

# Les changements d'occupation du sol : *Un survol des impacts climatiques et hydrologiques*

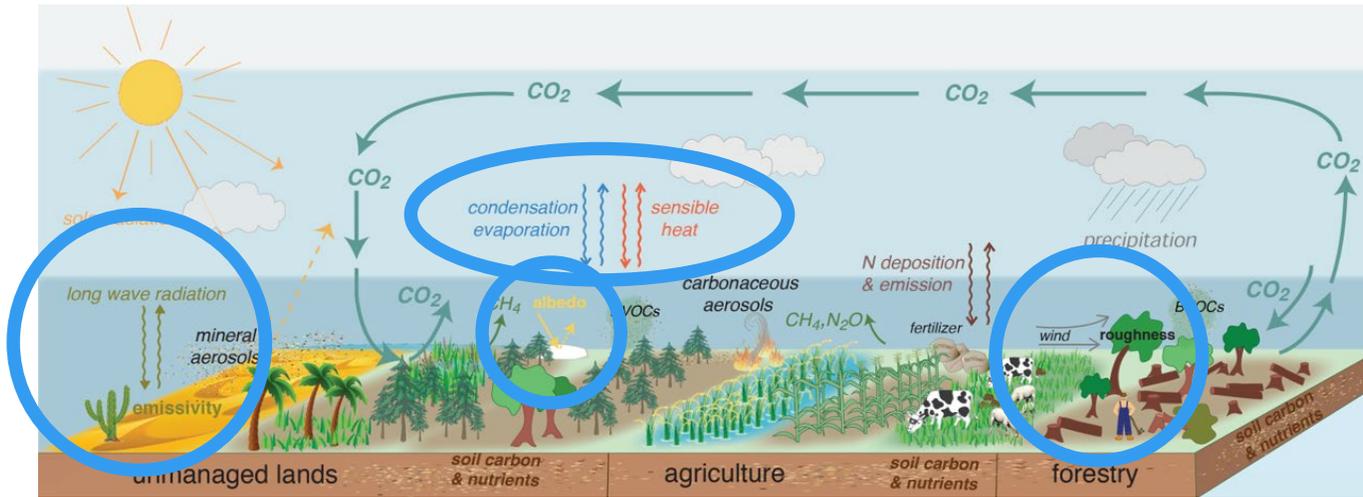
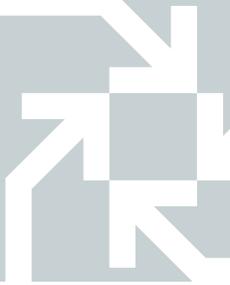
Olivier Asselin, Martin Leduc & Dominique Paquin

Symposium Ouranos, 29 janvier 2025

Collaborateurs: Biljana Music, Michel Giguère, Melissa Bukovsky, Katja Winger, Alejandro di Luca, Emma Peronnet, Bruno Lecavalier, Jan Wohland, Juliette Goulet, Alexis Berg, Peter Hoffmann, Vanessa Reinhart, Nathalie de Noblet-Ducoudré, Diana Rechid, Ralf Ludwig, Richard Turcotte, William Gutowski, Anne-Sophie Daloz, Annie Poulin



# Contexte & Objectifs



## COS

*Changements d'occupation du sol*

## Effets biophysiques

*modification des transferts en énergie et en eau entre la surface et l'atmosphère*

## MRC

*Modèle régional du climat*

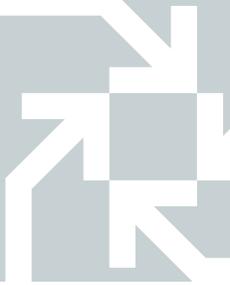
*contexte*

**Paradoxe:** bien que les **effets biophysiques** peuvent dominer à l'échelle locale, les **MRCs** opérationnels ignorent les **COS** (champs de végétation statiques)

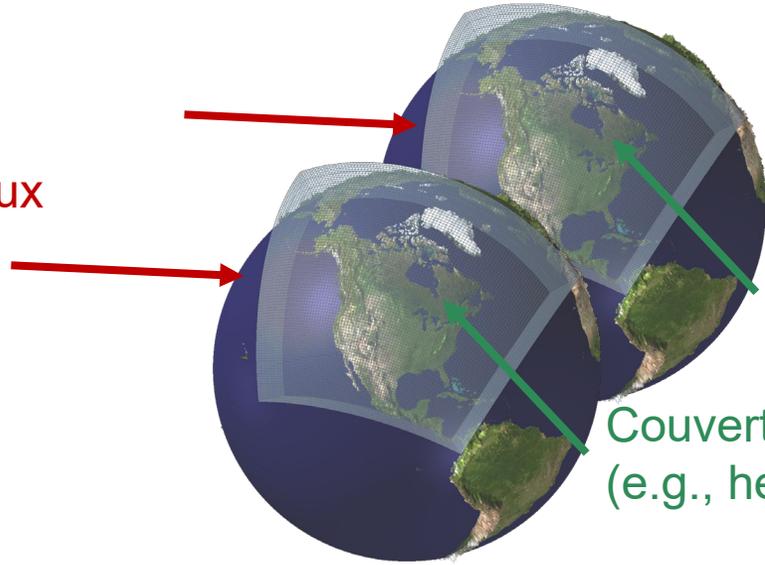
*objectifs*

- 1) Approfondir notre **compréhension** des effets climatiques des **COS**
- 2) Évaluer la **performance** du MRCC5-CLASS quant à la représentation des **COS**
- 3) Poser les bases pour l'**implémentation** des **COS** au sein des **MRCs** opérationnels

# Méthodologie générale



**Forçage aux frontières**  
via jeux de données globaux  
(e.g. ERA5, MPI-ESM...)



Couvert de sol 2  
(e.g., forêts seulement)

Couvert de sol 1  
(e.g., herbes seulement)



Sortie 2



Sortie 1



Mise à l'échelle dynamique avec un MRC  
(e.g., MRCC5-CLASS)

Effets de LUC  
(e.g., boisement)

Générer un ensemble de simulations régionales avec différentes combinaisons de **COS** & **GES**

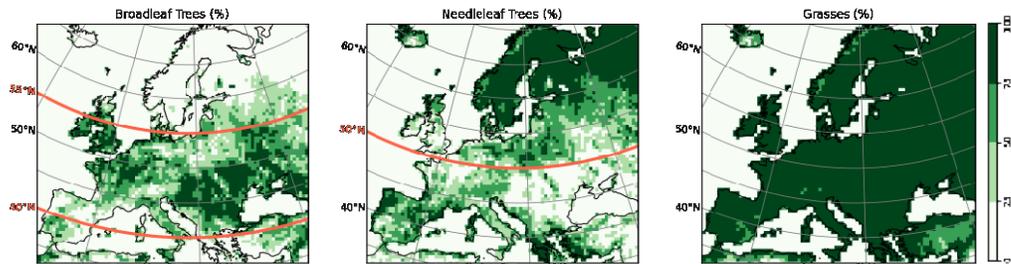
*plan*

**Phase I : Boisement/déboisement complets**

**Phase II: Scénarios réalistes de COS & GES**

# Description des ensembles produits

## Phase I: (dé)boisement extrême

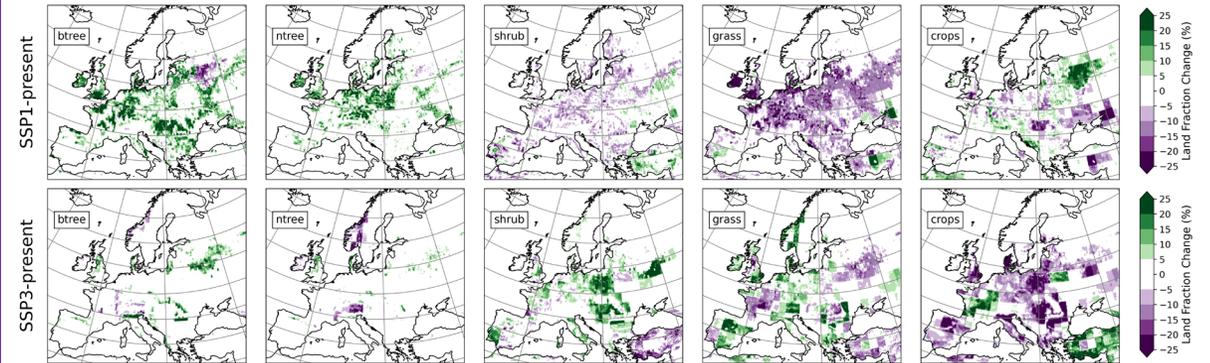


Asselin et al. (2022)

Buts:

- Tester la **sensibilité** du modèle à des **COS** extrêmes
- **Comparaison** avec d'autres modèles (LUCAS)

## Phase II: scénarios réalistes



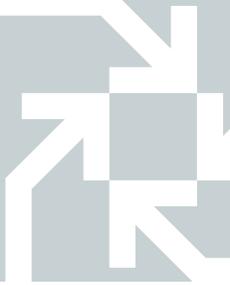
Asselin et al. (2024)

But:

- **Quantifier** les effets des **COS** & **GES** sur le climat et l'hydrologie pour des scénarios plus plausibles.

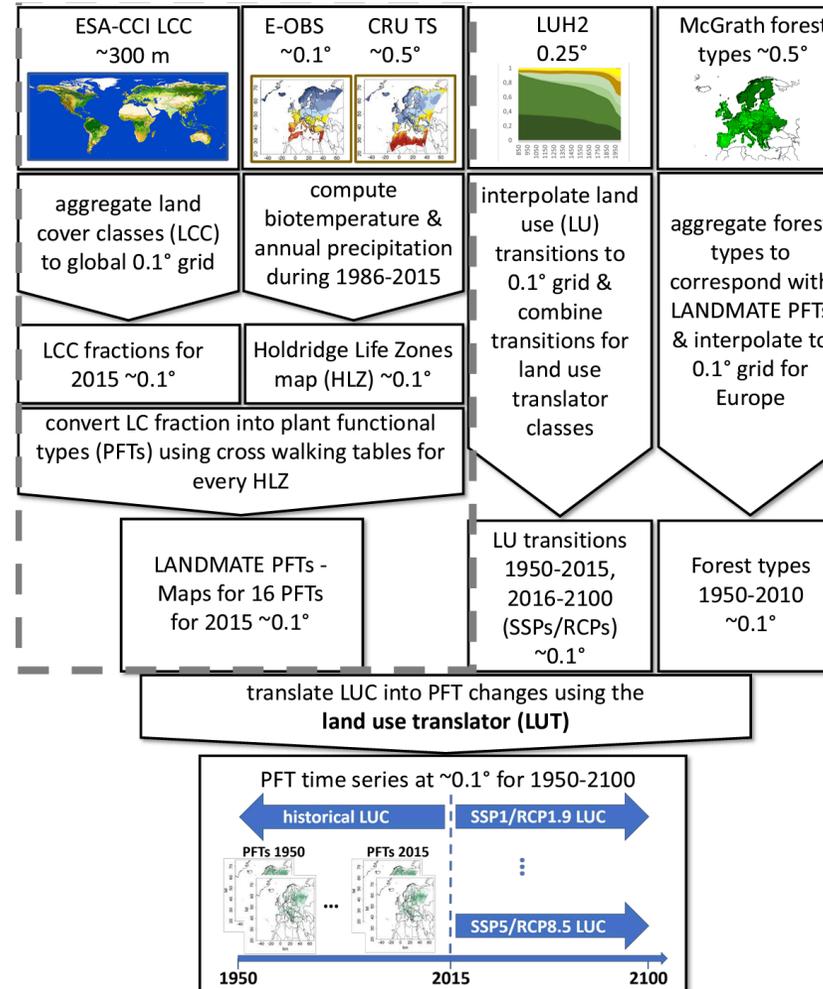
FOREST, GRASS & EVAL		Land Covers		1950, 2015, SSP1-2100, SSP3-2100
ERA Interim (only present climate)		Forcing		ERA5, MPI-ESM (present and future climate)
EU & NA		Continents		EU & NA
0.44°		Resolution		0.11°
6 simulations		Ensemble		48 simulations
5 Tb		Dataset		500 Tb

# Développement de nouvelles cartes de végétation



## LANDMATE:

- Basé sur les cartes d'**ESA-CCI**
- Cohérent avec les projections de **LUH2** pour les changements d'occupation des terres
- Dépend des **Holdridge Life Zones**
- PFTs conçus pour l'usage immédiat des MRCs
- Séries temporelles de **1950 à 2100** pour tous les **SSPs**.
- **Disponibles en ligne** pour l'Europe et l'Amérique du Nord

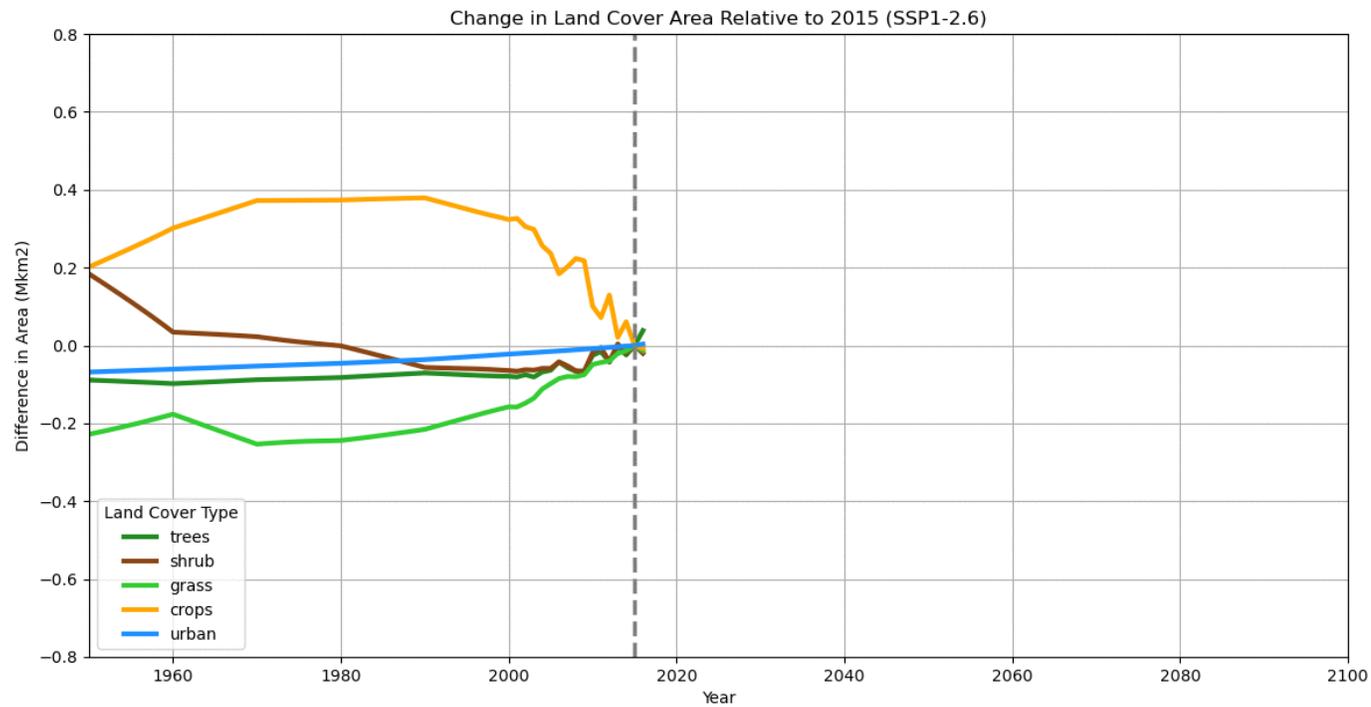
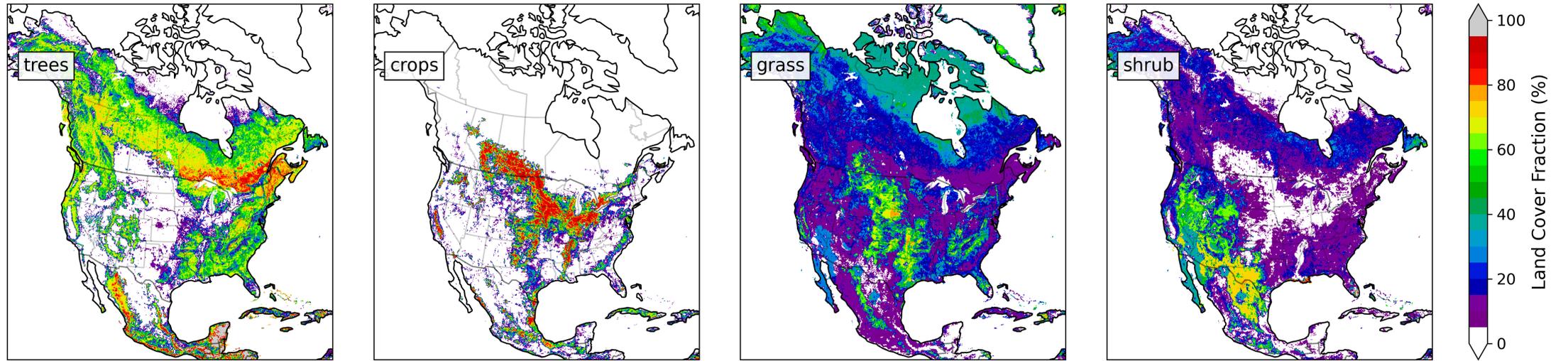


Peter Hoffmann



Vanessa Reinhart

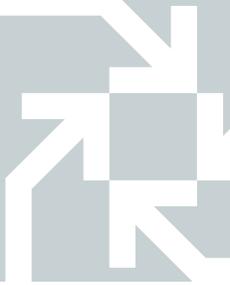
# SSP1-2.6, year=2016



## SSP1-2.6

- Forte expansion des forêts
- Pertes en herbes et arbustes
- Signal mixte pour les cultures

# Phase II: ensemble de simulations



Land covers / GHG	present	SSP1-2.6	SSP3-7.0
present	$G_p^1 L_p$	$G_1^1 L_p$	$G_3^1 L_p$
SSP1-2.6		$G_1^1 L_1$	
SSP3-7.0			$G_3^1 L_3$

Earth System Model-Driven Runs, members X=1 to 4.

\*Effets des LUC dans le climat futur

\*Effets des GES

Land covers / GHG	present
historical	$G_p^R L_h$
present	$G_p^R L_p$
SSP1-2.6	$G_p^R L_1$
SSP3-7.0	$G_p^R L_3$

Reanalysis-Driven Runs

\*Effets des LUC dans le climat présent

# CAS SPÉCIFIQUE: L'EUROPE SELON LE SCÉNARIO SSP1-2.6

## ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS

### LETTER

# Blue in green: forestation turns blue water green, mitigating heat at the expense of water availability

Olivier Asselin<sup>1,\*</sup> , Martin Leduc<sup>1</sup> , Dominique Paquin<sup>1</sup> , Nathalie de Noblet-Ducoudré<sup>2</sup>,  
Diana Rechid<sup>3</sup>  and Ralf Ludwig<sup>4</sup> 

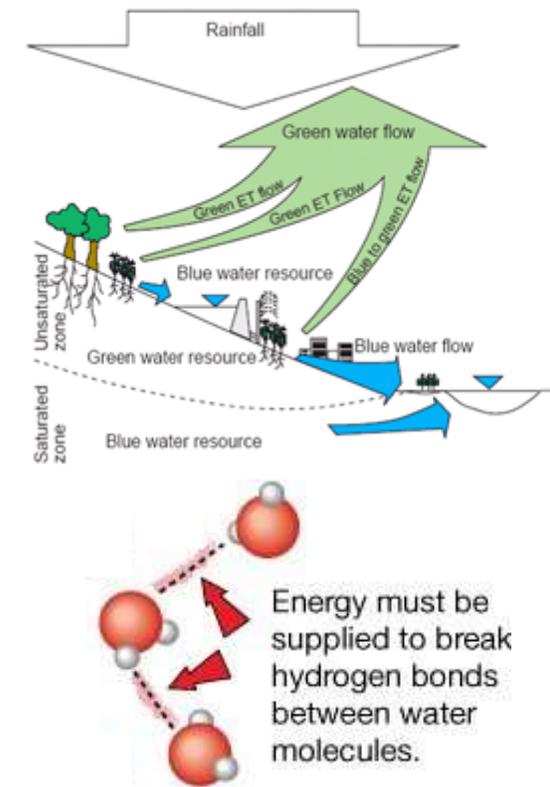
<sup>1</sup> Ouranos, Montréal, Canada

<sup>2</sup> Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Gif-sur-Yvette, France

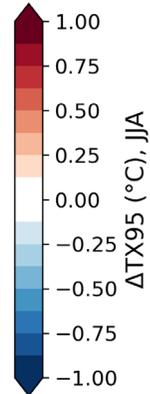
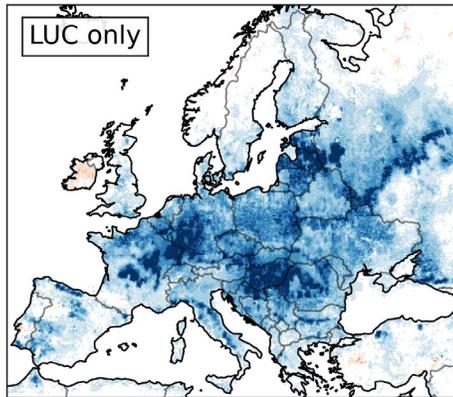
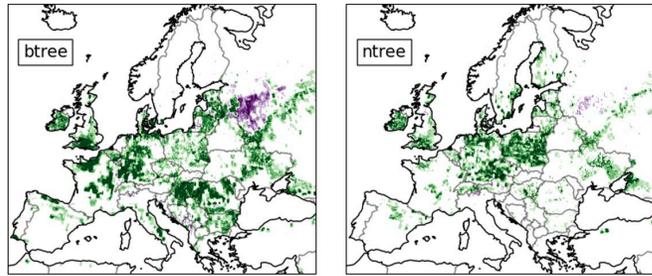
<sup>3</sup> Climate Service Center Germany (GERICS), Helmholtz-Zentrum Hereon, Hamburg, Germany

<sup>4</sup> Ludwig-Maximilians University, Munich, Germany

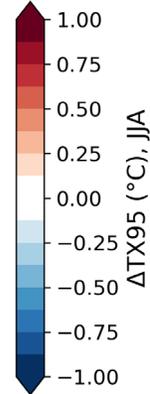
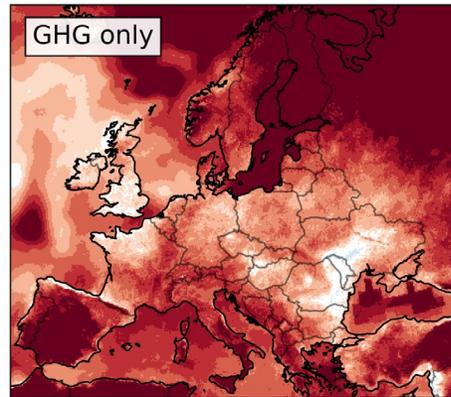
\* Author to whom any correspondence should be addressed.



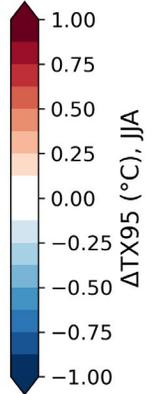
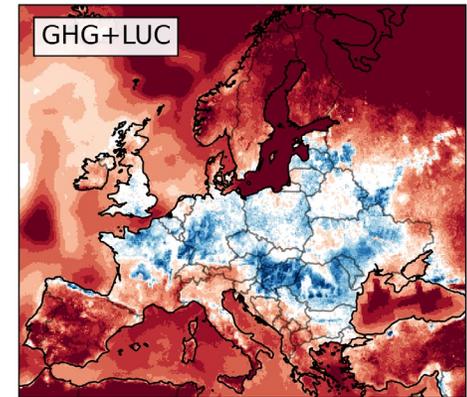
# LE BOISEMENT ATTÉNUÉ LES VAGUES DE CHALEUR ESTIVALE



+



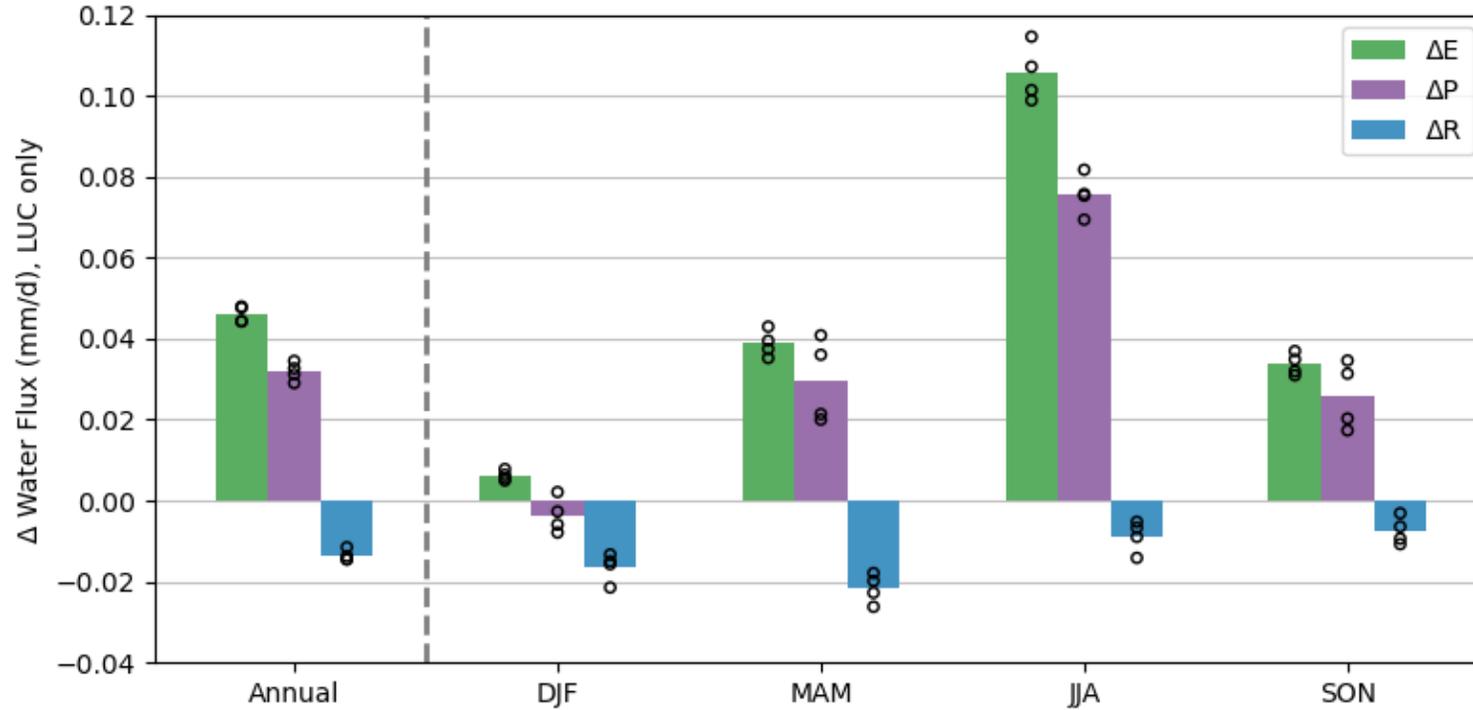
=



**Vagues de chaleur moins intenses** à la fin du siècle pour ~50% des Européens!

# BILAN D'EAU

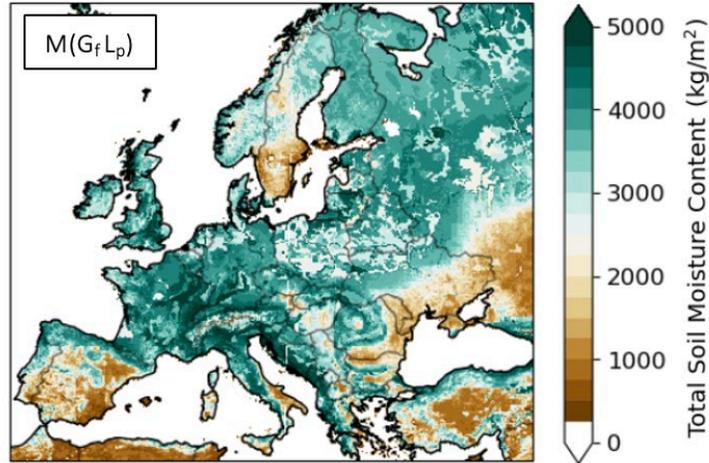
## Effets des LUC sur le cycle de l'eau



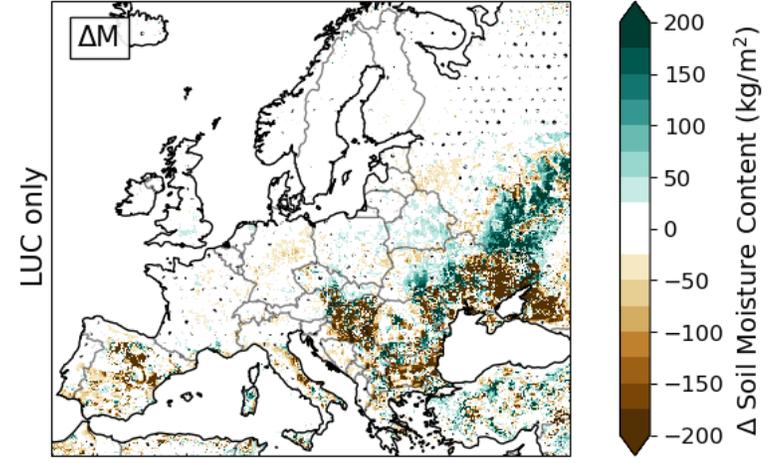
Les LUC augmentent les flux d'eau verte (E) plus que le recyclage de précipitations (P): les flux d'eau bleue (R) sont donc réduits.

# ET LES SOLS?

## Humidité des sols (climatologie)

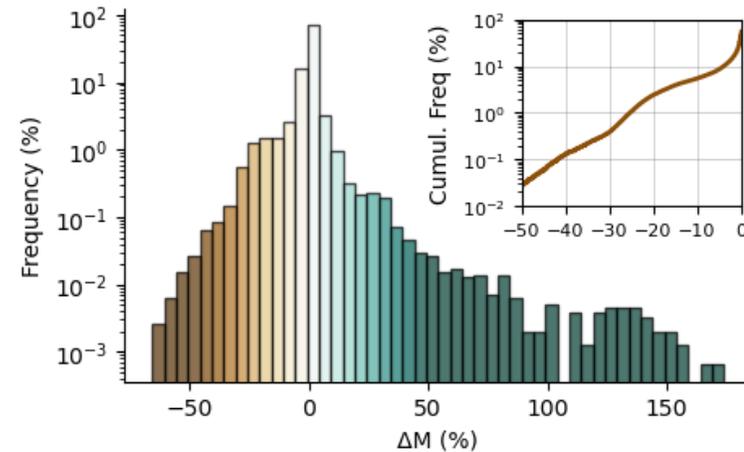


## Changement relatif



Les régions déjà sèches subissent les changements les plus importants

1% des regions s'assèchent de 25%!  
0.1% par plus de 40%!



## EN BREF

- Pas qu'une question de **GES** : les **COS** peuvent avoir des impacts significatifs sur les températures (surtout extrêmes), le cycle de l'eau et le bilan d'énergie.
- Cas spécifique: SSP1-2.6 en Europe (Asselin et al. 2024)
  - L'effet des **COS** > **GES** : vagues de chaleur moins intenses à la fin du siècle grâce à l'évapotranspiration
  - Le recyclage des précipitation (P) ne suffit pas à compenser l'augmentation des flux d'eau verte (E). Les flux d'eau bleue (R) sont réduits. Dans certaines régions déjà sèches, ceci peut causer un assèchement.
  - Le boisement implique un dilemme entre eau bleue/verte, soit entre rafraîchissement et disponibilité en eau.
- Travaux en cours / à venir:
  - Impact des **COS** sur le cycle de l'eau en Amérique du Nord (*voir affiche de J. Goulet*)
  - Impacts des **COS** en hydrologie (A. Poulin et al.)
  - **COS** et vents (projet en cours de planification)
  - Approfondir les mécanismes liant **COS** et précipitations (B. Lecavalier et stage d'été 2025)
  - Amélioration du modèle (cartes LANDMATE, implémentation de CLASSIC, **COS** et TEB)



Merci!

Contact:  
[asselin.olivier@ouranos.ca](mailto:asselin.olivier@ouranos.ca)

