



Modélisation des poussières désertiques en-ligne dans le modèle AROME

Jonathan Guth, Vincent Guidard et al.
Météo-France/CNRM

10.05.2023
Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère

Plan

1. Le modèle AROME-Dust

2. Expérimentation sur le Sahel

3. Cas d'une remontée de poussière sur la France en mars 2022

Le modèle de prévision numérique du temps

AROME

- Le modèle AROME est un modèle régional de prévision numérique du temps, utilisé en exploitation à Météo-France depuis 2008.
- AROME a été développé grâce à d'étroites collaborations, nationales et internationales afin de tenir compte des dernières avancées en modélisation atmosphérique.
- Les paramétrisations physiques du modèle sont en majeure partie héritées du modèle de recherche Méso-NH alors que la partie dynamique est une adaptation pour la fine échelle du noyau dynamique du modèle Aladin

Présentation du modèle AROME-Dust

- AROME dans sa version dust correspond à des travaux originellement effectué dans le modèle ALADIN par Mokhtari (2012) puis implémenté dans AROME dans un second temps.
- Les poussières désertiques ont une représentation log-normale à 3 moments introduite par le biais du modèle ORILAM issu du modèle Meso-NH-C (P. Tulet, LAERO).
- Les émissions de poussières sont gérées dans SURFEX et sont basé sur le modèle DEAD (Mokhtari et al., 2012).
- Cette version prend en compte la présence de poussières dans le schéma de rayonnement, mais pas dans les processus micro-physique permettant la formation des nuages.
- Ces travaux ont été repris par GMGEC/PLASMA en 2022 pour proposer une version operationalisable.

Plan

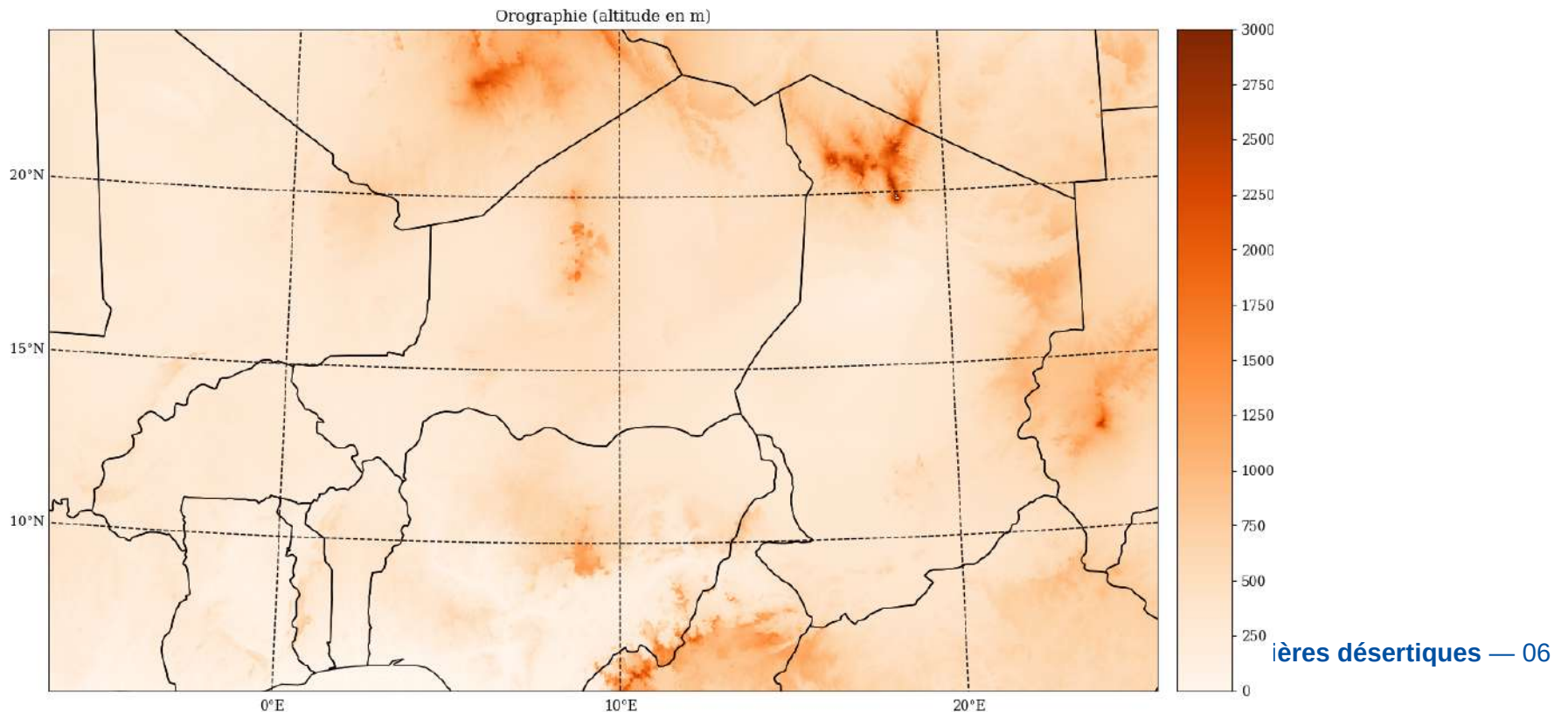
1. Le modèle AROME-Dust

2. Expérimentation sur le Sahel

3. Cas d'une remontée de poussière sur la France en mars 2022

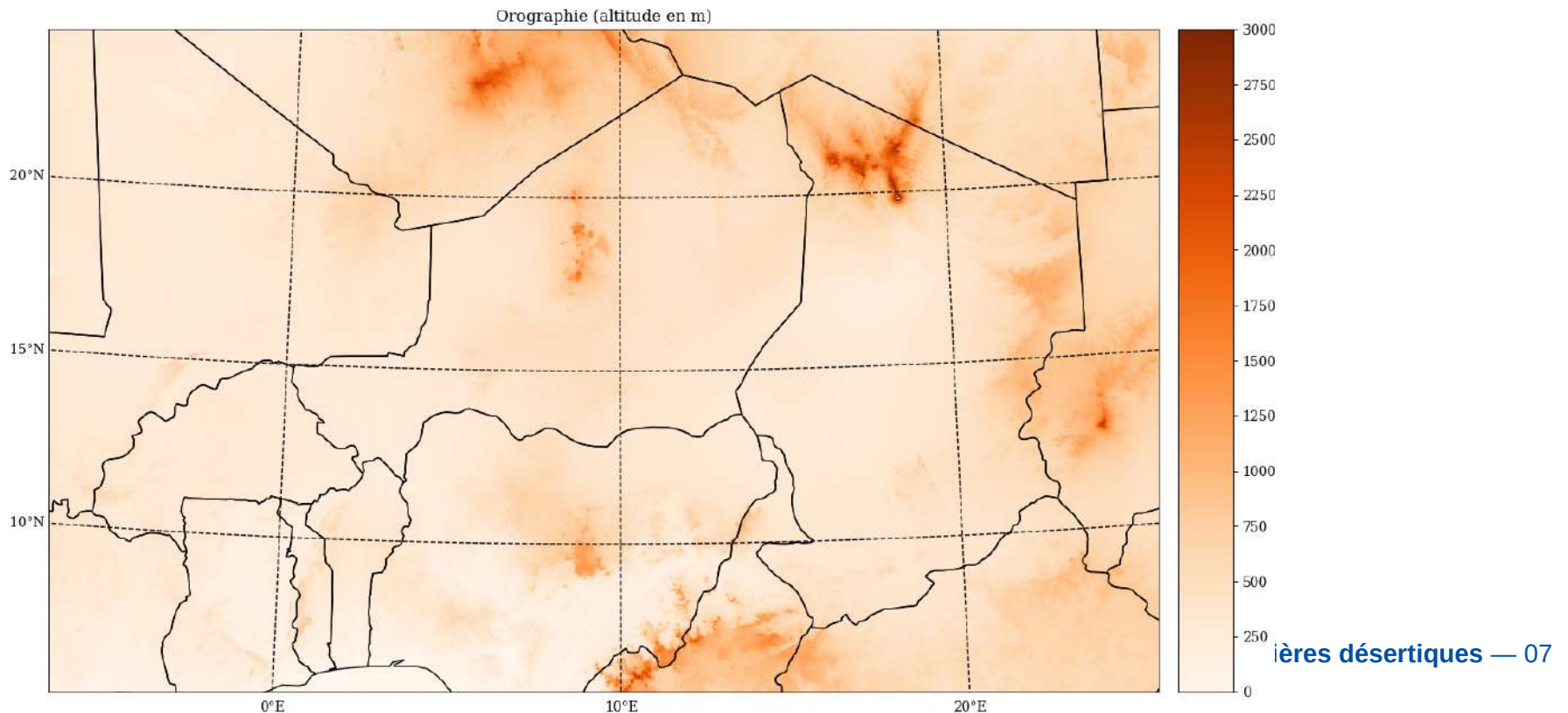
Configuration utilisée

- On utilise une version du modèle en cycle 46 sur un domaine couvrant une partie du Sahara à une résolution de 2.5 x 2.5km
- Simulation couvrant la période allant de février à juin 2022



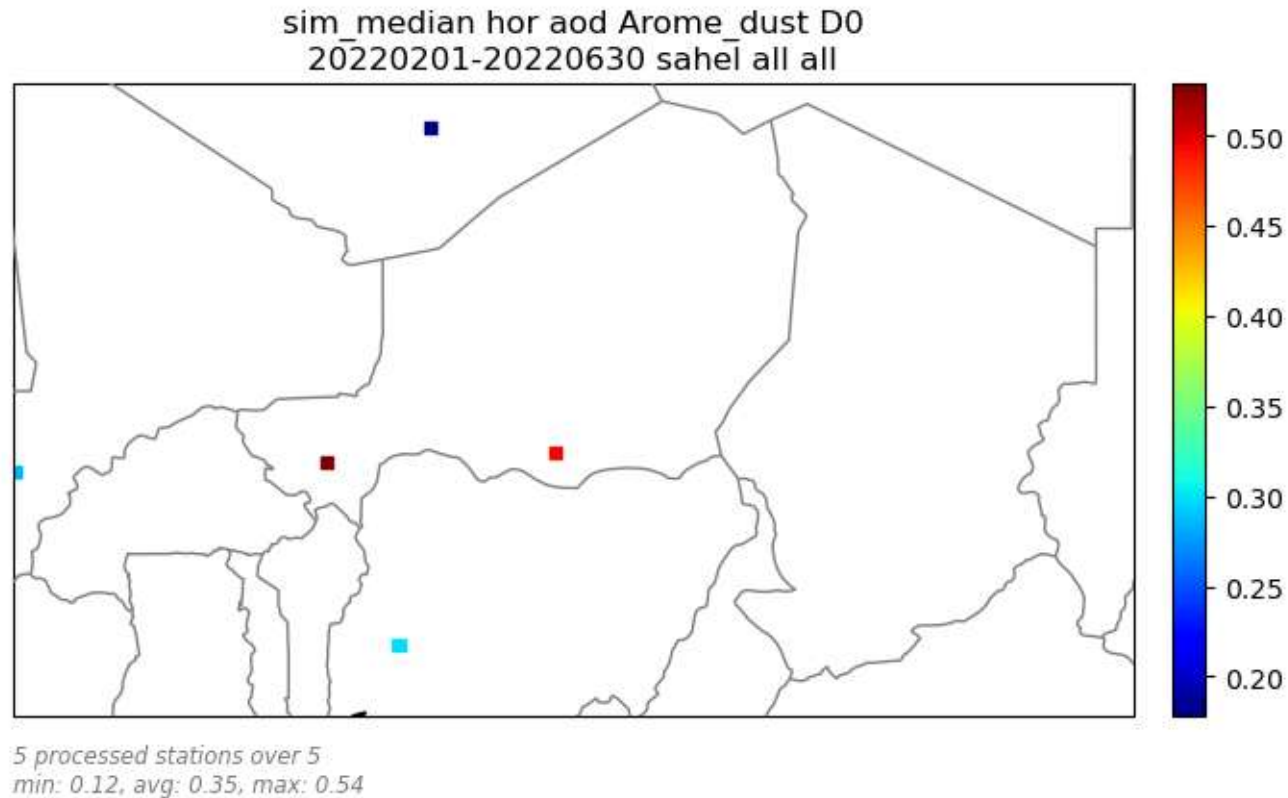
Configuration utilisée

- Prédiction de 24h cyclés, utilisant les données opérationnelles ARPEGE en conditions aux limites complétées par les données MOCAGE pour les poussières désertiques.
- Comparaison aux prévision du modèle MOCAGE, à la résolution de $1^\circ \times 1^\circ$ comprenant de l'assimilation de données (AOD MODIS et VIIRS).



Validation par rapport aux données d'épaisseurs optiques AERONET

- On peut utiliser quelques stations avec des données AERONET d'épaisseurs optiques des aérosols sur le domaine Sahel

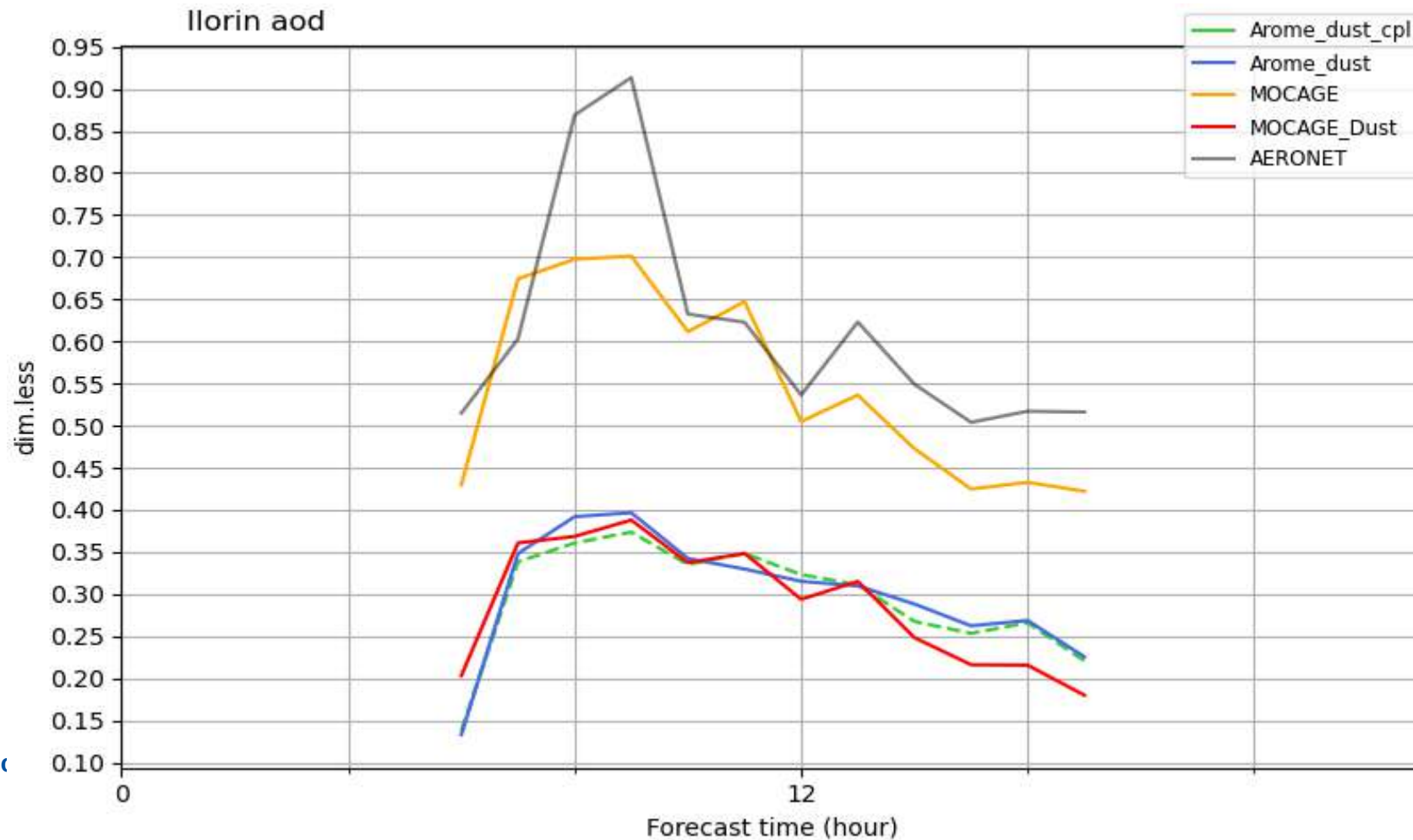


Validation par rapport aux données d'épaisseurs optiques AERONET

- **Arome_dust** : Simulation AROME sans prise en compte des conditions aux limites
- **Arome_dust_cpl** : Simulation AROME avec la prise en compte des conditions aux limites
- **MOCAGE** : Simulation MOCAGE en prenant en compte l'ensemble des aérosols pour le calcul des épaisseurs optiques
- **MOCAGE_Dust** : Simulation MOCAGE en ne prenant en compte que les poussières désertiques pour le calcul des épaisseurs optiques

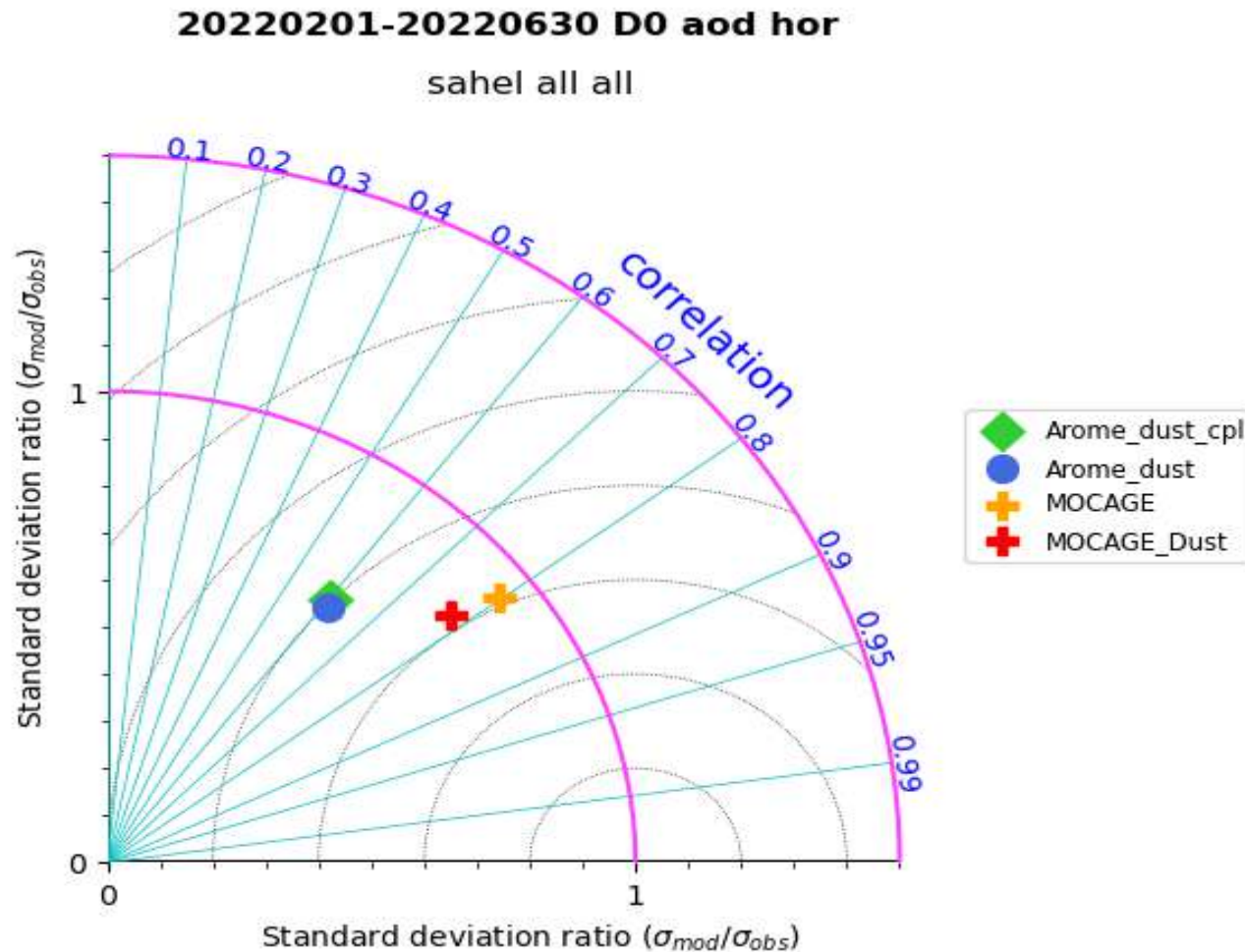
Validation par rapport aux données d'épaisseurs optiques AERONET

- Performance des modèles en fonction de l'échéance de prévision : Ilorin, ville importante du Nigeria sous forte influence anthropique



Validation par rapport aux données d'épaisseurs optiques AERONET

- Diagramme de Taylor



Episode du 24 février 2022

- Episode de soulèvement intense de poussières désertiques au niveau de la dépression du Bodélé au Tchad le 24 février 2022

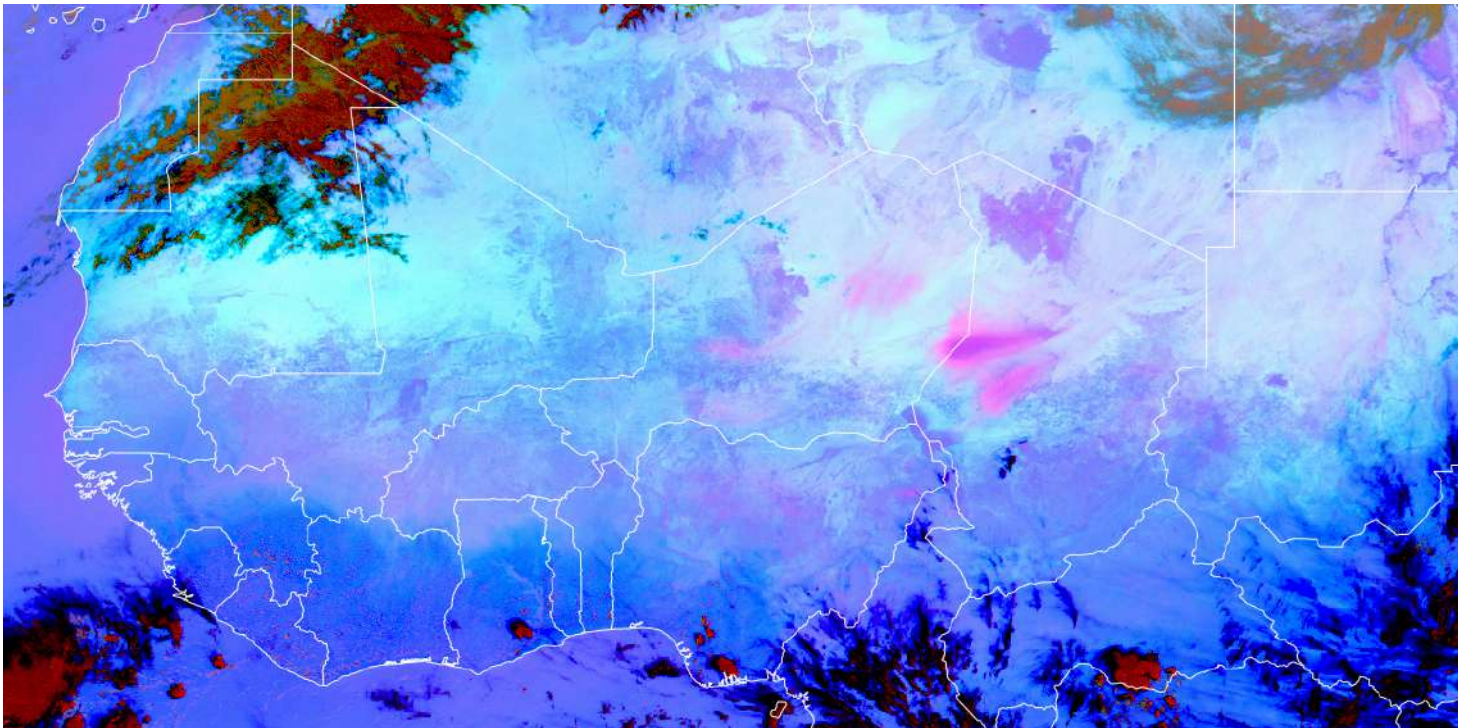
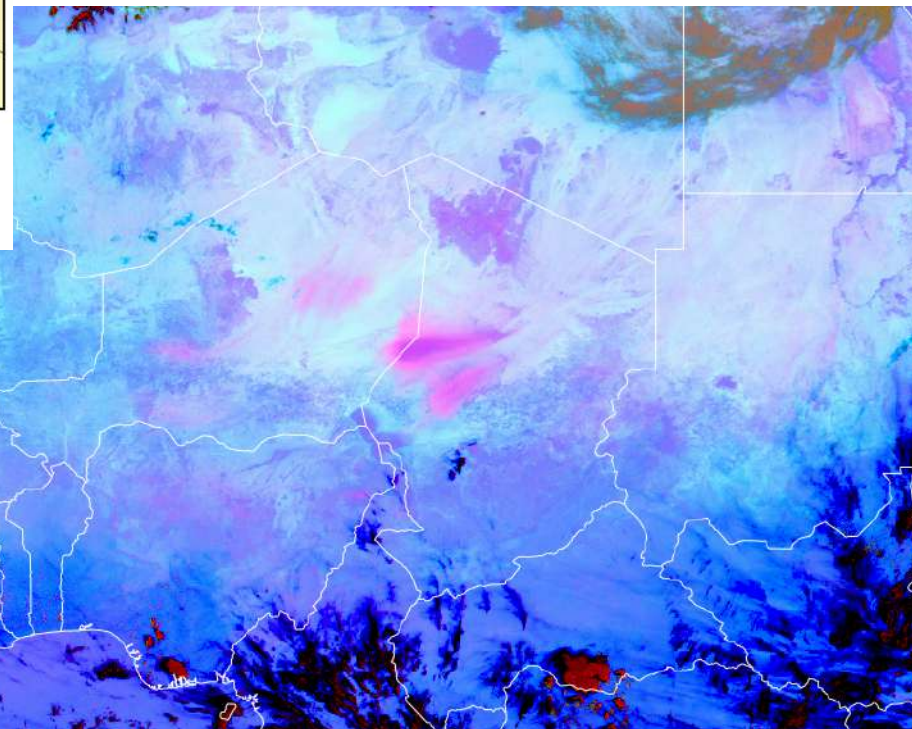
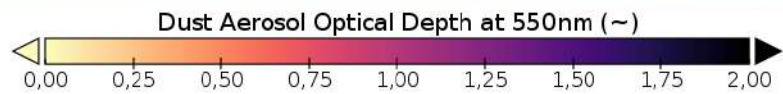
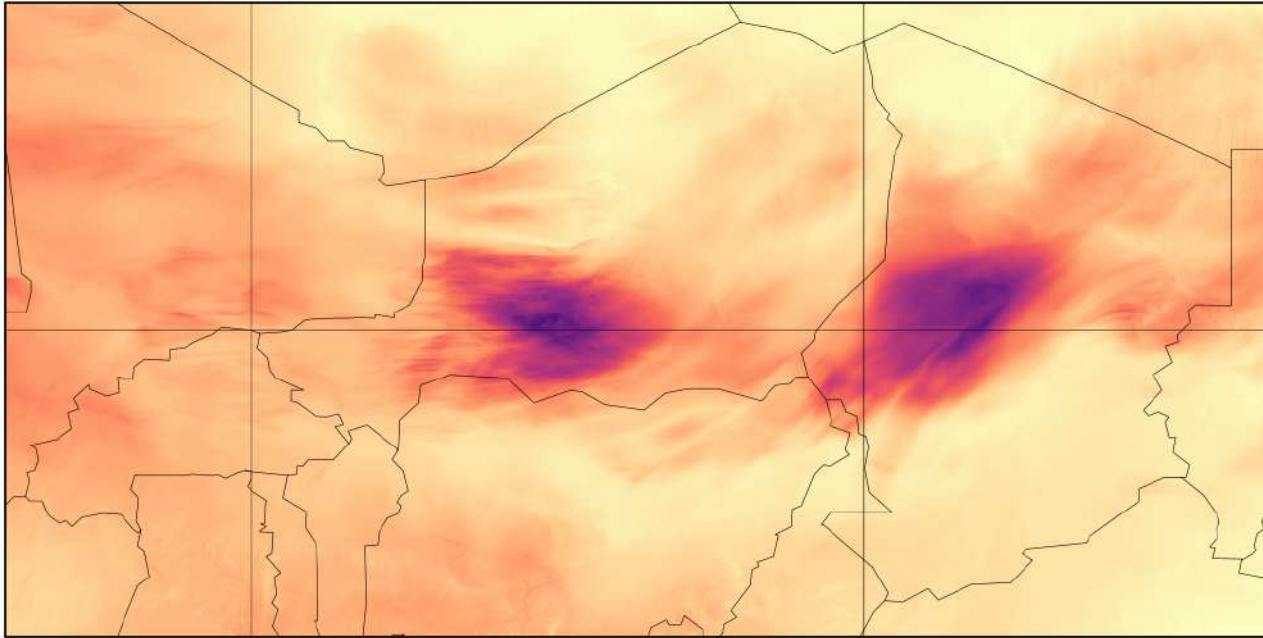


Image Seviri RGB Dust du 24 février 2022 à 14TU

Episode du 24 février 2022

Epaisseur optique à 550nm
24-02-2022 14TU



Plan

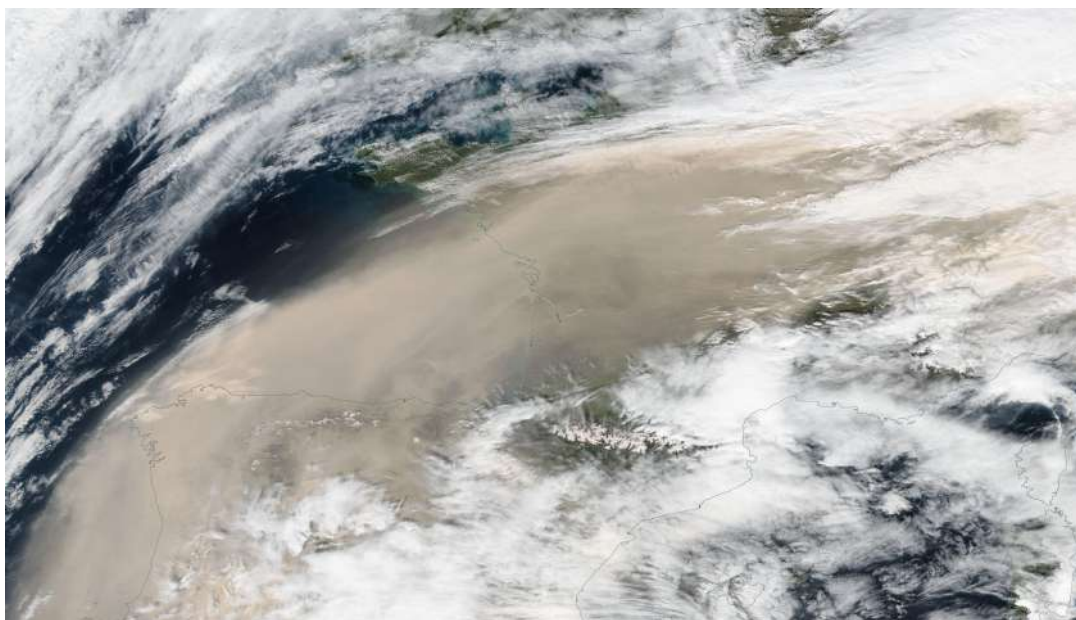
1. Le modèle AROME-Dust

2. Expérimentation sur le Sahel

3. Cas d'une remontée de poussière sur la France en mars 2022

Episode de mars 2022

- Un épisode de remontée de poussières désertiques depuis le Sahara a eu lieu entre le 14 et le 18 mars 2022



Terra couleurs naturelles 15 mars 12TU

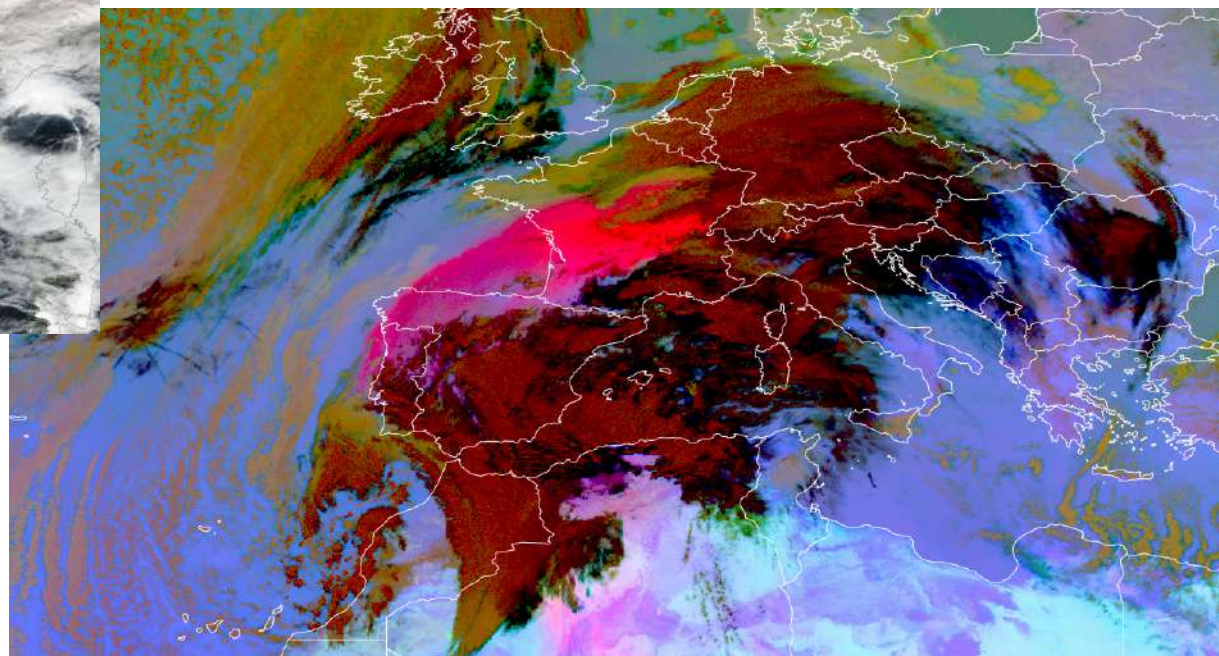


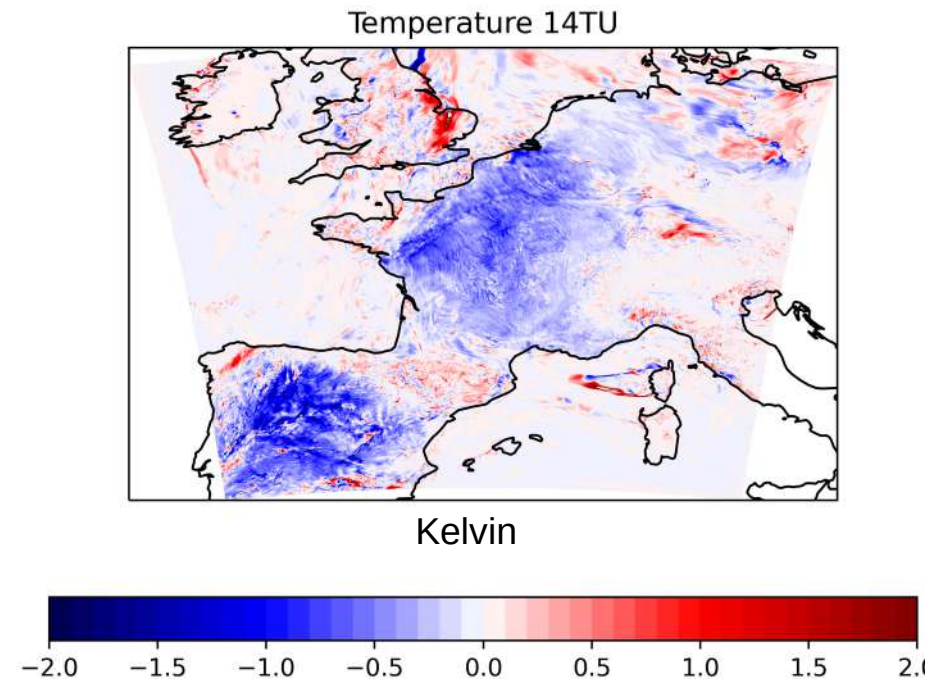
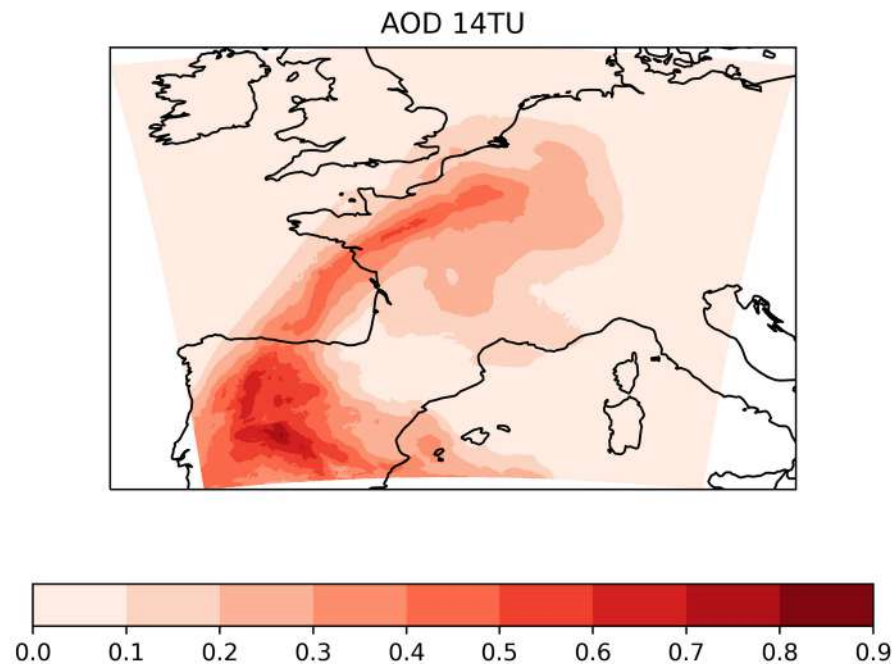
Image Seviri RGB Dust le 15 mars 09TU

Simulation réalisé sur le domaine France

- **Le cas d'étude de mars 2022 est l'occasion de tester l'efficacité du branchement des conditions aux limites issues du modèle MOCAGE et d'étudier les impacts sur les champs météorologiques.**
- **On utilise le cycle 46 d'AROME, avec un impact dans le rayonnement, mais pas de couplage avec la microphysique.**
- **Réalisation de prévisions de 24h cyclés du 10 au 20 mars sans réinitialisation ou assimilation.**
- **Utilisation du couplage ARPEGE opérationnel.**
- **Couplage latéral des poussières désertiques par les prévisions opérationnel MOCAGE.**

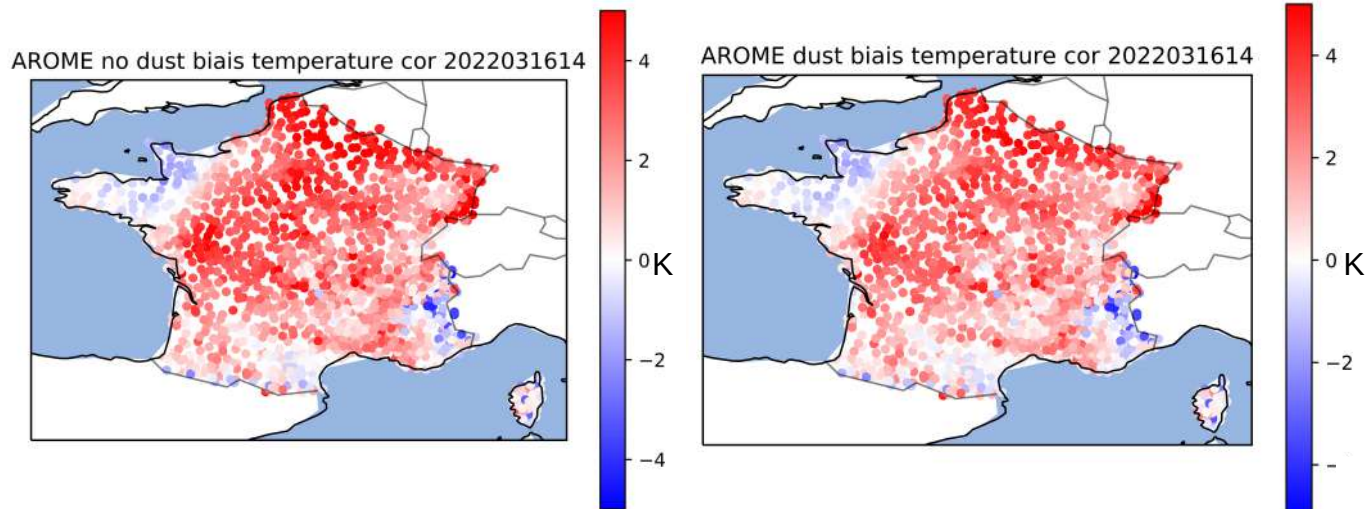
Impact sur la température le 16 mars à 14TU

- Zone de poussières désertiques qui survole la péninsule ibérique et qui remonte sur une zone survolant la moitié nord du pays
- On note un impact sur la température à 2m qui correspond à un refroidissement de l'ordre du degré sous le nuage de poussières



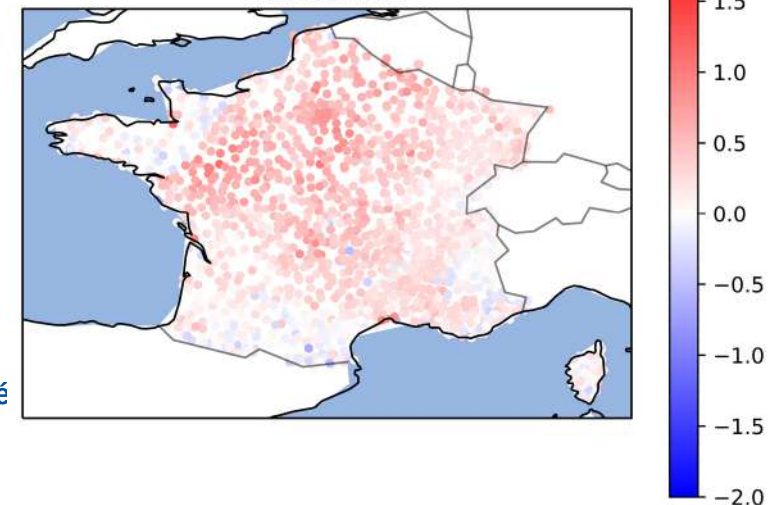
Impact sur la température le 16 mars à 14TU

- Scores par rapport aux stations SYNOP+RADOME
- Baisse du biais par rapport à la simulation sans poussières



- Pas de prise en compte de la microphysique permettant l'utilisation des poussières désertiques comme noyaux de condensation ou de glaciation
- L'impact sur la nébulosité est négligeable dans les simulations faites ici

$|\text{biais AROME}| - |\text{biais AROME dust}|$
température corrigée
2022031614



Conclusion

- **Nous avons présenté une version permettant la modélisation des poussières désertiques en-ligne, dans le modèle AROME, héritée de travaux antérieurs, en particulier sur le modèle ALADIN**
- **Ce modèle a montré de premiers résultats intéressants, tant sur la mise en suspension des poussières désertiques que sur leur impact sur la météorologie**
- **Il reste encore du travail pour parfaire le modèle, en particulier :**
 - **Etudier les données de physiographiques pour améliorer les émissions de poussières désertiques**
 - **Implémenter la prise en compte des aérosols dans les processus micro-physiques pour améliorer formation des nuages**
 - **Inclure la prise en compte des poussières désertiques dans le schéma de rayonnement ECRAD utilisé à partir du cycle 48.**



Merci de votre attention !

Jonathan.guth@meteo.fr

Réalisme des émissions de poussières en lien avec la convection ?

- La représentation des objets convectifs dans AROME permet de représenter des soulèvement à l'avant de ces derniers
- on se pose la question du réalisme de ces potentiels haboobs

