

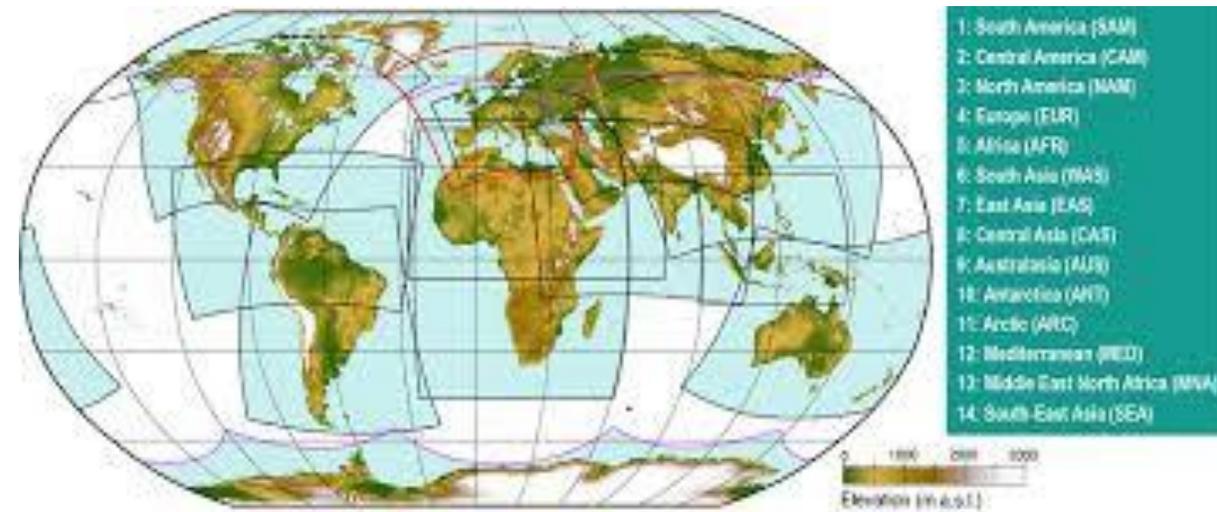

Le modèle ARP-GEM :
description et évaluation jusque 6 km de résolution

Olivier Geoffroy, David Saint-Martin

CNRM, Université de Toulouse, Météo-France / CNRS

ARP-GEM : Global

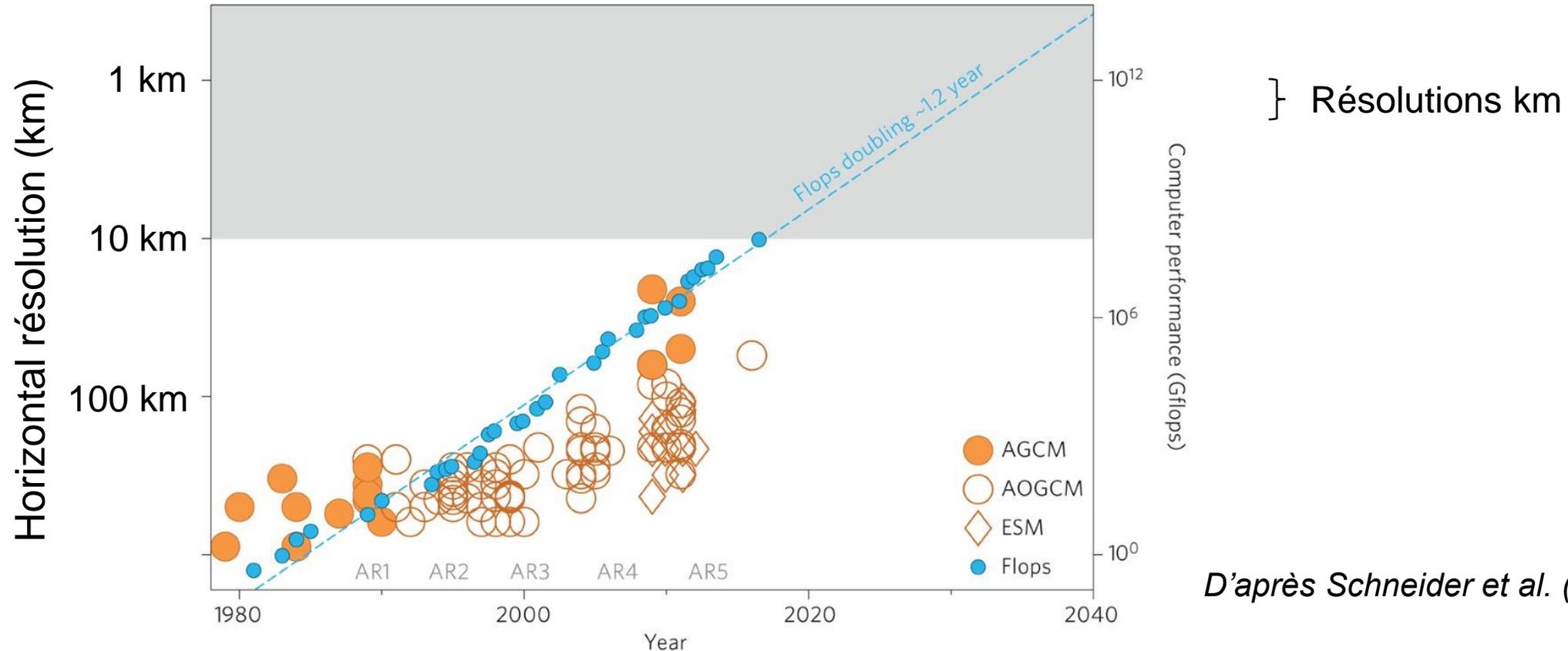
- Le climat est un phénomène global
- Large couverture des régions d'intérêt, répartition dispersée des Outre-mer



*Couverture mondiale des modèles régionaux
CORDEX en 2015 (résolution O(10) km)*

ARP-GEM : Global, Efficace

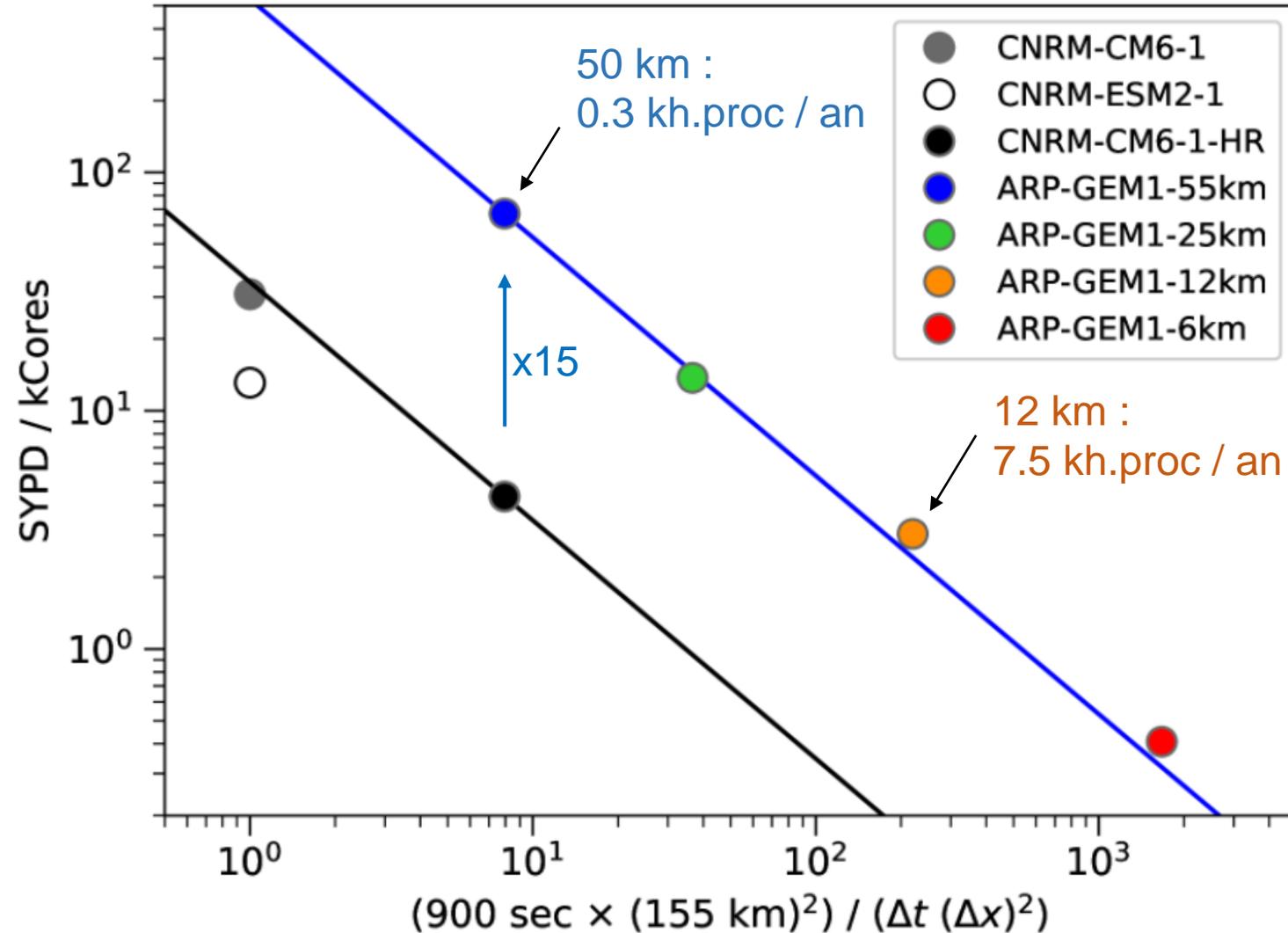
- Augmentation de la puissance de calcul principalement absorbée par l'augmentation de la complexité :



D'après Schneider et al. (2017)

- Modèle CMIP6 comparables à leur prédécesseurs; la physique atmosphérique domine les incertitudes
- Atteindre les résolutions km nécessitent d'augmenter l'efficacité des modèles

ARP-GEM : Global, Efficace



- Combinaison de facteurs d'accélération (cf. présentation D. Saint-Martin)

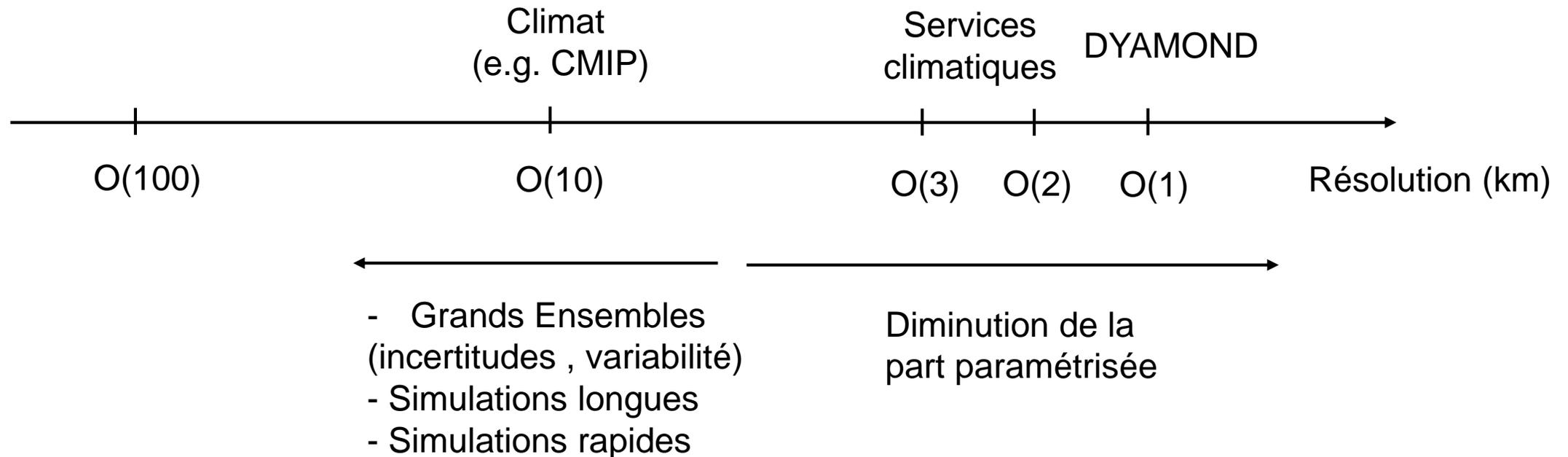
→ A résolution identique, **plus efficace** :

- d'un **facteur ~15** par rapport à la version CMIP d'ARPEGE

- d'un **facteur 3 à 7** par rapport à une configuration donnée du modèle **régional** ALADIN

ARP-GEM : Global, Efficace, **Multirésolution**

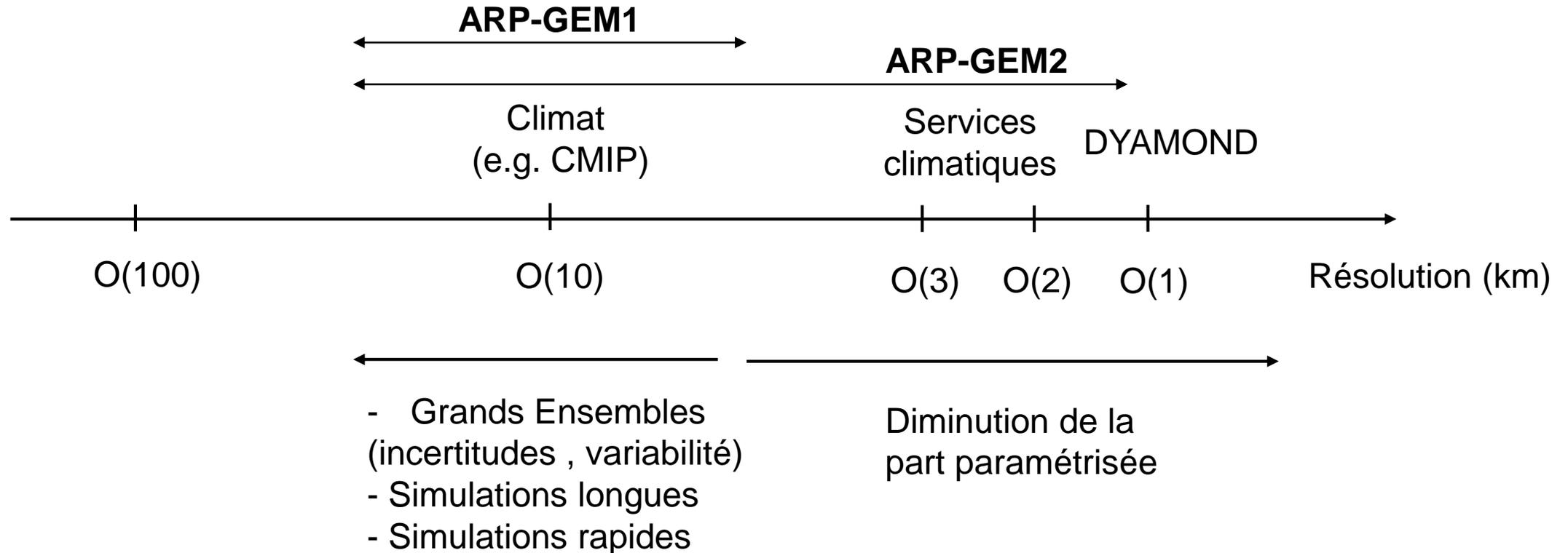
- Gamme de résolutions jusque 1.3 km; applications possibles :



- Montée progressive en résolution → mise en place et calibration des résolutions plus élevées

ARP-GEM : Global, Efficace, **Multirésolution**

- Gamme de résolutions jusque 1.3 km; applications possibles :



- Montée progressive en résolution → mise en place et calibration des résolutions plus élevées

Physique ARP-GEM1

- Privilégier une physique **simple et minimale** (compréhension, souplesse d'utilisation, coût)
- Une physique **révisée** et optimisée par rapport à ARPEGE version CMIP (v6.3) :

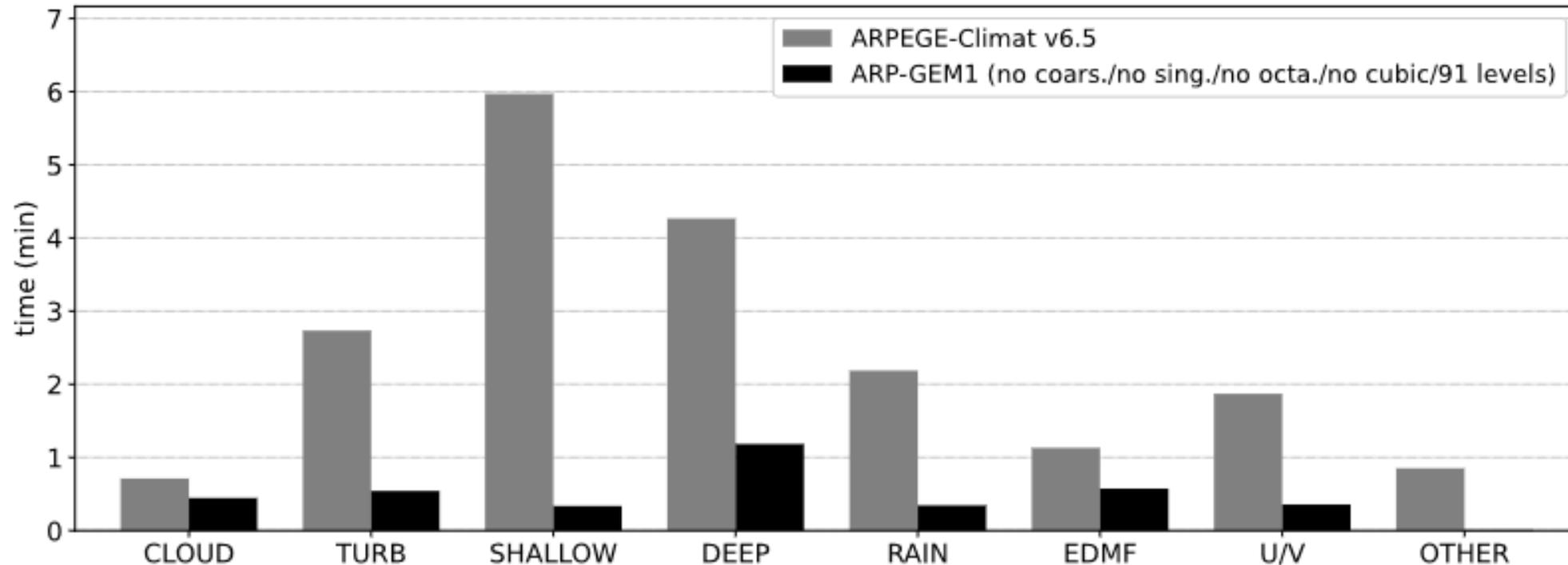
TABLE 1. Moist physical parameterizations of v6.3, v6.5 and ARP-GEM1.

	ARPEGE v6.3	ARPEGE v6.5	ARP-GEM1
Large-scale clouds	Bougeault (1982)	Smith (1990)	Smith (1990)
Turbulence	CBR00	CBR00	Modified CBR00
Mixing length	BL89	BL89	Moist Mixing length
Moist processes	Bougeault (1982)	Bougeault (1982)	Bretherton and Park (2009)
Shallow convection	Piriou et al. (2007); Guérémy (2011)	Modified PMMC09	MFUP
Deep convection		Tiedtke-Bechtold	Modified Tiedtke-Bechtold
Microphysics	Lopez (2002)	Lopez (2002)	Modified Lopez (2002)

Physique ARP-GEM1

- Privilégier une physique **simple et minimale** (compréhension, souplesse d'utilisation, coût)
- Une physique révisée et **optimisée** par rapport à ARPEGE version CMIP (v6.3) :

Coût des principaux schémas physiques



Calibration des différentes configurations

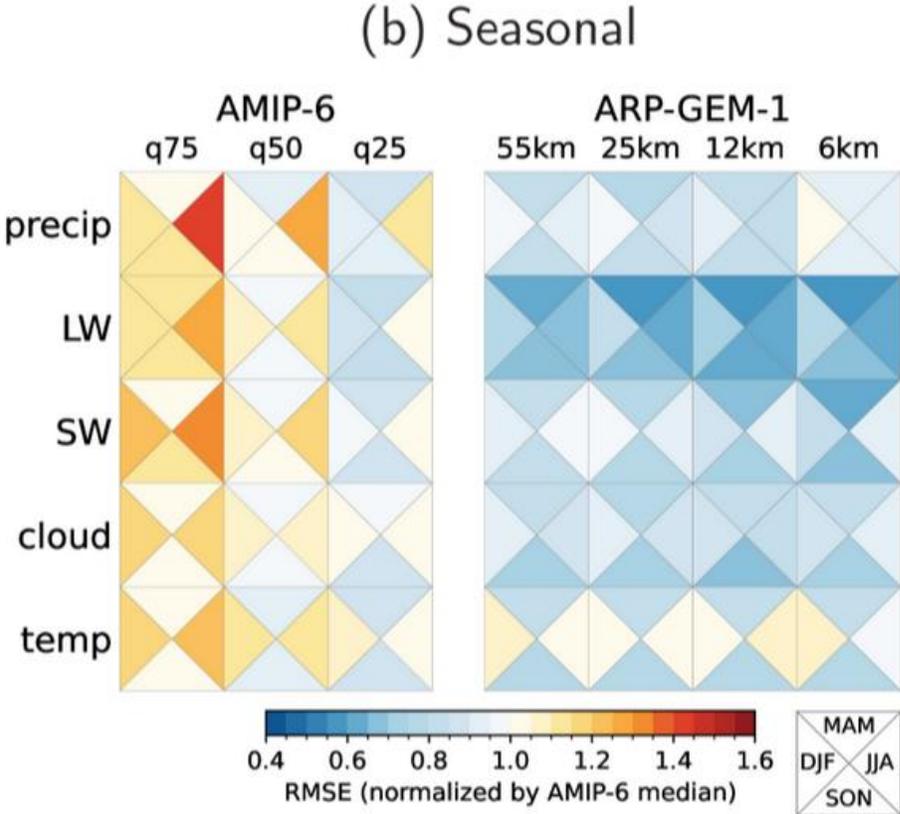
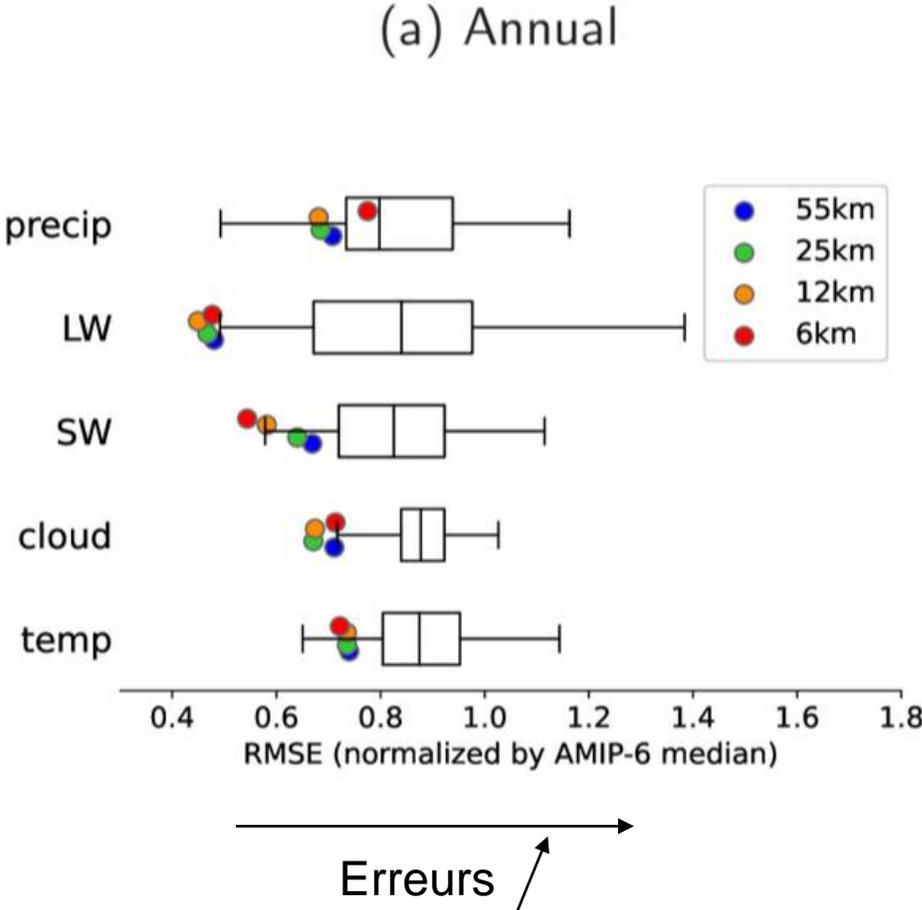
- Aller-retours entre configurations + “calibration minimale”:

	Paramètres différents				Bilan TOA	
	IF_{sw}	$k_{au,i/l}$ (s^{-1})	$RH_{c,low}$	k_{cv}	LW $rlut$ ($W\ m^{-2}$)	SW rst ($W\ m^{-2}$)
ARP-GEM1-55km	0.780	7.0e-4	0.94	1.35	239.6	240.1
ARP-GEM1-25km	0.775	6.8e-4	0.94	1.35	239.5	240.3
ARP-GEM1-12km	0.865	6.2e-4	0.93	1.35	239.6	240.5
ARP-GEM1-6km	0.945	4.0e-4	0.92	1.50	239.5	240.1
Observations					239.7	240.5

→ Equilibre radiatif pour chaque configuration

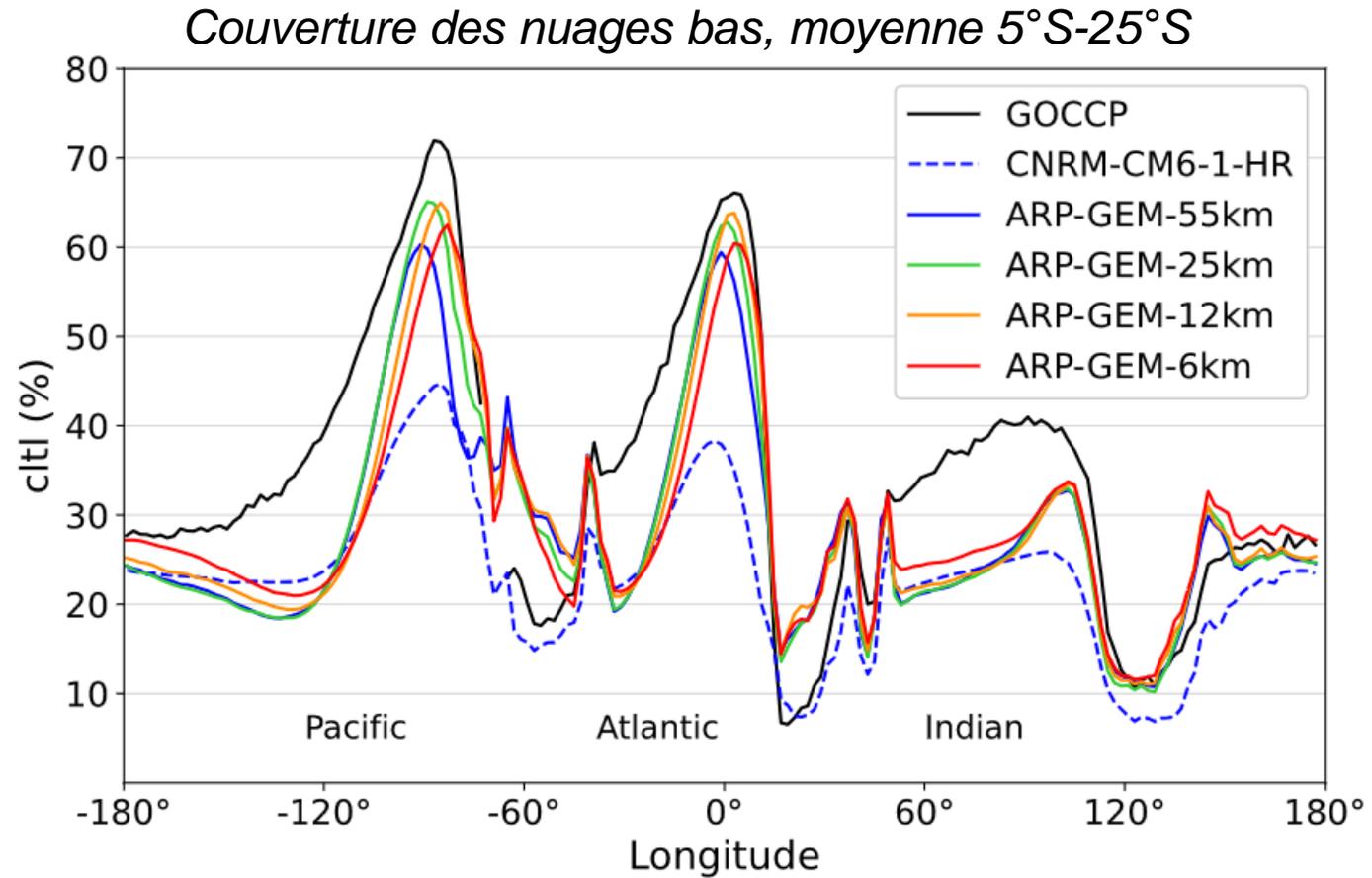
→ Calibration revisitée dans ARP-GEM2 / pour les plus hautes résolutions (cf. présentation jeudi)

Etats moyens jusque O(10) km



→ ARP-GEM1 comparable aux meilleurs modèles CMIP6

Stratocumulus (bords Est des océans)

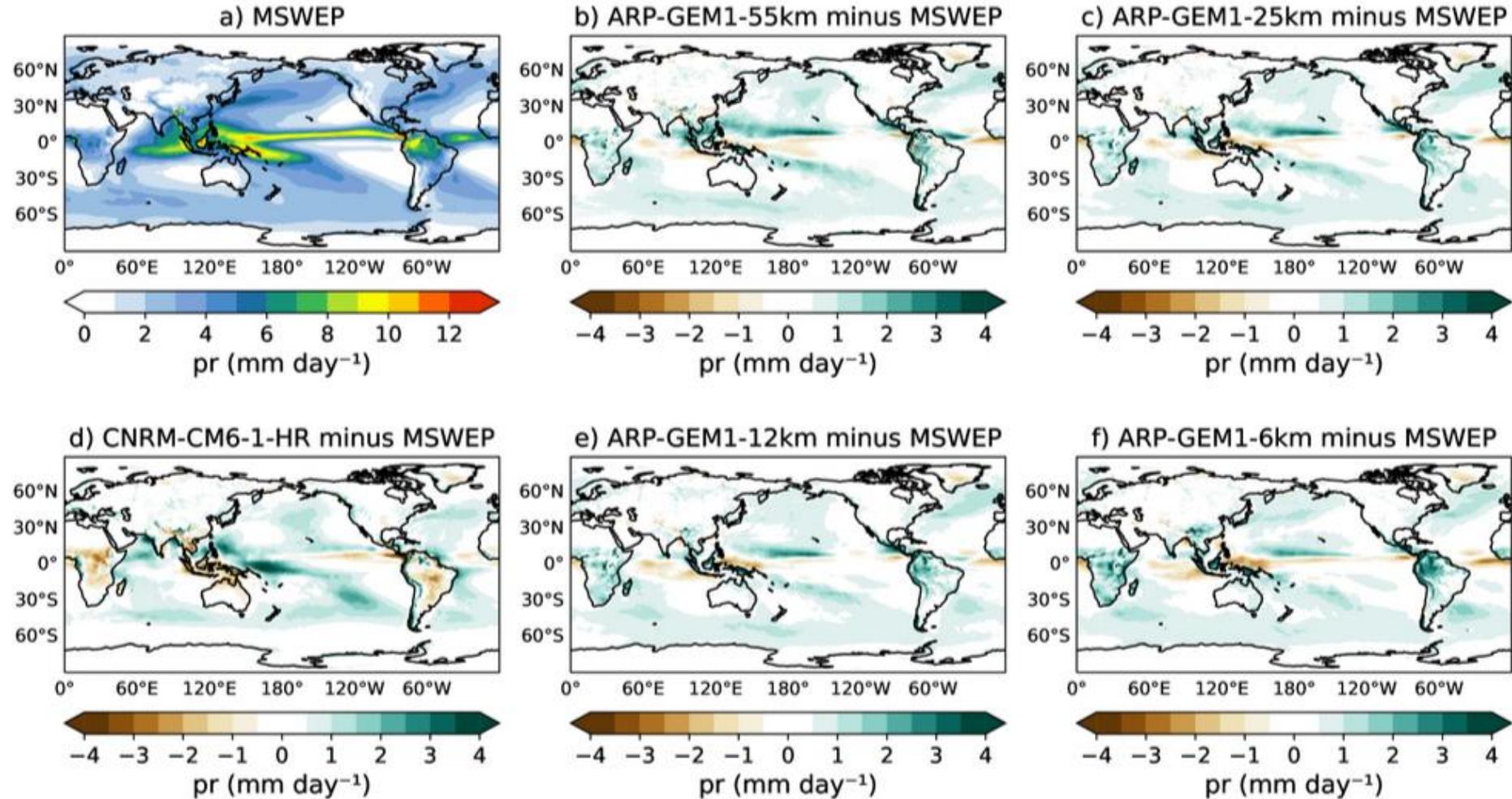


→ Bonne représentation

→ Limites :

- Intensité; amélioré dans ARP-GEM2, mais diminue à plus hautes résolutions
- Transition

Précipitation

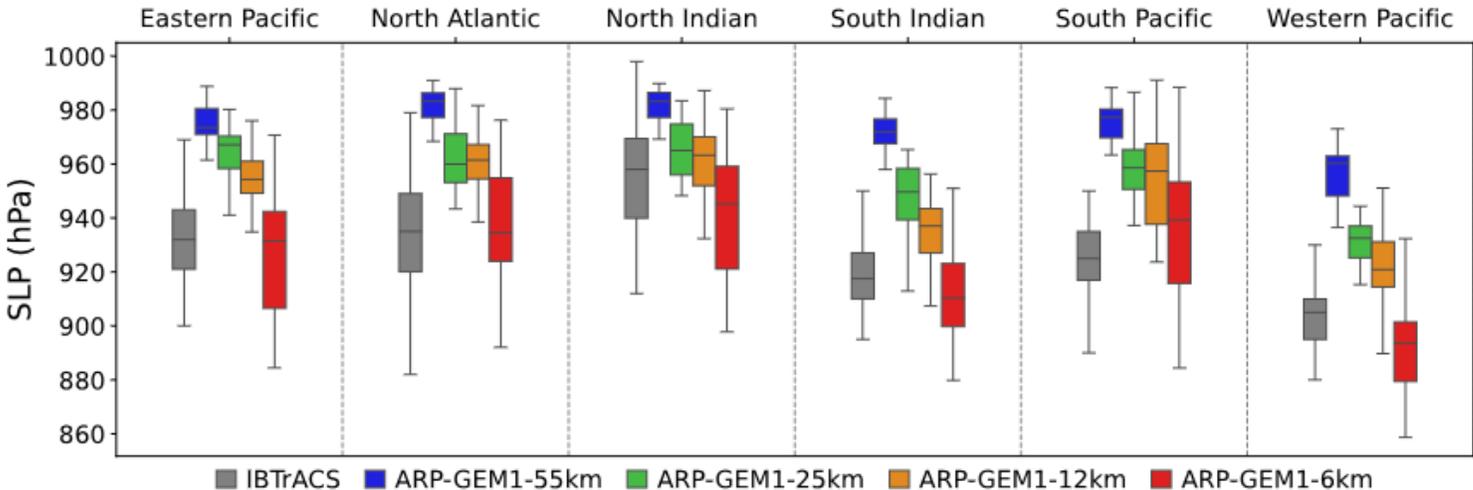


→ Représentation correcte

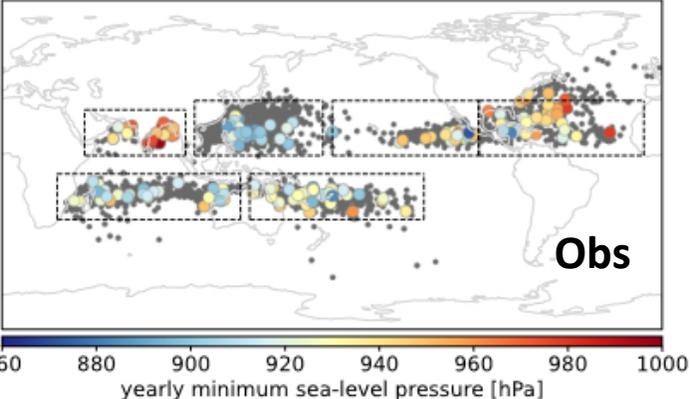
→ RMSE plus fort à haute résolution; biais sur continents (améliorations dans ARP-GEM2)

Cyclones tropicaux

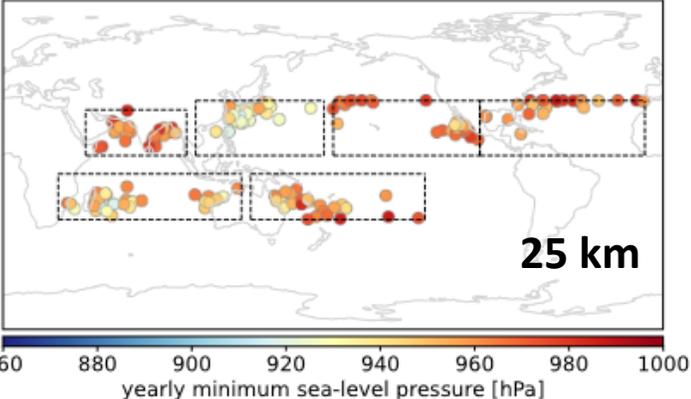
Distribution des minima annuels de pression dans les bassins cycloniques



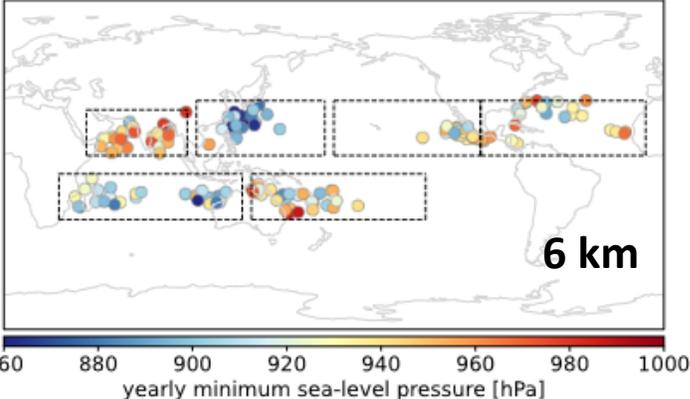
IBTrACS



ARP-GEM1-25km



ARP-GEM1-6km



→ Bonne intensité et bonne localisation à haute résolution (< 10 km)

Conclusions

- ARP-GEM **peu coûteux** (facteurs d'accélération) + **physique à l'état de l'art**
 - **Bons résultats** en comparaison avec l'ensemble CMIP6
 - Confirmation de l'apport des résolutions O(10) km notamment pour les **cyclones**
 - Des **biais émergent à haute résolution** (précipitation continents, humidité), diminués dans ARP-GEM2; prise en compte + systématique de la variabilité dans la calibration
 - **Gamme de résolutions** : explorer valeur ajoutée + mise en place et calibration résolutions plus élevées + plusieurs applications possibles
 - Efficacité : simulations **climatiques globales à l'échelle km** possibles dans un futur proche
- Présentations simulations km : D. Saint-Martin (mercredi) ; O. Geoffroy (jeudi)
- Référence : “ The ARP-GEM1 Global Atmosphere Model ... ” (Geoffroy et Saint Martin, 2025, en révision)