

# Downscaling Climate Models

---

Par: Santiago Gomez,  
Émulie Chhor,  
Jeremy Qin,  
Francisco Lopez ,  
Diego Gonzalez

# Contenu de la présentation

1. Introduction
2. Traitement des données
3. Méthodes et Modèles
4. Analyse des résultats
5. Conclusion

# Introduction

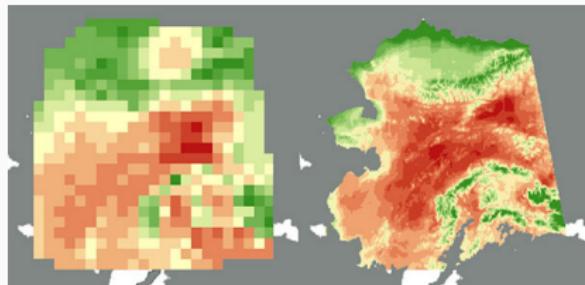
---

# Mise en contexte

- Que sont les modèles climatiques?
- Outils computationnels pour simuler le système climatique de la Terre
- Plusieurs facteurs: temp. atmosphérique, pression, vent, humidité etc...
- Utilités: prédictions du réchauffement climatique!



# Qu'est-ce que le downscaling?



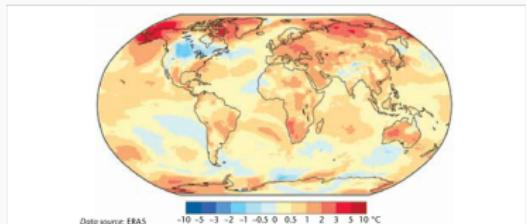
- Objectif: réduire l'échelle de l'output des données climatiques
- a.k.a : Meilleure résolution des prédictions faites par nos modèles climatiques
- idéal pour des organismes locaux (gouvernements, organisations régionales etc...)
- Hypothèse: combiner des données climatiques avec des données spatiales améliorera la performance.

## Traitement des données

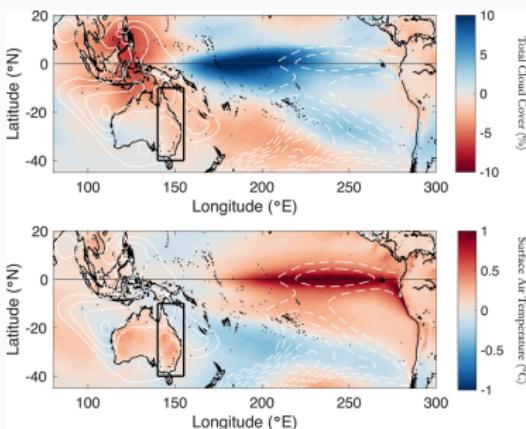
---



- Données climatiques globales, initiative européenne.
- Soutenu par le European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
- Données satellitaires par Copernicus



Source: <https://tinyurl.com/yckk6sf8>



Source: <https://tinyurl.com/2sdhshne>

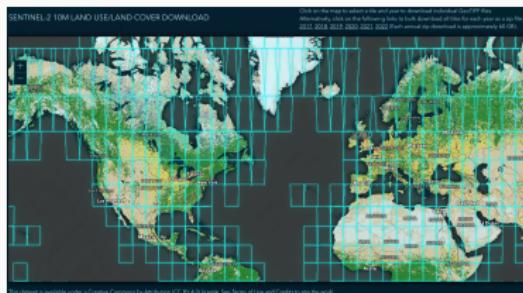
ERA5

Source: <https://tinyurl.com/2xnbmwwh>

# ESRI-Sentinel 2



Source: <https://tinyurl.com/yhaec2ts>

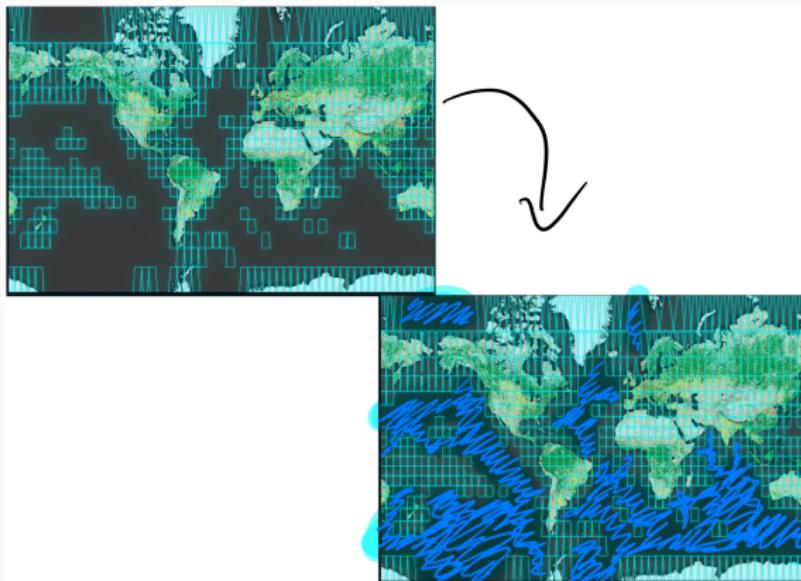


Source: <https://tinyurl.com/y6xs5zkk>



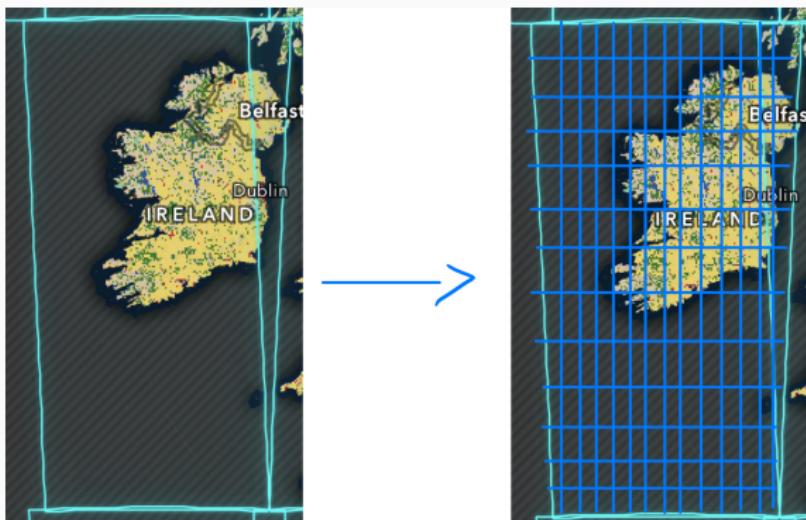
- Données climatiques régionales, collaboration privée/publique.
- Soutenu par ESRI (compagnie américaine)
- Données satellitaires par Copernicus

# Construction de la carte de couverture (landcover)



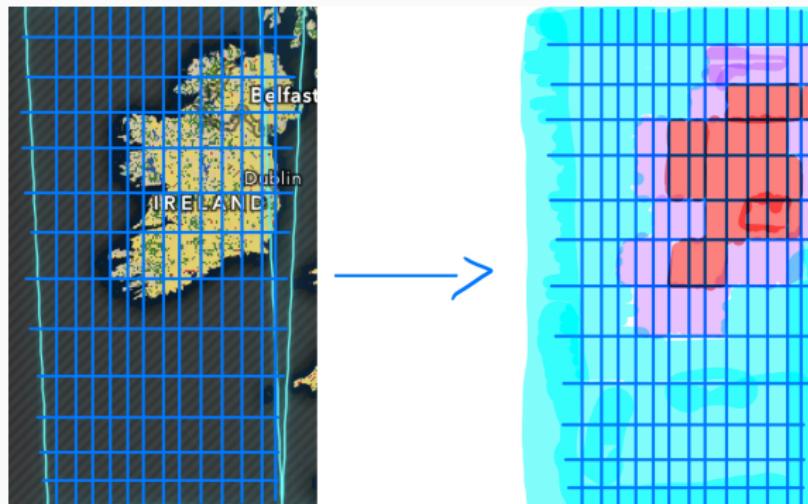
Remplir les tuiles vides

# Construction de la carte de couverture (landcover)



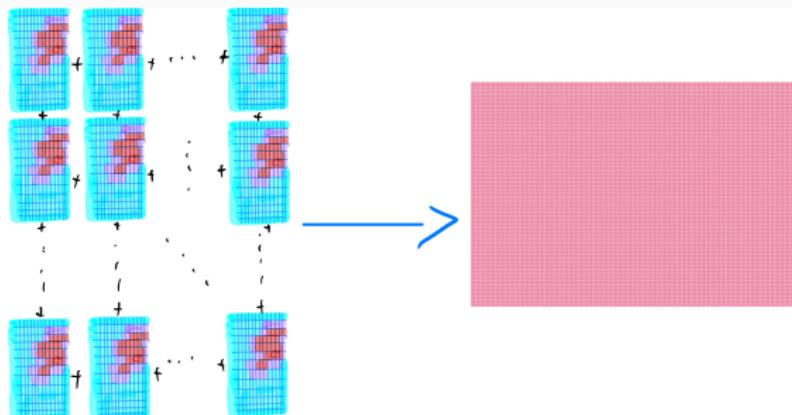
Segmentation des images hyper-haute résolution

# Construction de la carte de couverture (landcover)



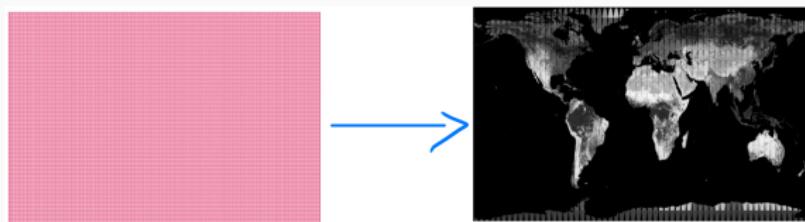
Moyenne des segments

# Construction de la carte de couverture (landcover)



Concaténation des moyennes

# Construction de la carte de couverture (landcover)



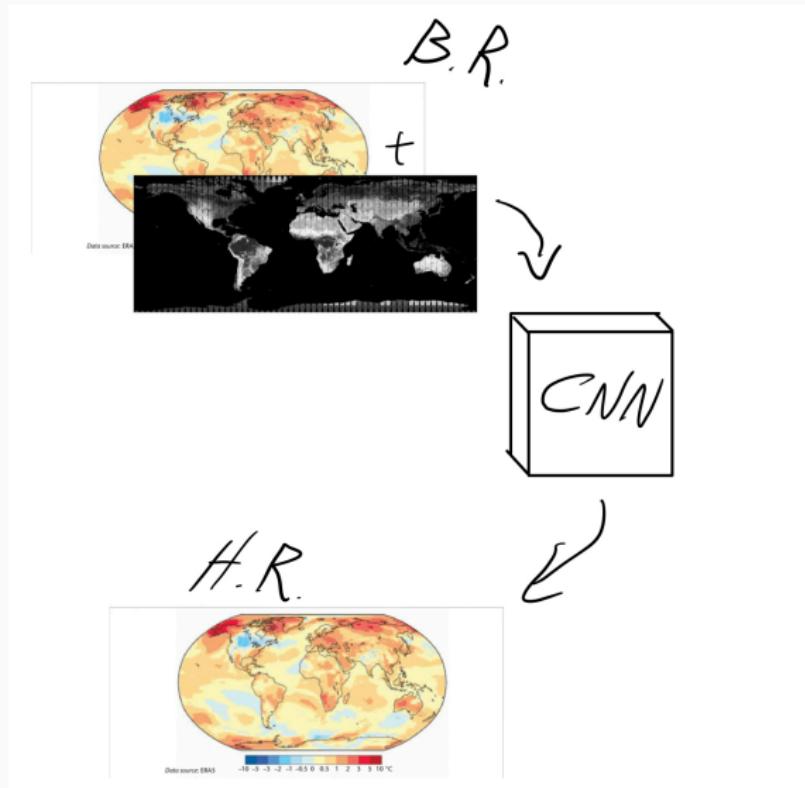
Reconstruction de l'image

## Construction de la carte de couverture (landcover)



Construction du modèle global joint

# Intégration des données géo-spatiales



Intégration des données au modèle

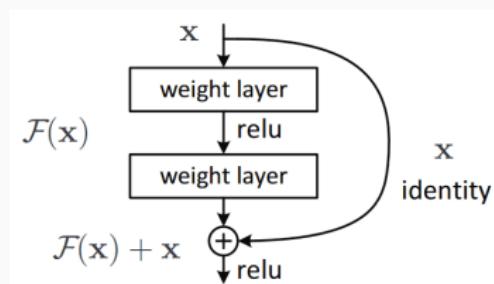
## Méthodes et Modèles

---

- Perceptron multicouche ne sont pas idéales pour le traitement d'images
- Réseaux de neurones convolutionnels (CNN)
  - Capturer la structure spatiale
  - Réduire la dimensionnalité
  - Partage de paramètres
- Différents types de CNN
  - ResNet
  - UNet

# ResNet (Residual Network)

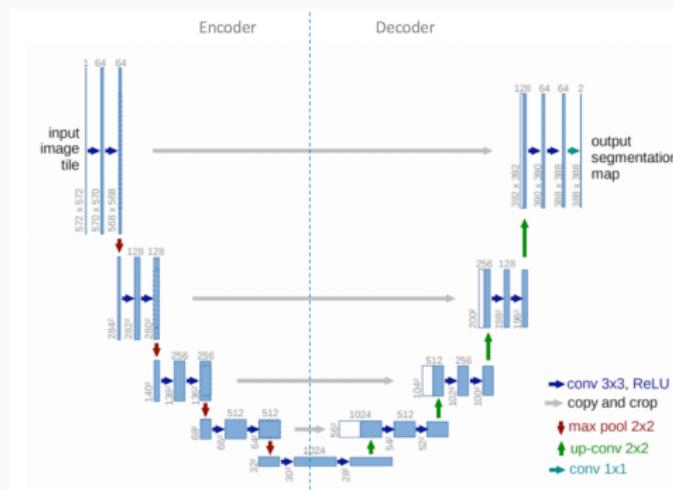
- Adresse le problème de la disparition des gradients dans les réseaux très profonds (vanishing/exploding gradient)
- Solution: Connection résiduelles (skip connections)
- Permet l'information de sauter d'une couche à une autre



Source: <https://arxiv.org/pdf/1512.03385.pdf>

# UNet

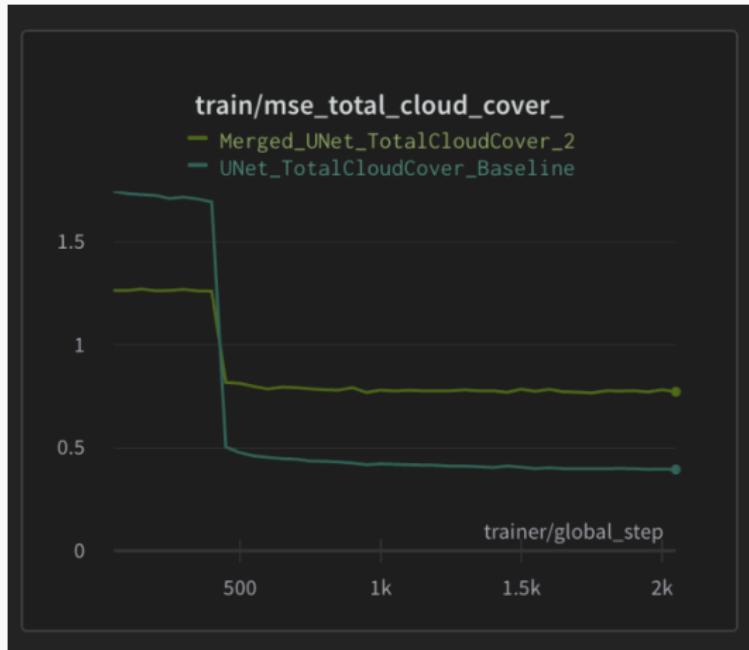
- Structure d'un encodeur-décodeur
- Encodeur encode l'image en entrée en des représentations de caractéristique de dimensions plus petites
- Décodeur consiste en des couches de convolution transposée qui augmentent la résolution spatiale suivi de couche de convolution



## Analyse des résultats

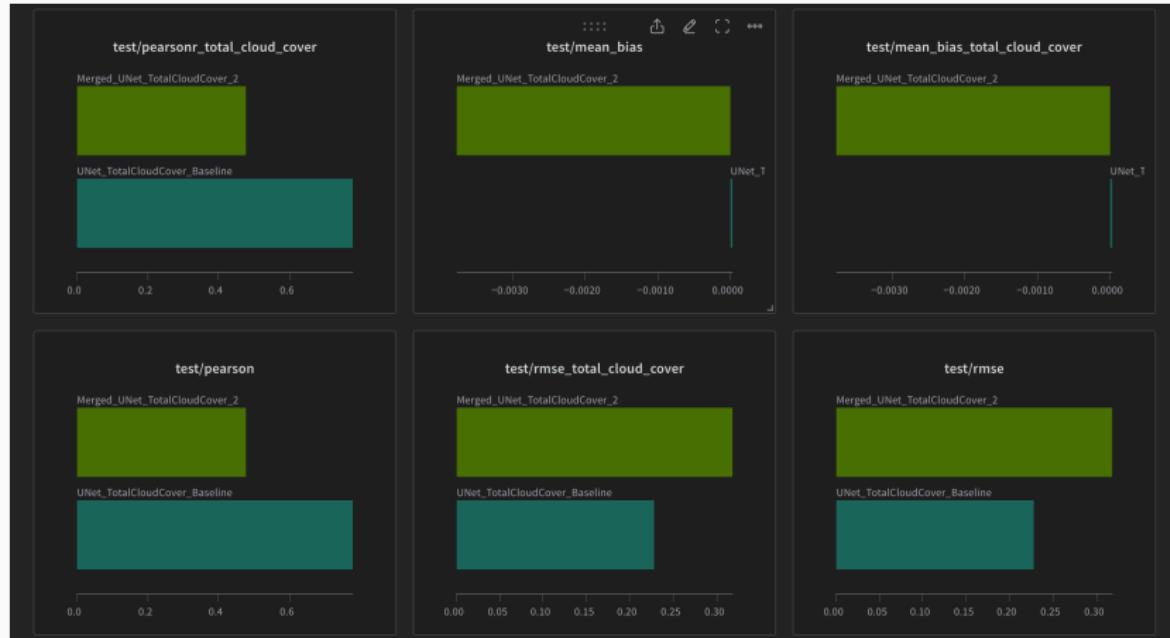
---

# Resultats total cloud cover



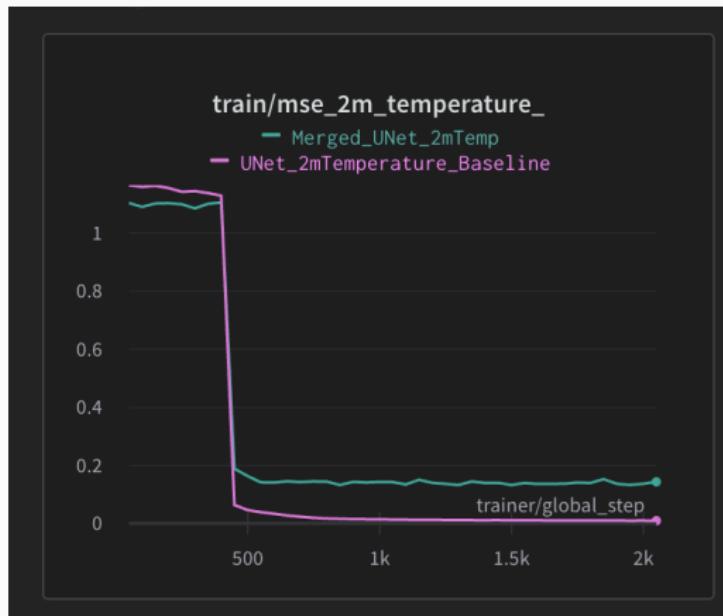
Train loss sans landcover vs avec landcover

# Resultats total cloud cover



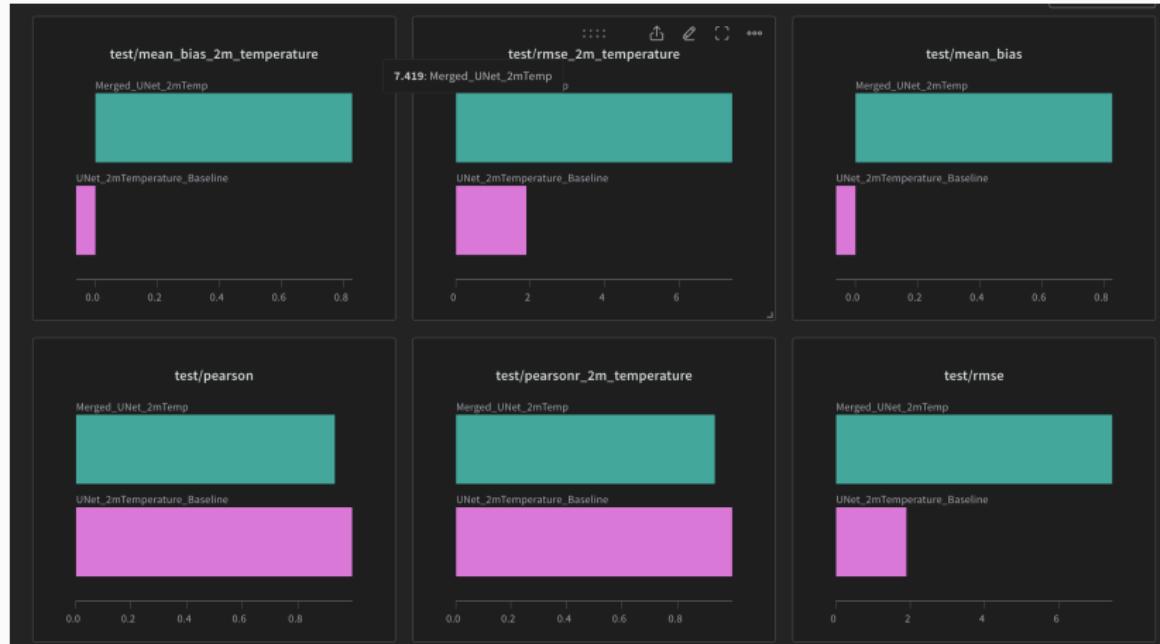
resultats test sans landcover vs avec landcover

# Réultats température 2M



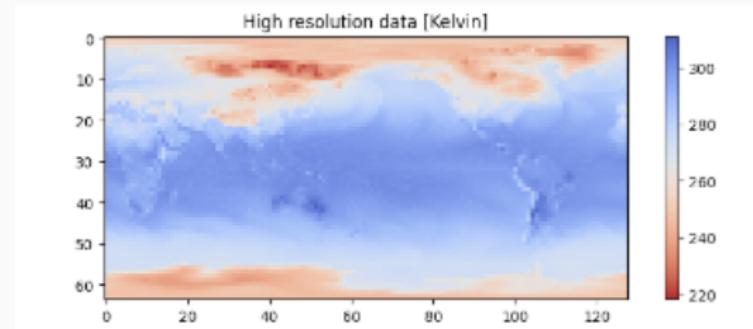
resultats test sans landcover vs avec landcover

# Réultats température 2M



resultats test sans landcover vs avec landcover

# Mauvaise idée ou mauvaise exécution?



données mal positionnées



- Défavorable unification des données
- Nos nouveaux données génèrent du bruit

Source: <https://tinyurl.com/y6xs5zkk>

## Tout n'est pas perdu heureusement :)

- On a réussi à réduire les dimensions des données ESRI et les adapter au ERA5
- On a réussi à modifier l'architecture de nos modèles pour prendre en compte les données avec le landcover
- Est ce qu'on obtiendra meilleurs résultats?

## Conclusion

---

- Méthodologie
  - Intégration de données de couverture pour réduire le biais du à l'homogénéité spatiale
- Code et traitement des données
  - Création de la carte avec ESRI
- Résultats
  - Ajout des données de couverture: Amélioration (à vérifier)

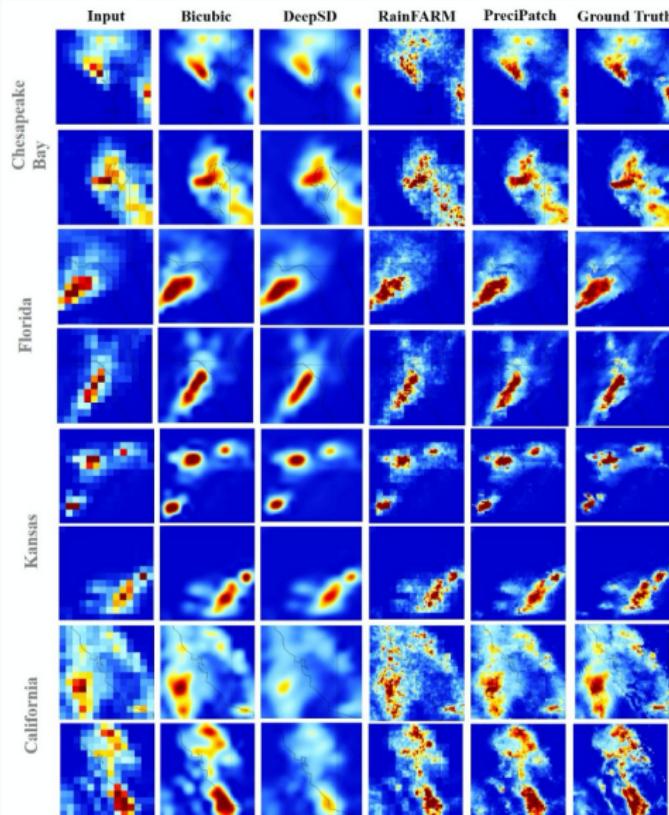
## Limitations

---

- Données régionales indisponibles
- Assume que landcover ne change pas
- Difficulté d'interprétation

- Données
  - Intégration de données géospatiales et d'imagerie satellite
  - Downscaling régional plutôt que mondial
- Modèles
  - Climate-Learn ViT: Vision Transformers
  - Modèles non-supervisées: GANs, VAEs
- Interprétation
  - Identification des biais et faiblesses avec des cartes de saillance (*saliency maps*)

# Saliency Map



## Références

-  <https://climate.mit.edu/explainers/climate-models>
-  <https://ncas.ac.uk/learn/what-is-a-climate-model/>
-  <https://www.ipcc.ch/sr15/>
-  <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/>

# Annexes

