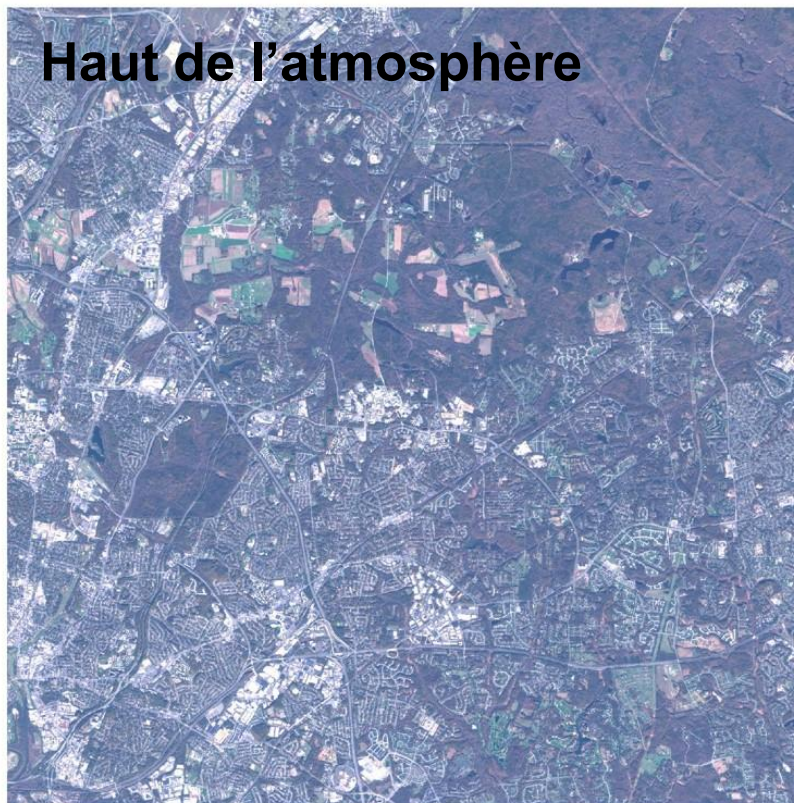
Constellation Sentinel 2 - Landsat 8



13 bandes spectrales de Sentinel-2



Correction Atmosphérique Sentinel-2



A true color composite (bands 4-3-2) of Sentinel-2B image with top-of-atmosphere (TOA) reflectance (left) and surface reflectance after atmospheric correction (right) with Land Surface Reflectance Code (LaSRC). The image is acquired on November 17, 2017 over tile 18SUJ in USA

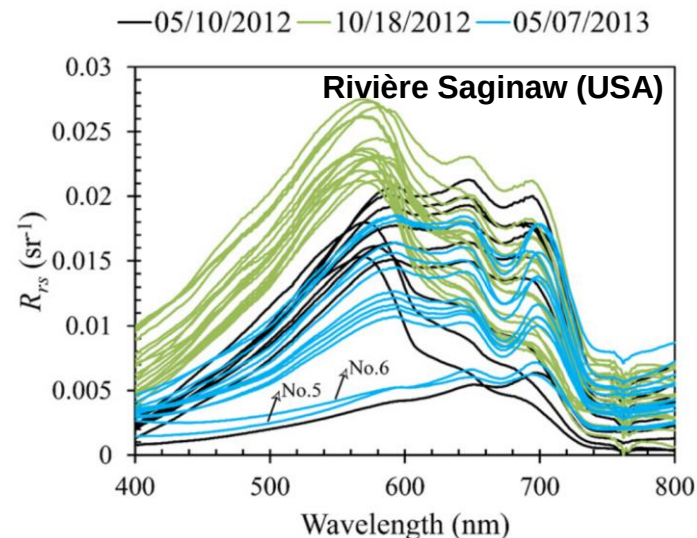
- **Besoin de connaissance de l'état de l'atmosphère et notamment de la charge en aérosols**
utilisation de données extérieures type CAMS (assimilation de données) ou AERONET (réseau de mesures)
- **Problème de la validation des données CAMS à hautes latitudes (lat > à 60°)**
- **Nécessité de - filtrer les nuages et les blocs de glace en période de débâcle au printemps - de ne pas être contaminé par la réflectance du fond.**

Correction Atmosphérique

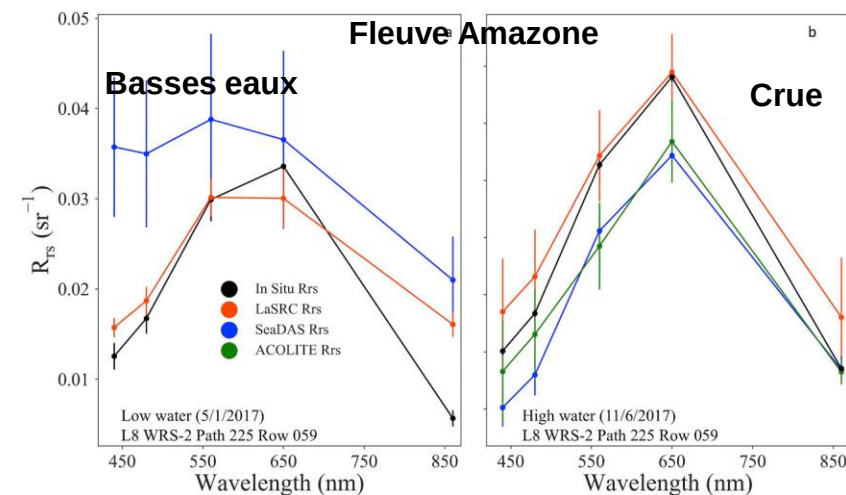
De nombreux produits corrigés ! Quelques exemples.

- **Sen2cor (ESA) et LEDAPS (USGC-NASA)** produits officiels fournis par les agences
- **MACCS** : Multi-sensor Atmospheric Correction and cloud Screening (CESBIO, Hagolle et al., 2015) Formosat-2, Landsat-8, Venüs et Sentinel-2, SPOT5
- **OBS2CO** : chaîne de traitement développée dans le cadre du « **CES couleur de l'eau** » (Jean-Michel Martinez, GET), Sentinel-2
- **Initiative NASA** « Harmonized Landsat-8 and Sentinel-2 (HLS) projet » version 2 fin août 2021, Code LaSRC (Vermotte et al., 2016, Doxani et al., 2018)
- **iCOR** : Image Correction for atmospheric effects (L. De Keukelaere et al., 2018), EU FP7 Landsat8 et Sentinel-2

Validation des réflectances satellites : besoin de mesures de terrain



Chen et al. (Science of Total Env., 2020) Monitoring dissolved organic carbon by combining Landsat-8 and Sentinel-2 satellites: Case study in Saginaw River estuary, Lake Huron



Kuhn et al. (Remote Sensing, 2019) Performance of Landsat-8 and Sentinel-2 surface reflectance products for river remote sensing retrievals of chlorophyll-a and turbidity

Inversion du CDOM satellite : modèles combinant plusieurs longueurs d'ondes

CDOM : partie colorée de la matière organique fortement colorée au DOC
coefficient d'absorption du CDOM a_{CDOM} mesurable in-situ avec des spectro-radiamètres

- Landsat 8 CDOM modèle :
 $a_{CDOM}(440)=40,754e^{-2,483x}$ avec $x=R(OLI3, \text{vert})/R(OLI4, \text{rouge})$
 - Sentinel 2 CDOM modèle :
 $a_{CDOM}(440)=28,966e^{-2,015x}$ avec $x=R(MSI3, \text{vert})/R(OLI4, \text{rouge})$
- Chen et al. (2020)

Le signal le plus marqué du CDOM est compris entre le bleu et le vert.
Griffin et al. (J. Geophys. Res, 2011), estimation du DOC dans le Fleuve Kolyma
-> relation entre la bande verte et le rapport bande verte / bande rouge

La relation utilisée dépend fortement du site étudié.
Il n'est pas possible d'utiliser une formule générique !

Possibilité d'utiliser l'IA pour construire la meilleure relation possible ?

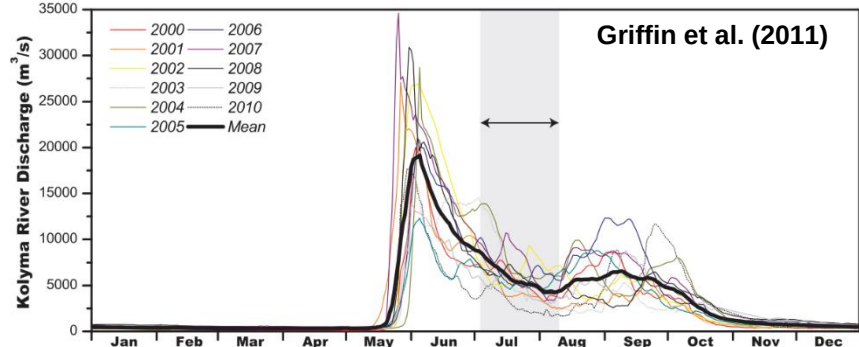
Besoin de mesures terrain pour valider ces modèles de CDOM

Sur les 6 bassins arctiques : utilisation des mesures du réseau ArcticGro

6 campagnes par an (tous les 2 mois)

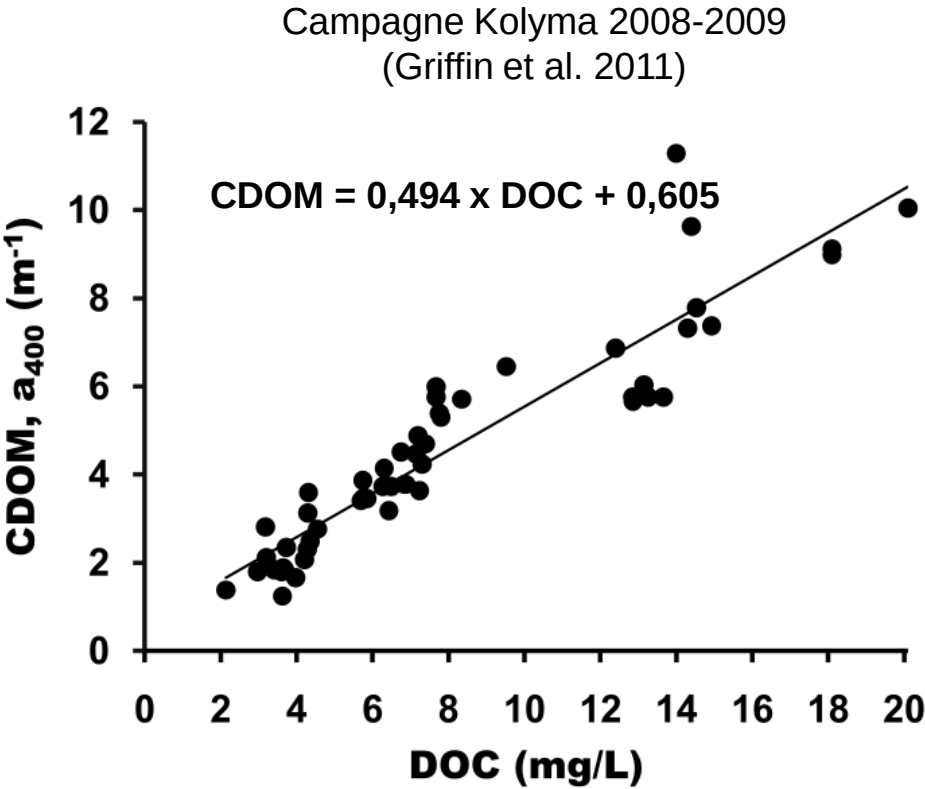
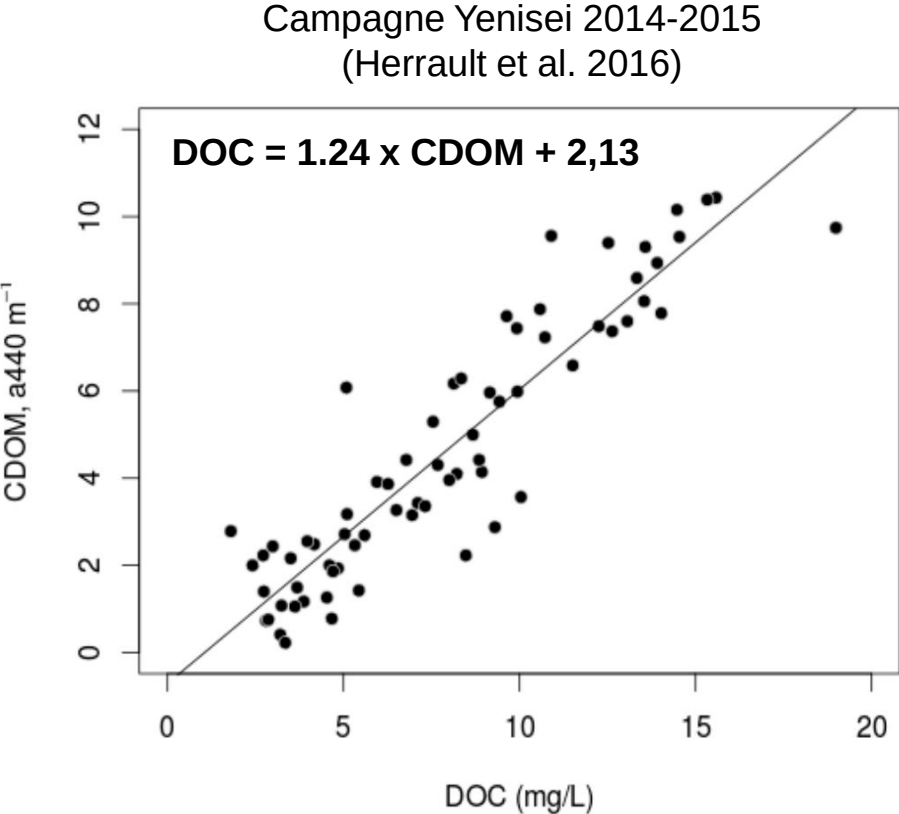
Difficulté : export de DOC maximal entre fin mai et début juin en période de débâcle (80 % du flux annuel)

Réseau de mesures ArcticGro



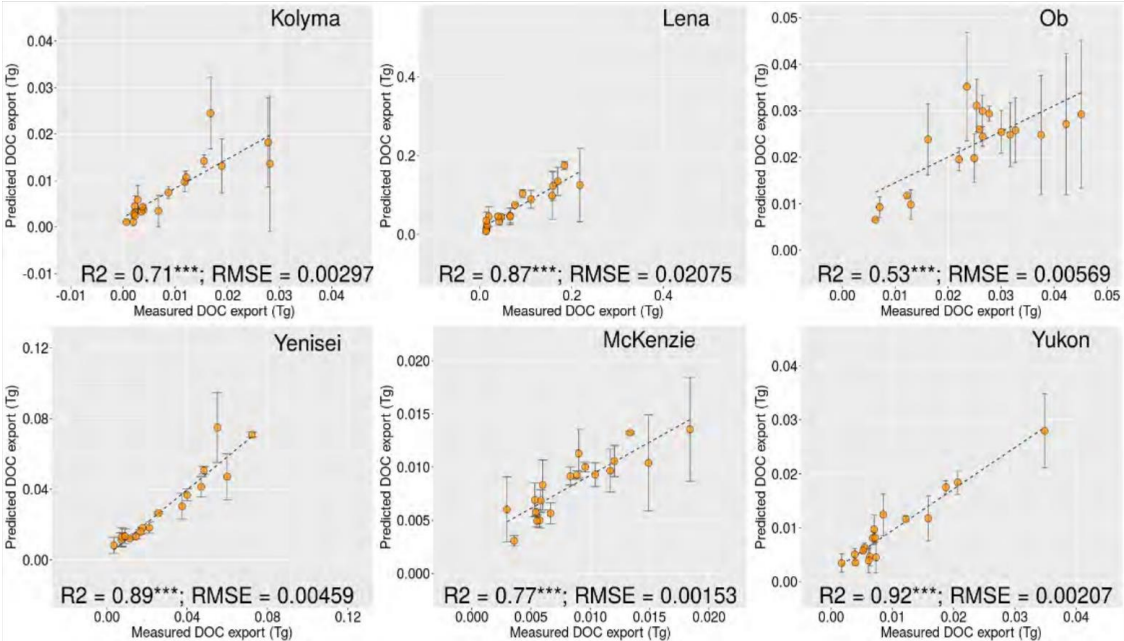
Besoin de mesures de terrain pour construire une relation CDOM / DOC
Différentes approches existent

• Approche linéaire

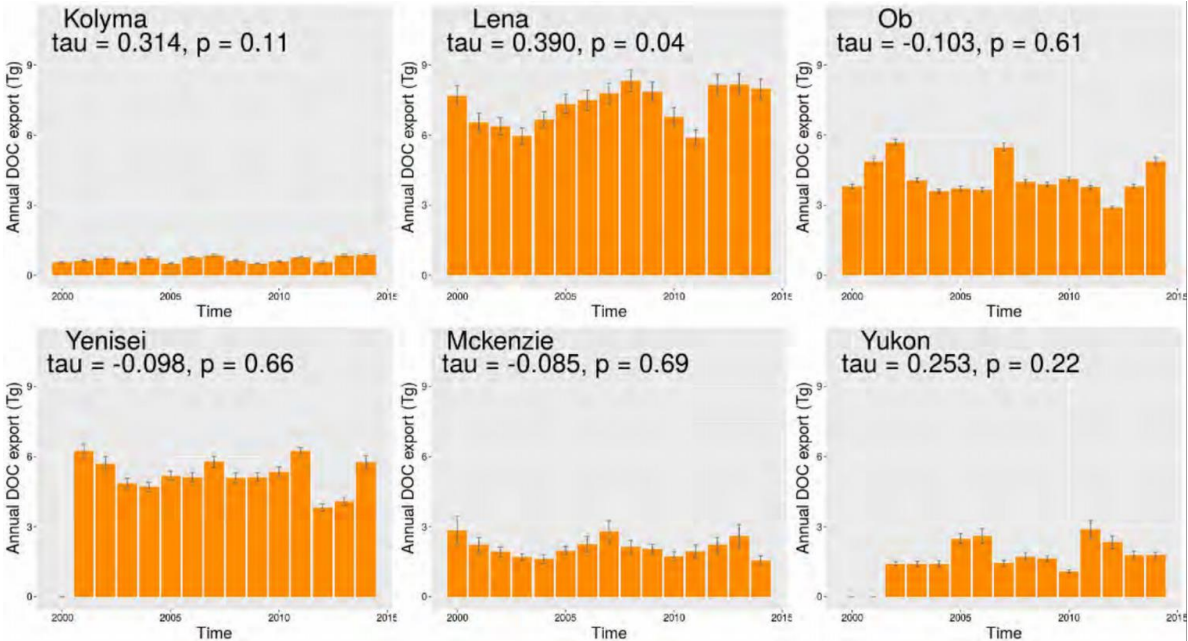


• Approche utilisant la pente spectrale du CDOM dans l’UV (applicable aux hautes latitudes?)

Inversion du DOC satellite MODIS 2000-2014 (P-A Herrault, 2017)



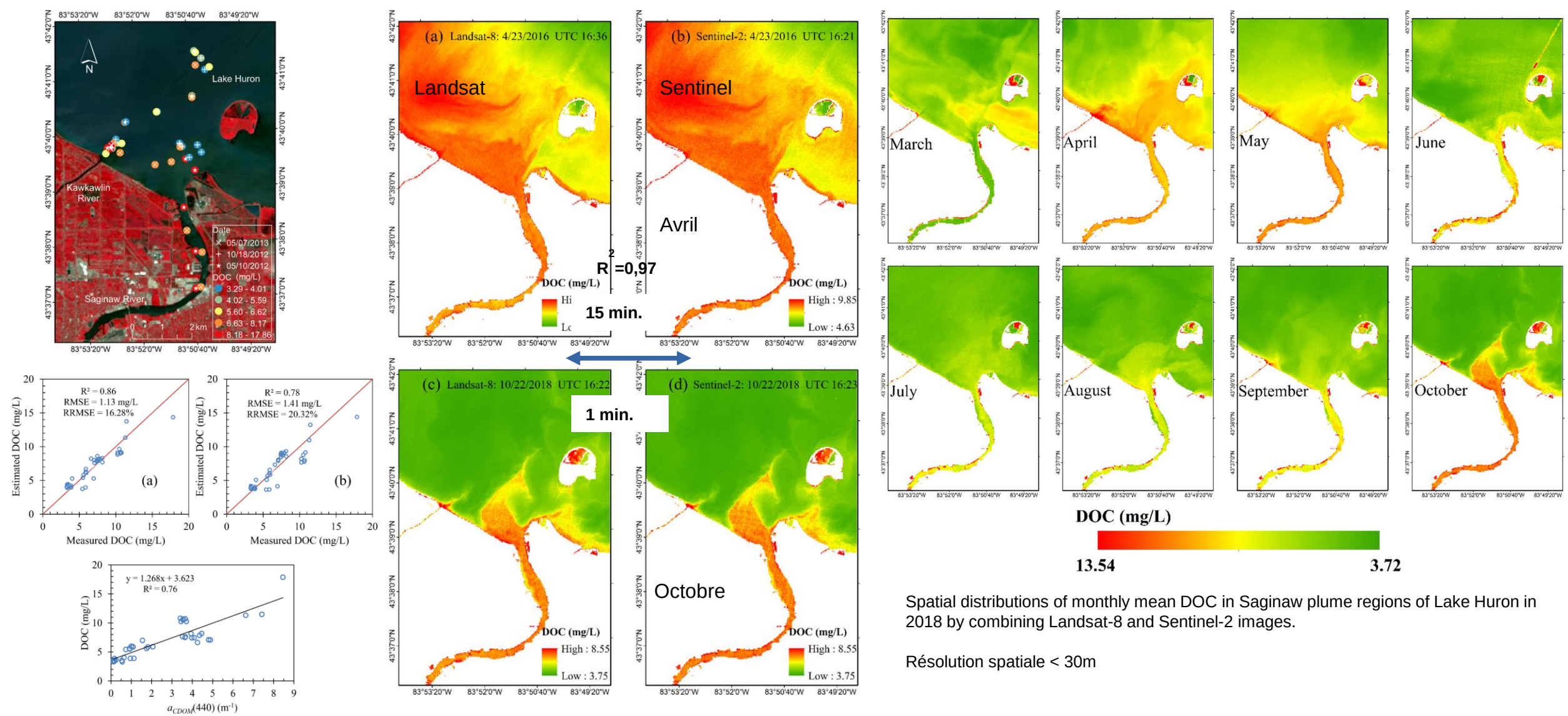
Corrélation entre les données mesurées de DOC du réseau ArcticGRO et les données inversées de DOC à partir des données MODIS.



Evolution de l'export de DOC de 2000 à 2014 obtenu à partir des données MODIS

En moyenne 54 scènes utilisables (sans nuages) furent trouvées par rivière et par an.
 Une tendance significative sur cette période a été détectée uniquement sur la rivière Lena.
 Flux annuel : **20,9 +- 1,5 Tg** de DOC dans l'océan arctique
 En accord avec les précédentes estimations de 18,1 Tg (Holmes et al., 2012) et de 16 Tg (Raymond et al.,2007).

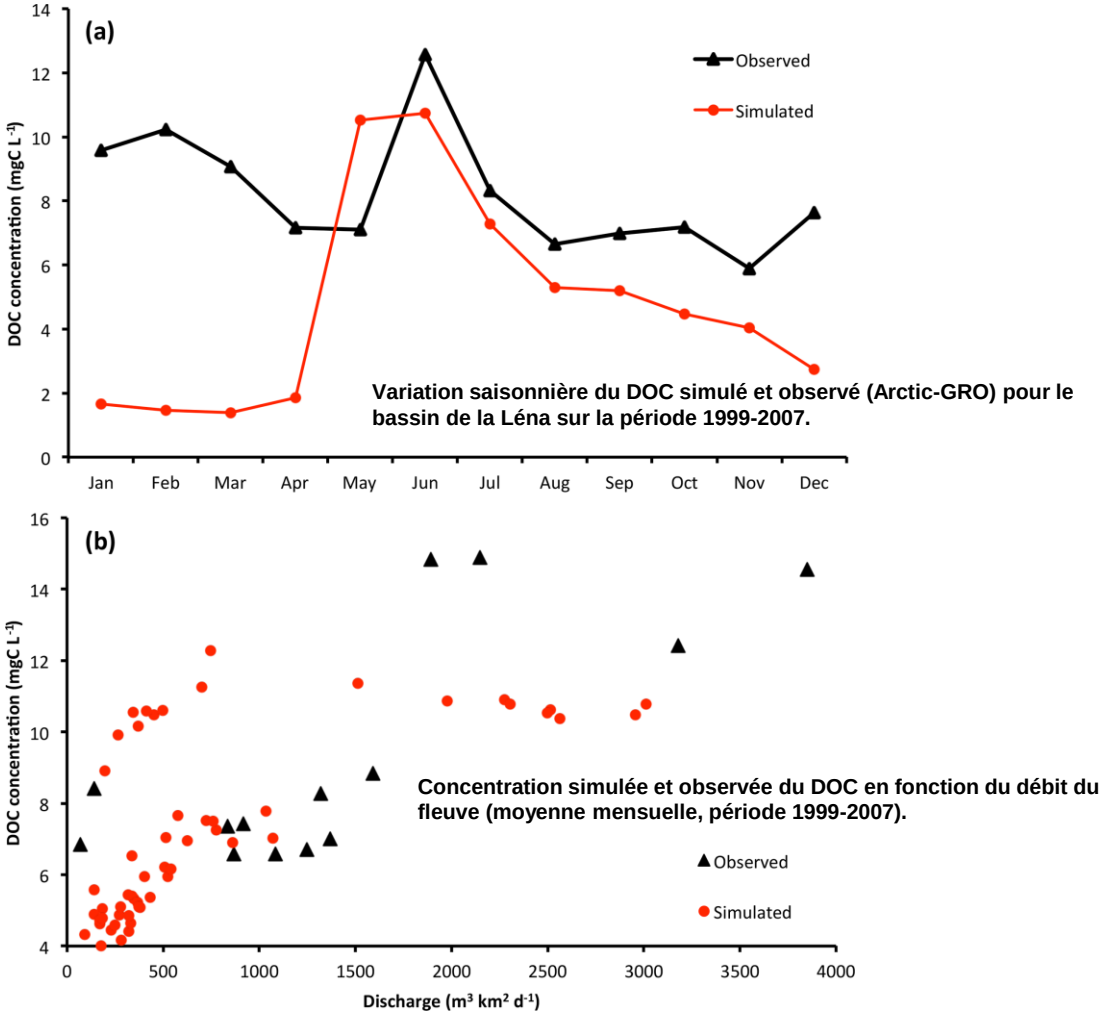
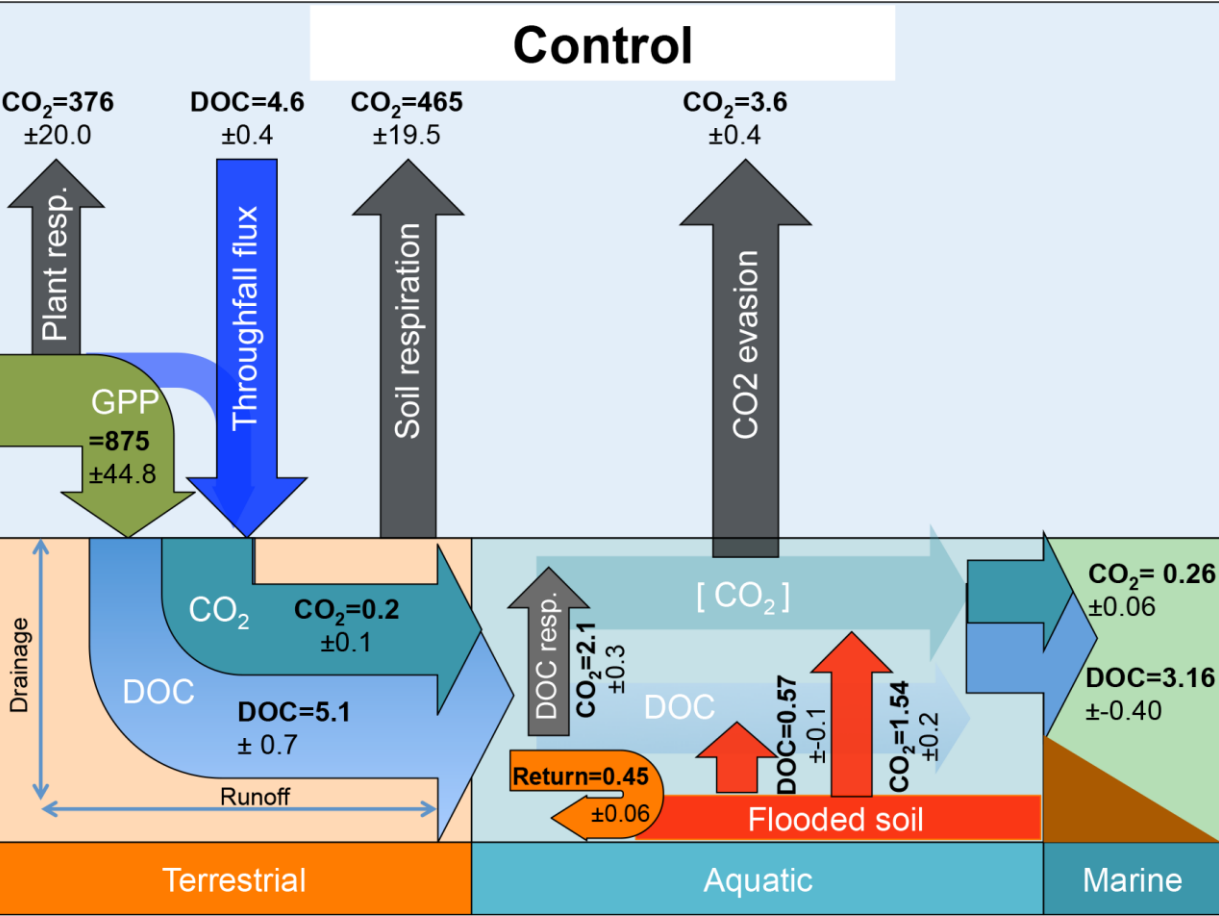
Inversion du DOC satellite Landsat 8 et Sentinel 2 (Chen et al., 2020)



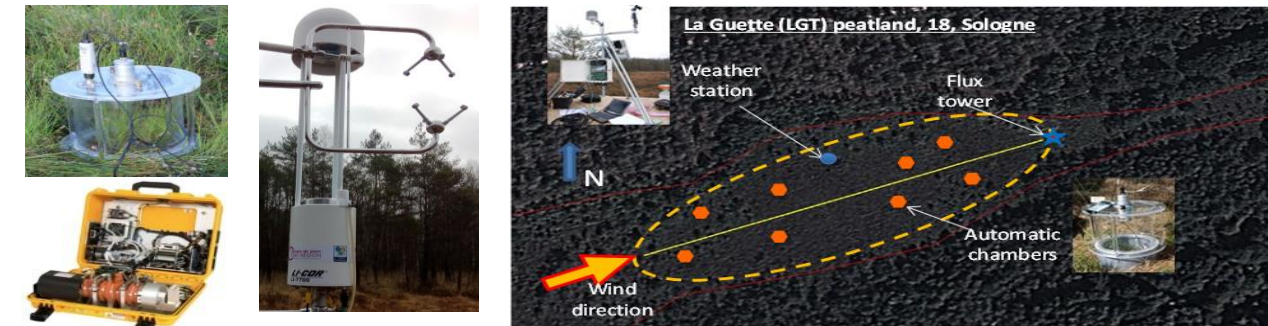
Modèle Orchidée-MICT-LEAK

Simon P. K. Bowring et al., (AMT, 2019) : ORCHIDEE MICT-LEAK (r5459), a global model for the production, transport, and transformation of dissolved organic carbon from Arctic permafrost regions – Part 2: Model evaluation over the Lena River basin

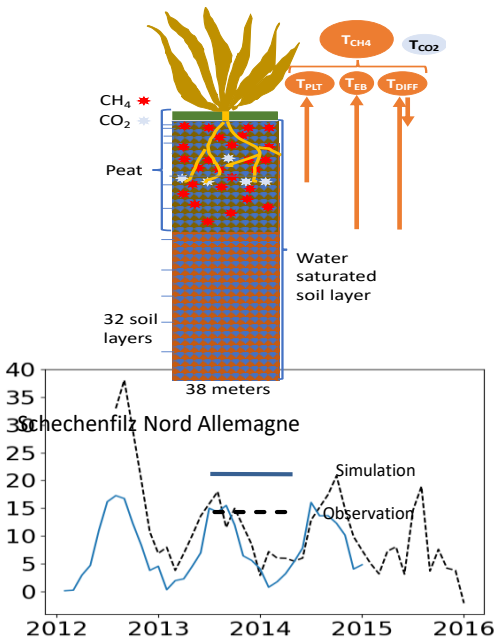
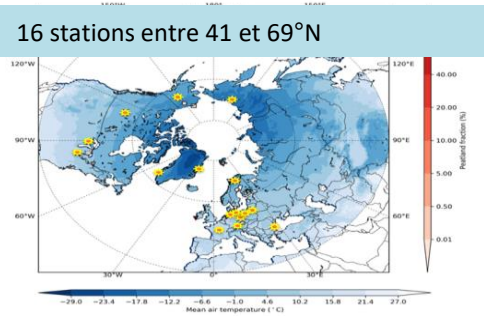
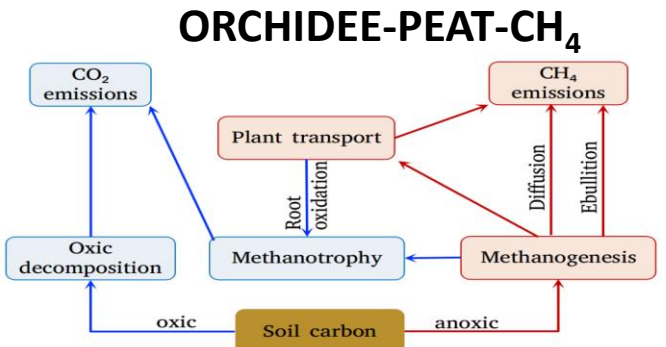
Principaux flux annuels de carbone (TgC.an⁻¹) moyennés sur la période 1998-2007



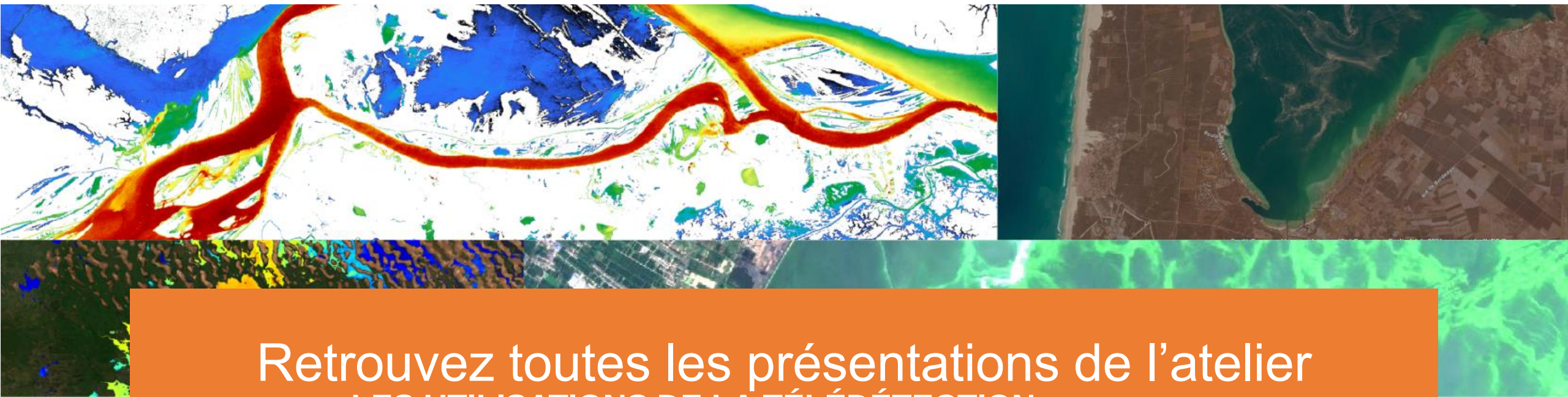
Mesures et modélisation des GES des tourbières



SNO-Tourbières



Elodie Salmon et al. (ACPD, 2021),
<https://doi.org/10.5194/gmd-2021-280>



Retrouvez toutes les présentations de l'atelier

LES UTILISATIONS DE LA TÉLÉDÉTECTION

POUR LA QUALITÉ DES EAUX CONTINENTALES ET AUX
INTERFACES

sur www.theia-land.fr/eaux21

