

Modélisation climatique et prévision saisonnnière

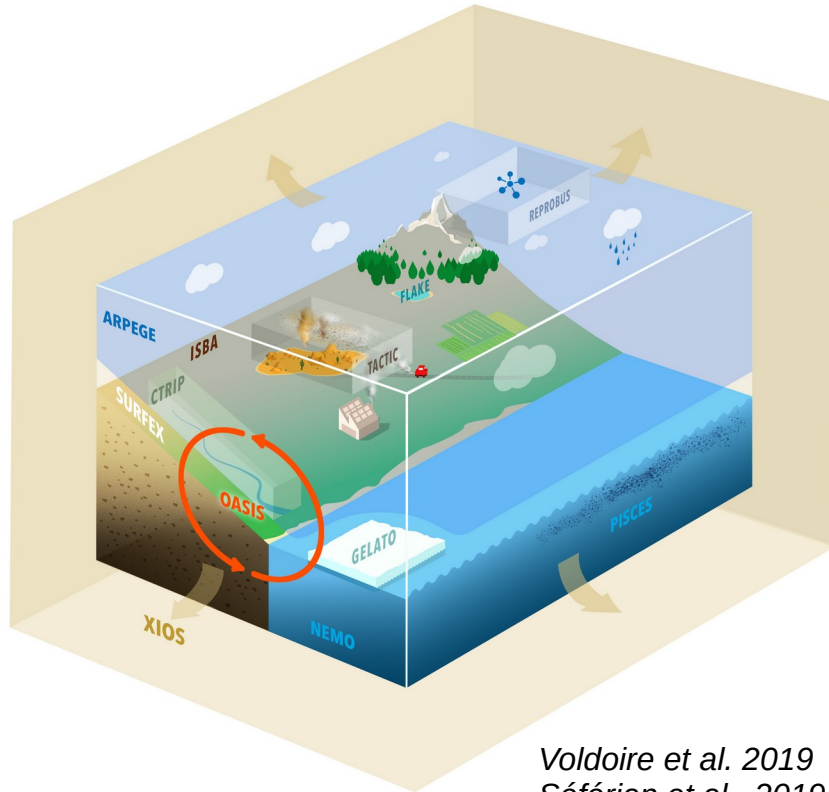


Aurore Voldoire et des collègues du CNRM

aurore.voldoire@meteo.fr

CNRM, Météo-France/CNRS, Toulouse

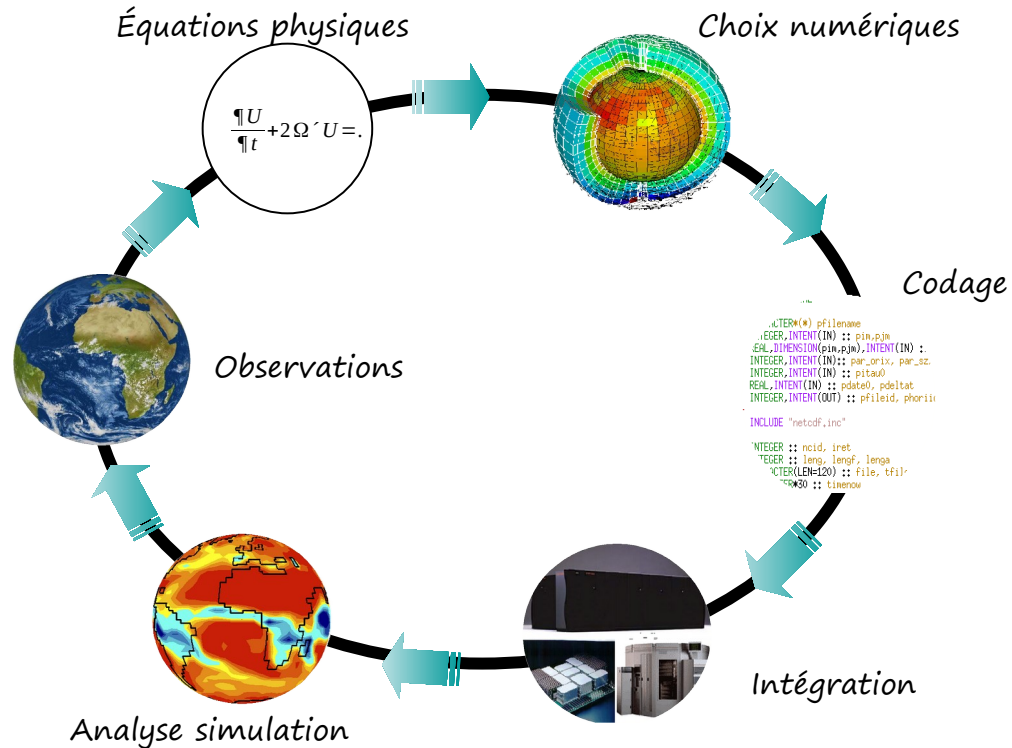
Modèle climatique du CNRM



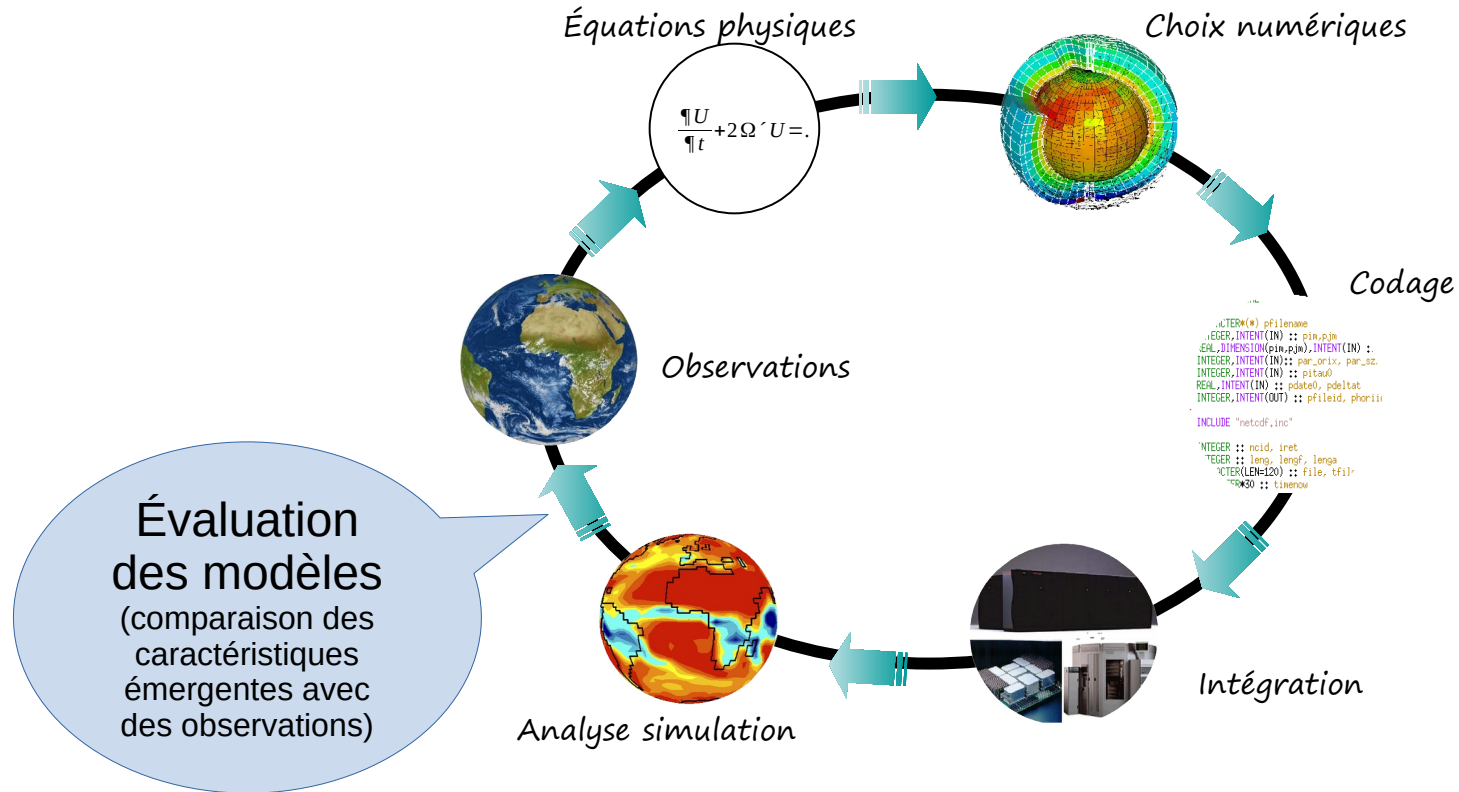
- ▶ Utilisé pour :
 - ✓ comprendre le système climatique
 - ✓ des projections futures ~100ans
 - ✓ la prévision saisonnière
- ▶ 2 résolutions (atm/oc):
 - ✓ 140km / 1°
 - ✓ 50km / 0.25°

Voltaire et al. 2019
Séférian et al., 2019

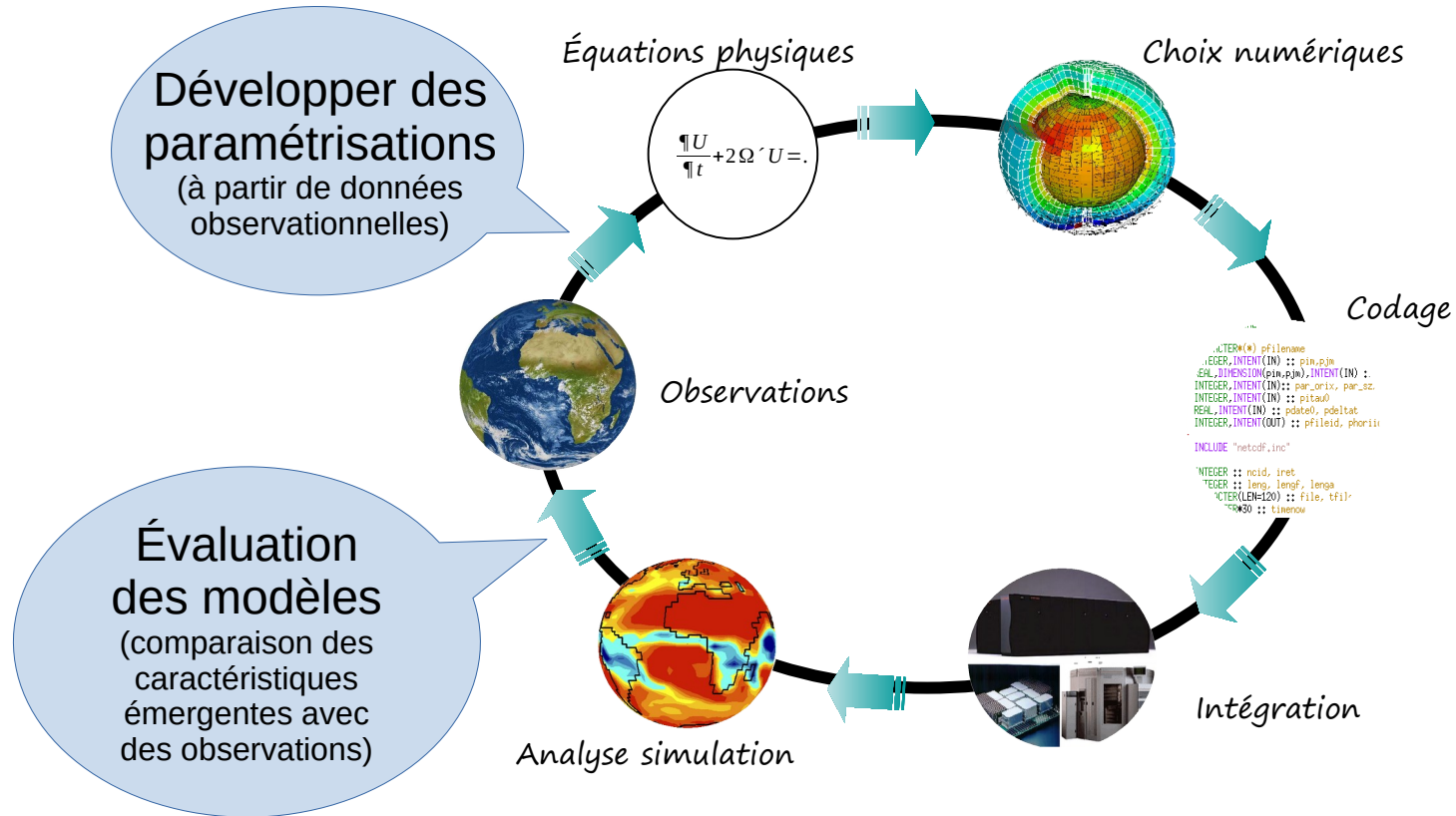
Où interviennent les observations en modélisation climatique ?



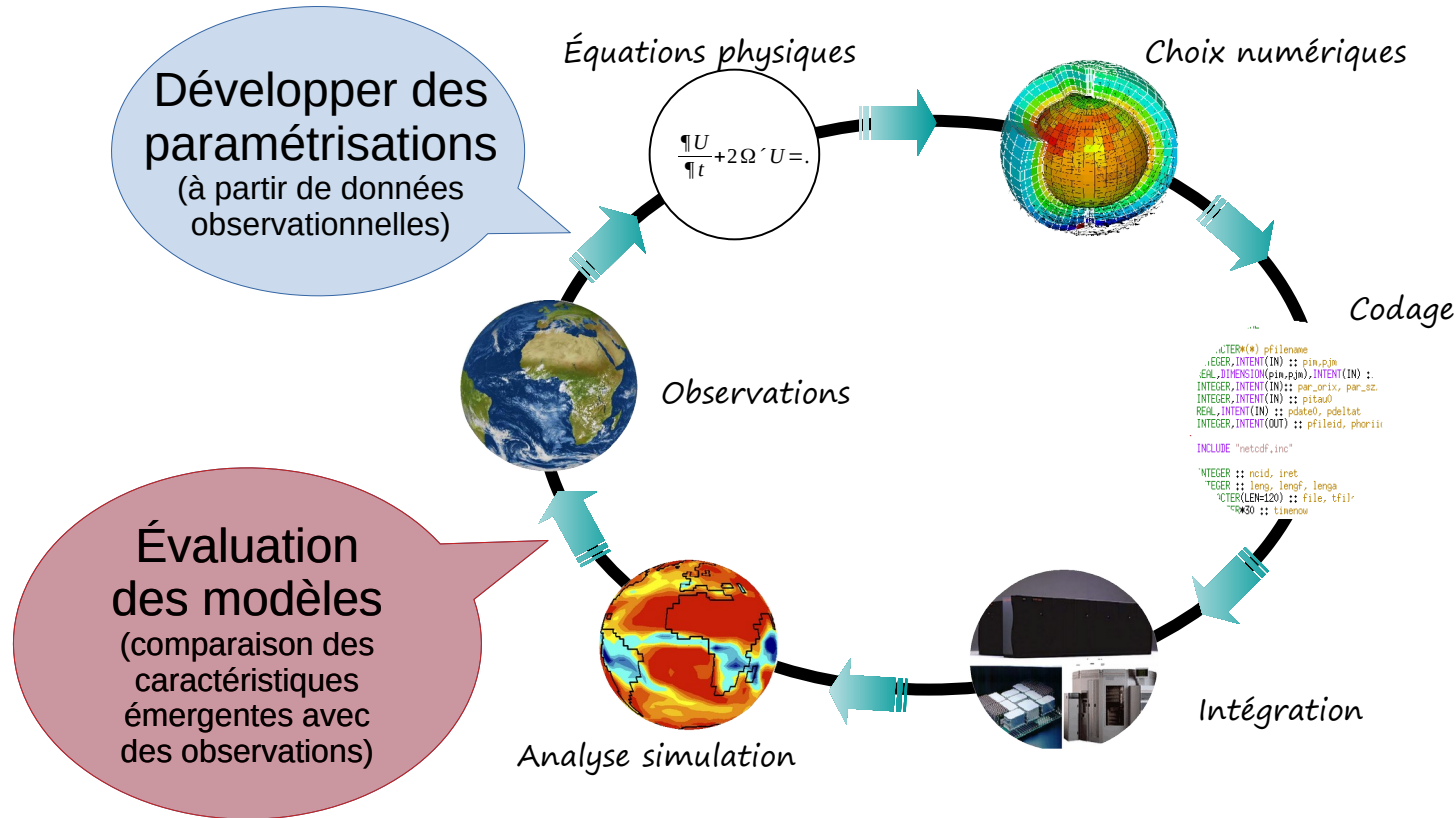
Où interviennent les observations en modélisation climatique ?



Où interviennent les observations en modélisation climatique ?



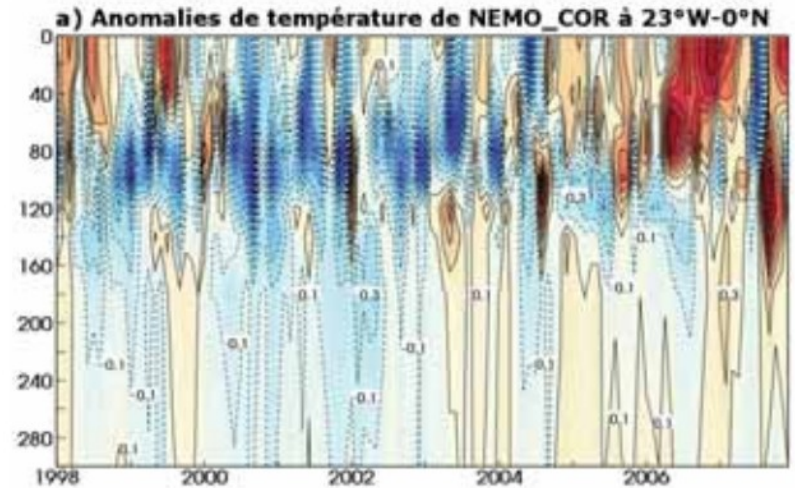
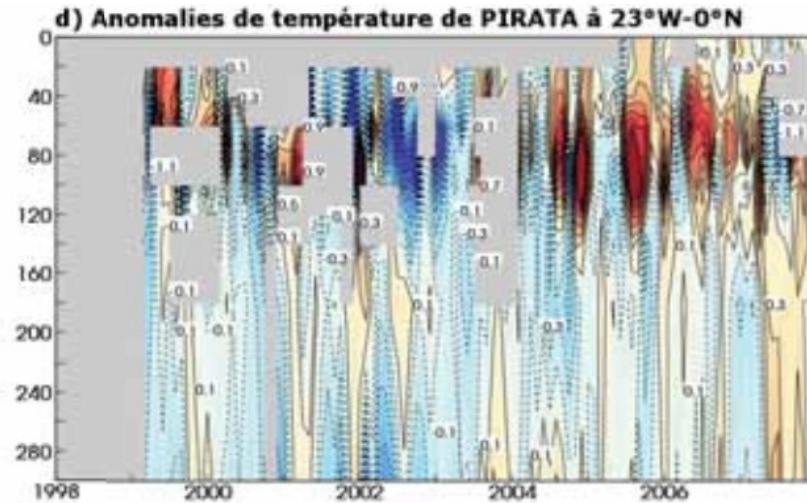
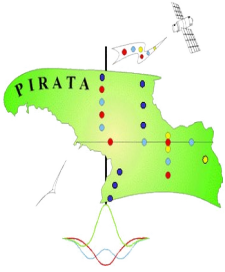
Où interviennent les observations en modélisation climatique ?



Évaluation des modèles

- ▶ C'est quoi ?
 - ✓ comparer des champs modèles et des champs de référence
- ▶ De quelles caractéristiques a-t-on besoin ?
 - ✓ De données comparables en terme de résolution spatiale (10-100km)
 - ✓ Des données sur de longues périodes pour caractériser un état moyen et de la variabilité

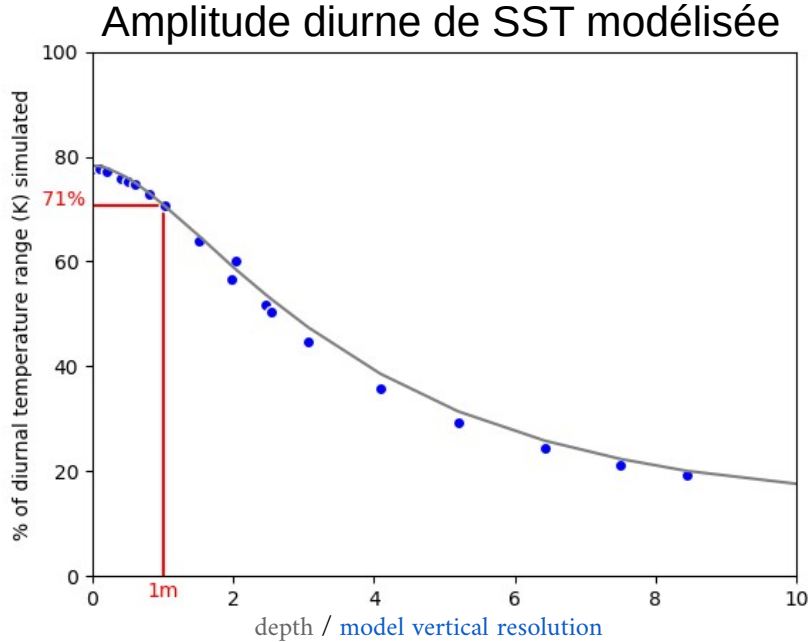
Variabilité interannuelle Atlantique Tropical



Évaluation des modèles

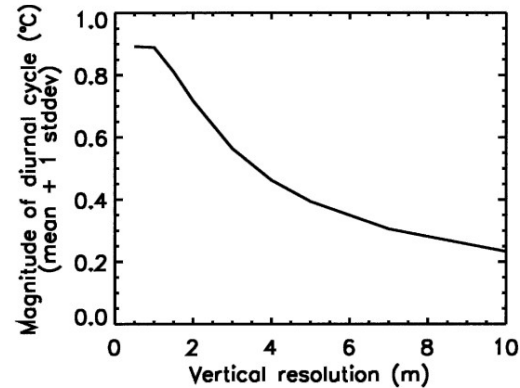
- ▶ C'est quoi ?
 - ✓ comparer des champs modèles et des champs de référence
- ▶ De quelles caractéristiques a-t-on besoin ?
 - ✓ De données comparables en terme de résolution spatiale (10-100km)
 - ✓ Des données sur de longues périodes pour caractériser un état moyen et de la variabilité
 - ✓ Pas uniquement des données mensuelles, importance d'avoir de l'information pertinente à plus petite échelle temporelle (cycle diurne, variabilité intra-saisonnière, etc)

Représentation du cycle diurne



@Voldoire et al., 2022

Référence observationnelle ?



@Bernie et al., 2005

Évaluation des modèles

- ▶ C'est quoi ?
 - ✓ comparer des champs modèles et des champs de référence
- ▶ De quelles caractéristiques a-t-on besoin ?
 - ✓ De données comparables en terme de résolution spatiale (10-100km)
 - ✓ Des données sur de longues périodes pour caractériser un état moyen et de la variabilité
 - ✓ Pas uniquement des données mensuelles, importance d'avoir de l'information pertinente à plus petite échelle temporelle (cycle diurne, variabilité intra-saisonnière, etc)
 - ✓ Des variables multiples (physique, biogéochimie, etc).

CO₂ océanique en surface

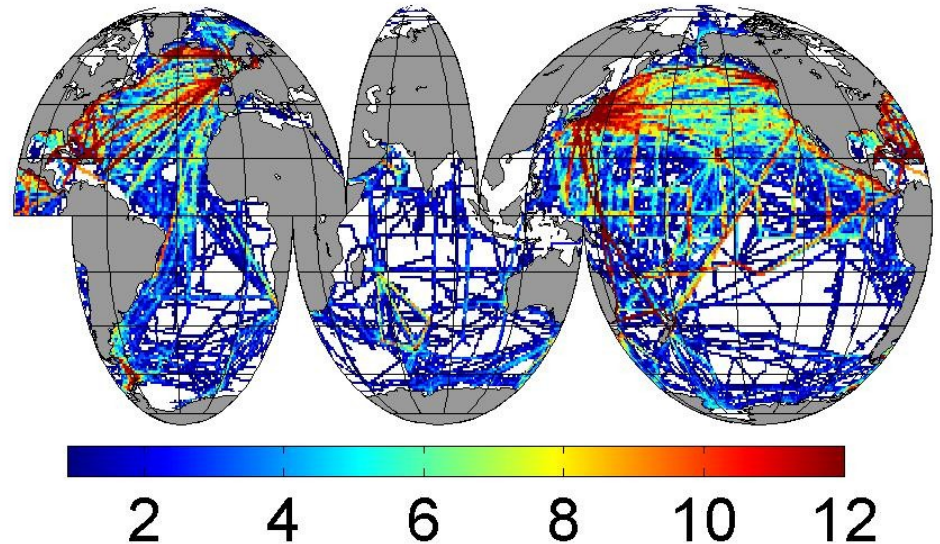
Surface Ocean CO₂ Atlas (www.socat.info)

- *In situ* surface ocean CO₂ measurements
- 34 million CO₂ values (1957-2021), accuracy < 5 μatm
- 6 million CO₂ sensor data, accuracy 5-10 μatm
- Annual public release

Urgent need for sustained funding

- Open ocean CO₂ data collection decreasing
- SOCAT data management in crisis for lack of funding
- Volunteer SOCAT science effort needs funding

« SOCAT enables quantification of the ocean carbon sink and ocean acidification and evaluation of ocean biogeochemical models. »



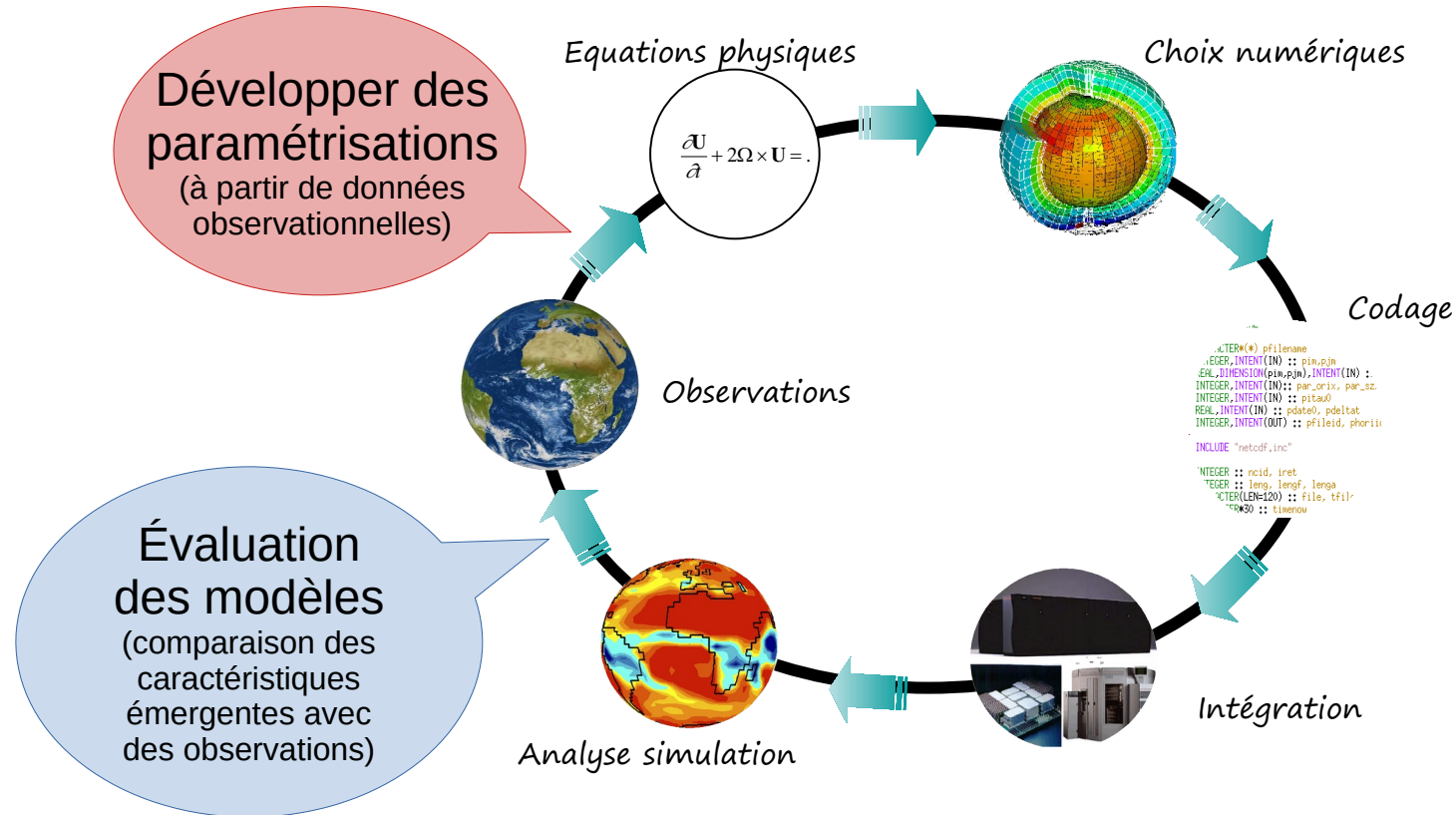
(Pfeil et al., 2013; Sabine et al., 2013; Bakker et al., 2016)

Courtesy R. Séférian

Évaluation des modèles

- ▶ C'est quoi ?
 - ✓ comparer des champs modèles et des champs de référence
- ▶ De quelles caractéristiques a-t-on besoin ?
 - ✓ De données comparables en terme de résolution spatiale (10-100km)
 - ✓ Des données sur de longues périodes pour caractériser un état moyen et de la variabilité
 - ✓ Pas uniquement des données mensuelles, importance d'avoir de l'information pertinente à plus petite échelle temporelle (cycle diurne, variabilité intra-saisonnière, etc)
 - ✓ Des variables multiples (physique, biogéochimie, etc).
 - ✓ Une estimation de l'erreur observationnelle
- ▶ Quelles types de données sont utilisées ?
 - ✓ Grande utilisation des produits « grillés », type réanalyses
 - ✓ Des données de bouées

Où interviennent les observations en modélisation climatique ?

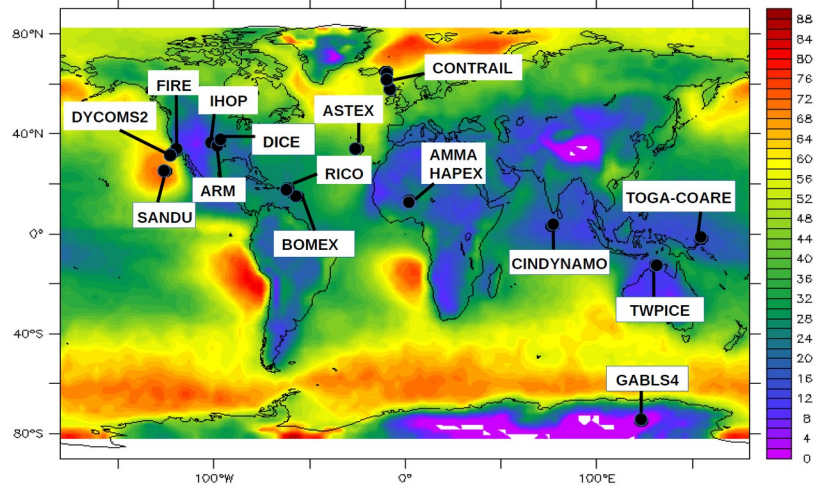


Développer des paramétrisations

- ▶ Utilisation de cas d'étude qui permettent de « sélectionner » le processus visé
- ▶ En modélisation atmosphérique, méthodologie mature repose sur 3 piliers :
 - ✓ Campagne de mesure, construction d'un cas d'étude
 - ✓ Modélisation LES du cas d'étude
 - ✓ Utilisation du modèle en mode uni-colonne pour développer/tester les paramétrisations physiques

Méthodologie 1D/LES/cas

Cas d'étude issus de campagnes (GEWEX/GASS)



Mean occurrence of low clouds averaged over January to March obtained from CloudSat/calipso (Chepfer et al, 2008)

Couches limites sèches et nuageuses : *IHOP, FIRE, ARM, ASTEX, BOMEX, RICO, SANDU, GABLS, ...*

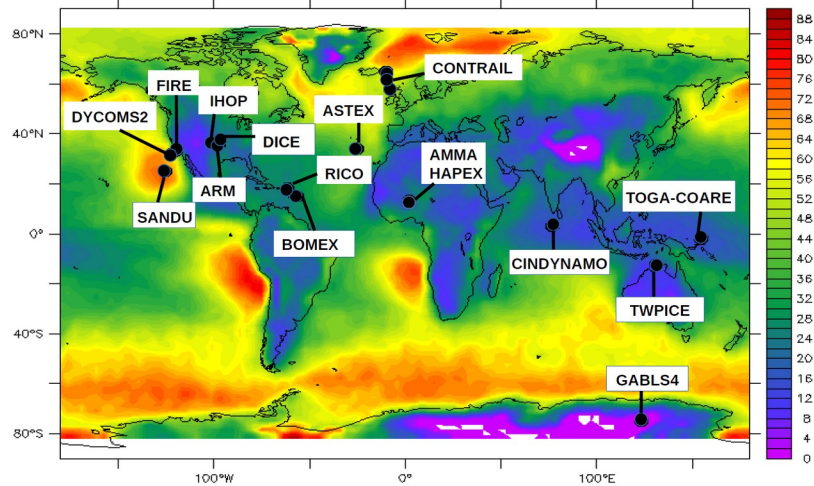
Convection profonde : *TOGA-COARE, LBA, EUROCS, AMMA, TWP-ICE, DYNAMO, RCE ...*

Nuages polaires : *SHEBA, ISDAC, MPACE, ...*

Courtesy C. Rio, coord du GDR DEPHY

Méthodologie 1D/LES/cas

Cas d'étude issus de campagnes (GEWEX/GASS)



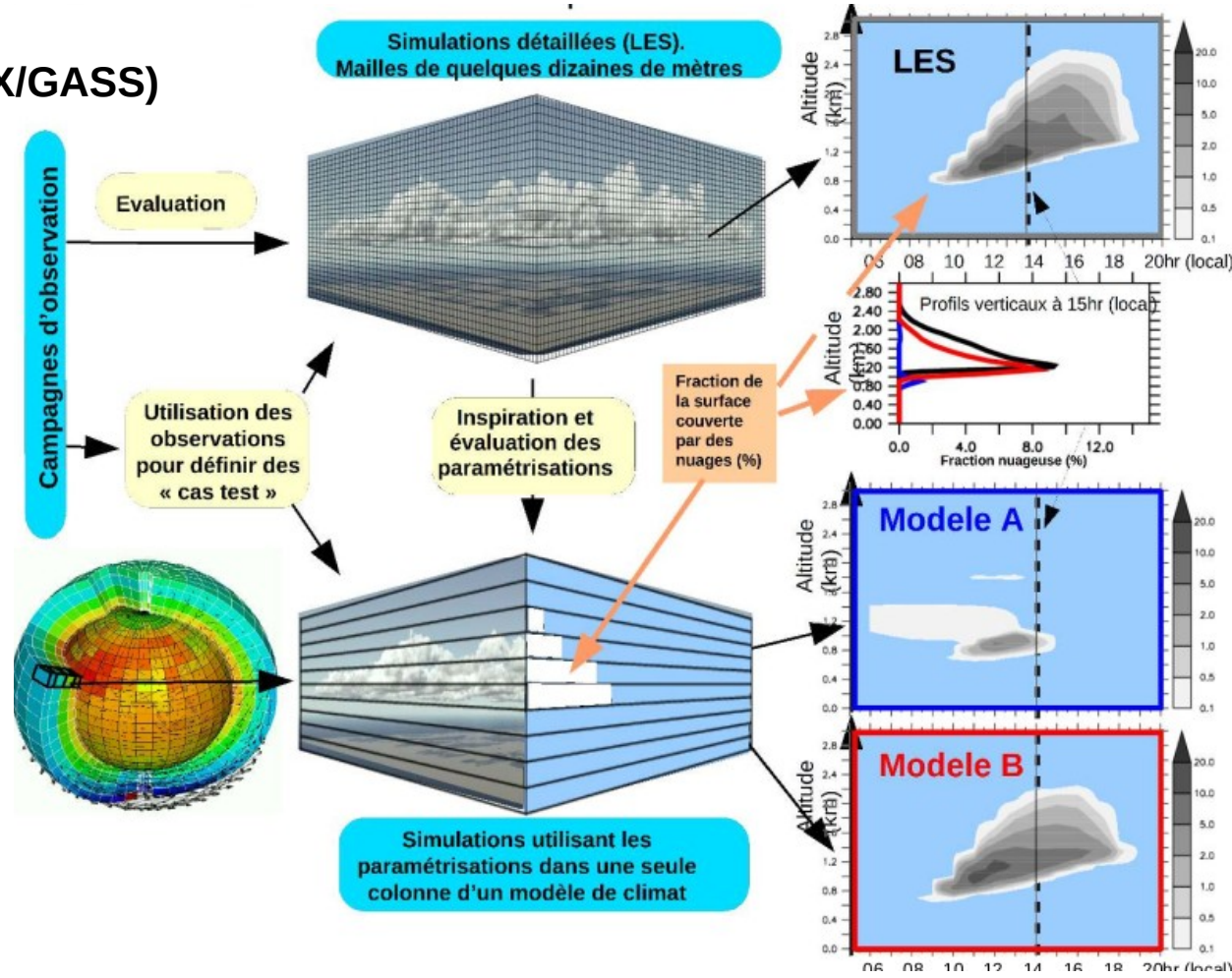
Mean occurrence of low clouds averaged over January to March obtained from CloudSat/calipso (Chepfer et al., 2008)

Couches limites sèches et nuageuses : IHOP, FIRE, ARM, ASTEX, BOMEX, RICO, SANDU, GABLS, ...

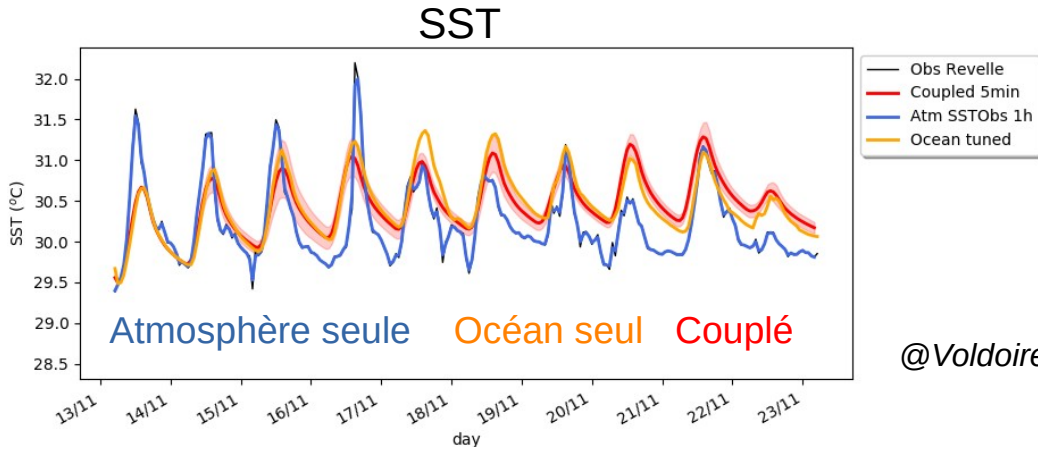
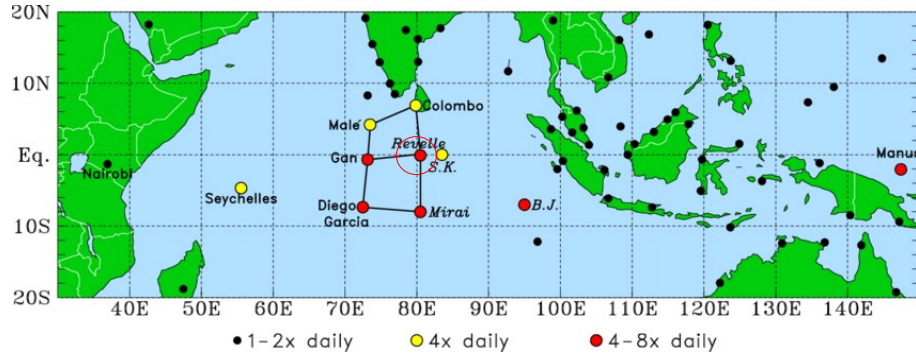
Convection profonde : TOGA-COARE, LBA, EUROCS, AMMA, TWP-ICE, DYNAMO, RCE ...

Nuages polaires : SHEBA, ISDAC, MPACE, ...

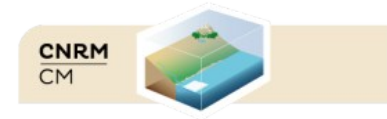
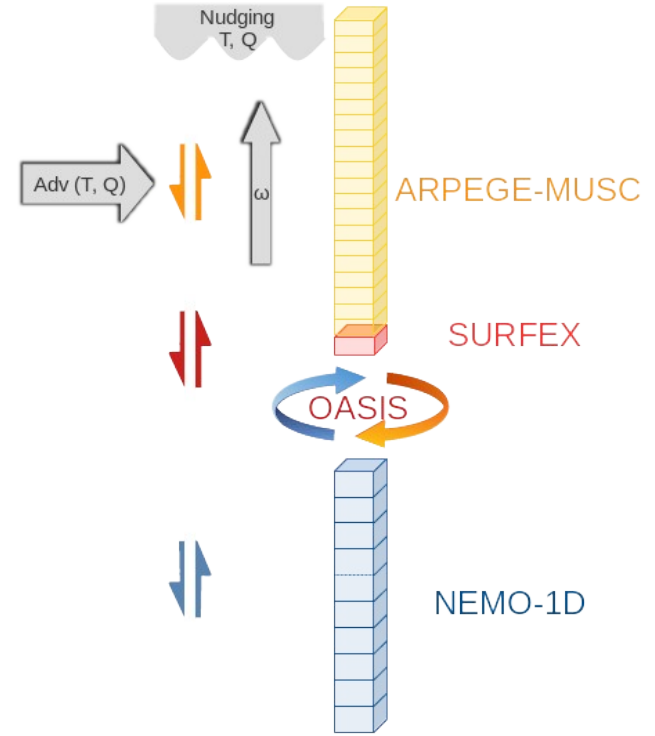
Courtesy C. Rio, coord du GDR DEPHY



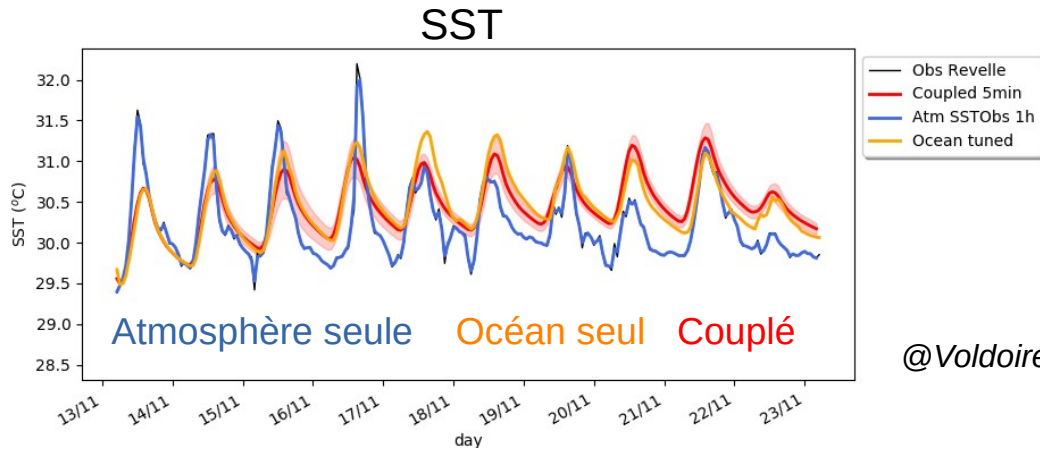
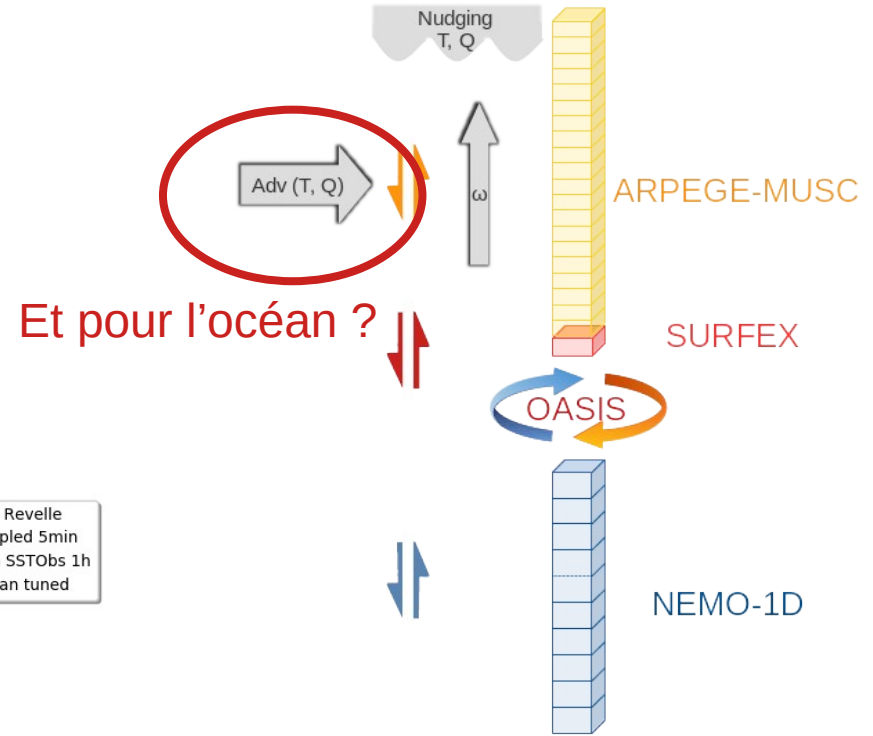
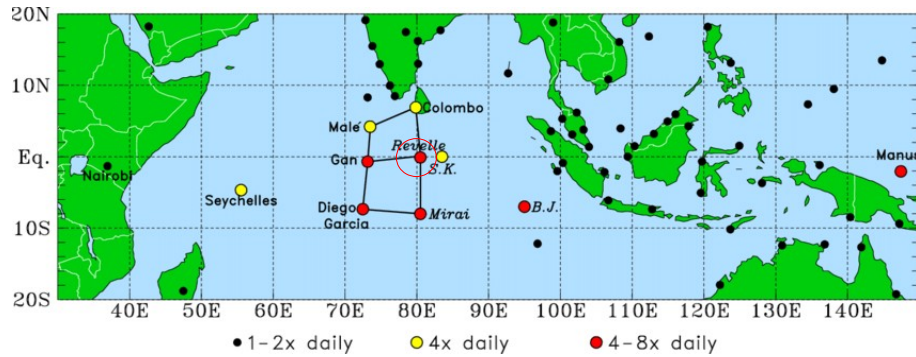
Cas Cindy-Dynamo/COCO



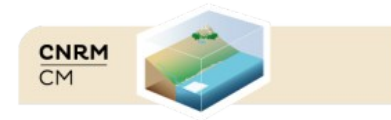
@Voldoire et al., 2022



Cas Cindy-Dynamo/COCOA



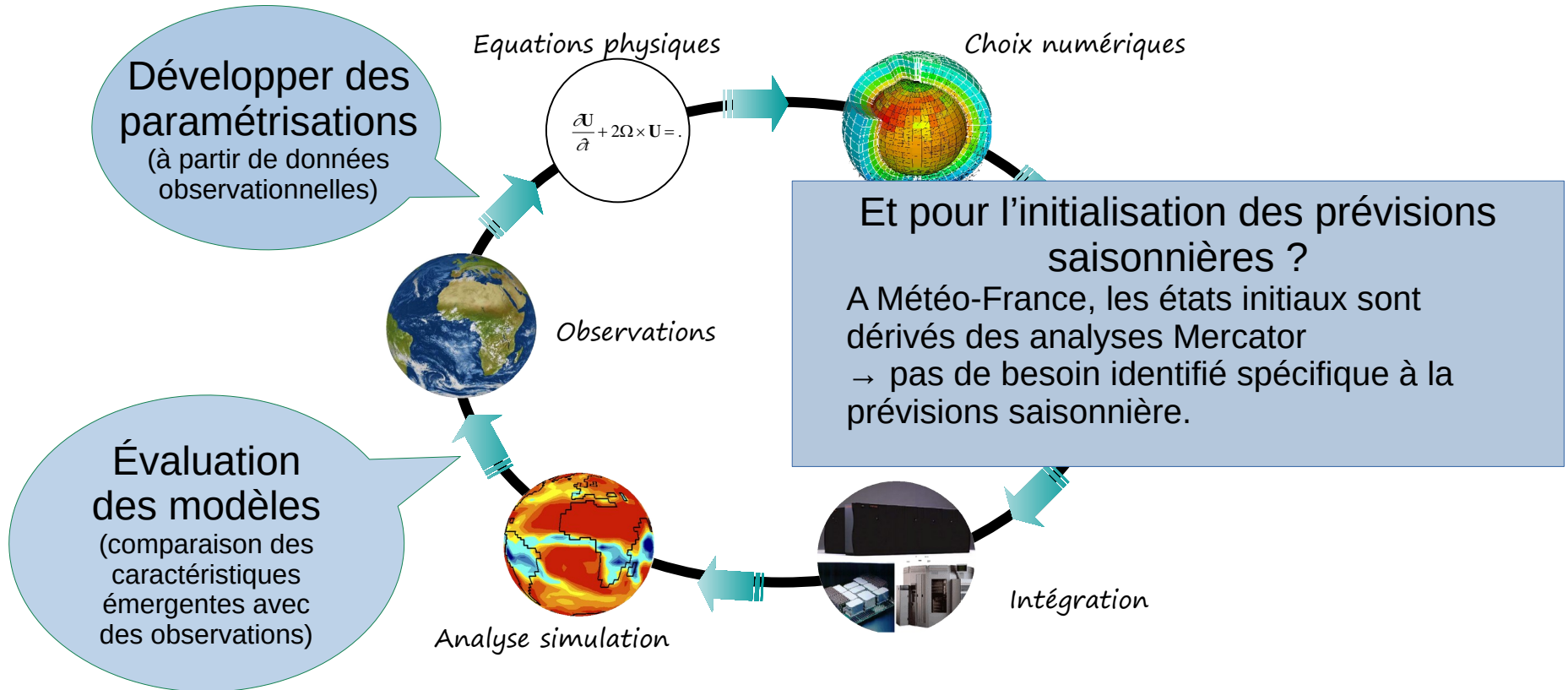
@Voldoire et al., 2022



Développer des paramétrisations

- ▶ Utilisation de cas d'étude qui permettent de « sélectionner » le processus visé
- ▶ En modélisation atmosphérique, méthodologie mature repose sur 3 piliers :
 - ✓ Campagne de mesure, construction d'un cas d'étude
 - ✓ Modélisation LES du cas d'étude
 - ✓ Utilisation du modèle en mode uni-colonne pour développer/tester les paramétrisations physiques
- ▶ De quelles caractéristiques a-t-on besoin ?
 - ✓ Contraindre la circulation de grande échelle
 - ✓ Des cas adaptés à des études couplées → interaction des couches limites atmosphériques et océaniques

Où interviennent les observations en modélisation climatique ?



Besoins/recommandations liés à la modélisation climatique

- ▶ Pour l'évaluation des modèles :
 - ✓ Ne pas hésiter à re-traiter des données anciennes
 - ✓ Des données sur le cycle diurne en sub-surface
 - ✓ Plus de données de flux de surface physique et biogéochimiques
 - ✓ Données accompagnées d'une barre d'erreur
 - ✓ Vers plus de standardisation des produits ?
- ▶ Pour leur développement :
 - ✓ Construire des cas d'étude océan ? Des cas couplés océan-atmosphère?