

# Paramétrisation de la turbulence dans le modèle ALADIN : Apport du schéma physique de turbulence TKE

Abdelhak BAHLOULI<sup>1\*</sup>, Mohamed BOUZGHAIA<sup>1</sup>, Oussama DOUBA<sup>1</sup>, Mohamed MOKHTARI<sup>1</sup>

## Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier le schéma physique de la turbulence utilisé dans le modèle opérationnel ALADIN de l'ONM. Pour ce faire, des simulations ont été réalisées avec deux configurations du modèle ALADIN afin de prospecter l'apport du schéma physique de turbulence sur le modèle. La situation choisie est celle du 30 novembre 2017 qui est caractérisée par une advection d'air froid sur le nord Algérie, ce qui a eu pour conséquence de fortes chutes de neige.

## Mots Clés:

ALADIN — Couche Limite Atmosphérique — Turbulence

<sup>1</sup> Office national de la météorologie (CNPM-ONM), Dar El Beida, Alger

\*Correspondant: bahloulimeteo19@gmail.com

## 1. Introduction

La couche limite atmosphérique (CLA) est directement soumise à l'influence de la surface terrestre. Le jour, elle absorbe le rayonnement solaire, et la nuit elle se refroidit par émission infrarouge. Ainsi, le sol impose à travers elle un flux de chaleur vers les étages atmosphériques supérieurs. D'autre part, la CLA est le siège d'un important cisaillement de vent (Wilson (2013)).

Ces deux effets combinés provoquent de la turbulence. La turbulence atmosphérique engendre des tourbillons de tailles variées. Les plus grands tourbillons sont créés par des flux ascendants qui vont du sol au sommet de la couche limite et par une subsidence compensatoire qui apparaît lorsque le flux heurte le sommet de la CLA. Les plus petits tourbillons sont de l'ordre du millimètre, taille pour laquelle les forces moléculaires entrent en jeu pour dissiper l'énergie.

La turbulence de couche limite influence fortement le comportement de l'atmosphère dans son ensemble en accélérant le transfert de matière et d'énergie entre la surface et les couches supérieures. Ainsi, la modélisation de la couche limite atmosphérique représente un enjeu important pour la prévision du temps et la projection climatique.

Dans des travaux antérieurs, il a été remarqué une sous-estimation des coefficients de transports au sein de la CLA dans la configuration opérationnelle ALADIN-Algérie conduisant à une surestimation systématique du vent et de la température au niveau de la surface. Cette étude est une première tentative d'ajuster la paramétrisation physique de la turbulence pour remédier à ce problème.

## 2. Physique des schémas de turbulence

Dans le modèle ALADIN la paramétrisation de la turbulence au sein de la CLA se fait par le schéma de Louis (Louis (1979)), avec un nombre de Richardson modifié pour l'évaluation de la convection peu profonde (Geleyn (1986)) pour corriger un excès de sécheresse dans le schéma d'origine.

Depuis 2009, une nouvelle physique pour la couche limite

planétaire est disponible dans le modèle ALADIN. Cette physique est basée sur le schéma CBR00 pour le calcul de l'énergie cinétique turbulente (TKE) (Cuxart et al. (2000)) et le schéma de la convection peu profonde KFB développé par Bechtold et al. (2001).

## 3. Description des expériences

L'expérience réalisée a consisté à modifier le schéma CBR00 par l'activation des fonctions **F0**, **F1**, **F2** impliquées dans le calcul des longueurs de mélange.

- **F0** : Fonction statistique asymétrique de BOUGEAULT, utilisé pour le calcul des coefficients d'échanges vertical turbulent et de la production thermique humide.
- **F1/F2** : Fonctions statistiques asymétriques, utilisées pour le calcul des nébulosités et de l'eau condensée stratiforme.

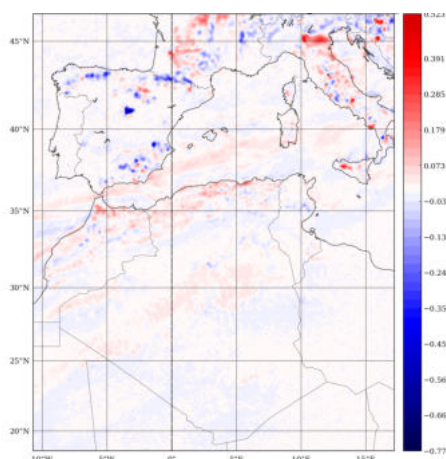
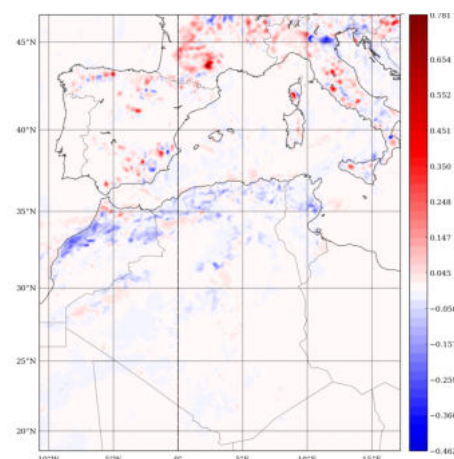
De plus, pour assurer la consistance de la nouvelle configuration, il a été nécessaire de procéder à un ajustement du schéma microphysique par l'activation du cycle cryoscopique. La période choisie pour ce test de sensibilité s'étend du 15 jusqu'à 30 novembre 2017. La comparaison des résultats se fait avec les observations des stations de : Annaba, Dar-El-Beida, Béjaia-Aéroport et Béchar.

Les figures 1 et 2 représentent la différence du vitesse des composantes méridiennes et zonales du vent prévues par ALADIN-OPER et ALADIN-EXP, obtenues pour la journée du 30 novembre 2017 à 00 h. Il est possible d'observer que les valeurs de différence du vent dans le domaine de l'Algérie sont comprises entre -0.033 et -0.138.

La figure 3 présente les diagrammes d'évolution et de dispersion de la vitesse du vent dans les différentes stations considérées. Le modèle suit les variations temporelles rapides de la vitesse du vent, mais restitue mal sa valeur. On observe en effet une surestimation systématique de ce paramètre particulièrement marquée à Dar-El-Beida et Béchar. Aucune tendance spécifique ne se dégage des diagrammes de dispersion, puisque les erreurs modèles semblent être indépendantes de la valeur de

**TABLE 1.** Écart quadratique moyen et biais pour les deux cas expérimental et opérationnel

STATION	RMSE (km/h)		BIAIS (km/h)	
	OPER	EXP	OPER	EXP
ANNABA	12,3	11,0	-2,6	-1,6
DAR-EL-BEIDA	11,1	11,7	-7,9	-8,3
BEJAIA-AEROPORT	11,5	10,6	+2,6	+2,8
CONSTANTINE	13,5	11,7	-7,5	-6,7
TEBESSA	11,9	10,2	-2,3	-1,0
ORAN-SENIA	13,0	12,4	-7,5	-6,8
BISKRA	13,2	10,7	-4,5	-2,3
TLEMEN-ZENATA	14,5	12,8	-7,0	-6,8
GHARDAIA	14,5	12,7	-7,1	-5,8
BECHAR	12,1	11,7	-8,0	-7,2
OUARGLA	15,1	13,8	-6,5	-6,5
IN-AMENAS	10,5	11,1	-0,1	+0,5
Moyenne	12,8	11,7	-4,87	-4,14


**FIGURE 1.** Différence entre la vitesse du vent méridien obtenue lors d'un couplage avec la chaîne opérationnelle et celle de la perturbation du modèle.

**FIGURE 2.** Différence entre la vitesse du vent zonal obtenue lors d'un couplage avec la chaîne opérationnelle et celle de la perturbation du modèle.

la vitesse du vent. L'expérience considérée tout en conservant les mêmes propriétés que l'opérationnel diminue légèrement la tendance du modèle à surestimer le vent.

Le calcul des indicateurs d'erreurs (table 1) renforce cette première analyse. En effet, une diminution de l'ordre de 10% du biais et de la racine de l'erreur quadratique moyenne sur le vent est observée.

#### 4. Conclusion

Ce travail avait pour objectif de montrer l'apport du schéma de turbulence sur le modèle ALADIN. Cette étude est basée sur une comparaison entre deux expériences. La première fait appel au schéma de turbulence utilisé en opérationnel. Par contre la deuxième expérience fait appel à une variante de ce schéma introduisant des fonctions statistiques asymétriques pour le calcul des longueurs de mélange. Une amélioration a été observée au niveau des indicateurs d'erreurs sur le vent à dix mètres. Cette amélioration peut être imputée à une intensification des échanges turbulents de quantité de mouvement entre la haute atmosphère et la surface. De plus amples investigations sont en cours, faisant intervenir des schémas plus élaborés de tur-

bulence (en particulier des schémas pronostiques).

#### Références

- Bechtold, P., Bazile, E., Guichard, F., Mascart, P., and Richard, E. (2001). A mass-flux convection scheme for regional and global models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 127(573) :869–886.
- Cuxart, J., Bougeault, P., and Redelsperger, J.-L. (2000). A turbulence scheme allowing for mesoscale and large-eddy simulations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 126(562) :1–30.
- Geleyn, J. (1986). Use of a modified richardson number for parameterizing the effect of shallow convection. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*, 64 :141–149.
- Louis, J.-F. (1979). A parametric model of vertical eddy fluxes in the atmosphere. *Boundary-Layer Meteorology*, 17(2) :187–202.
- Wilson, R. (2013). *Une introduction à la physique dans la couche limite planétaire*.

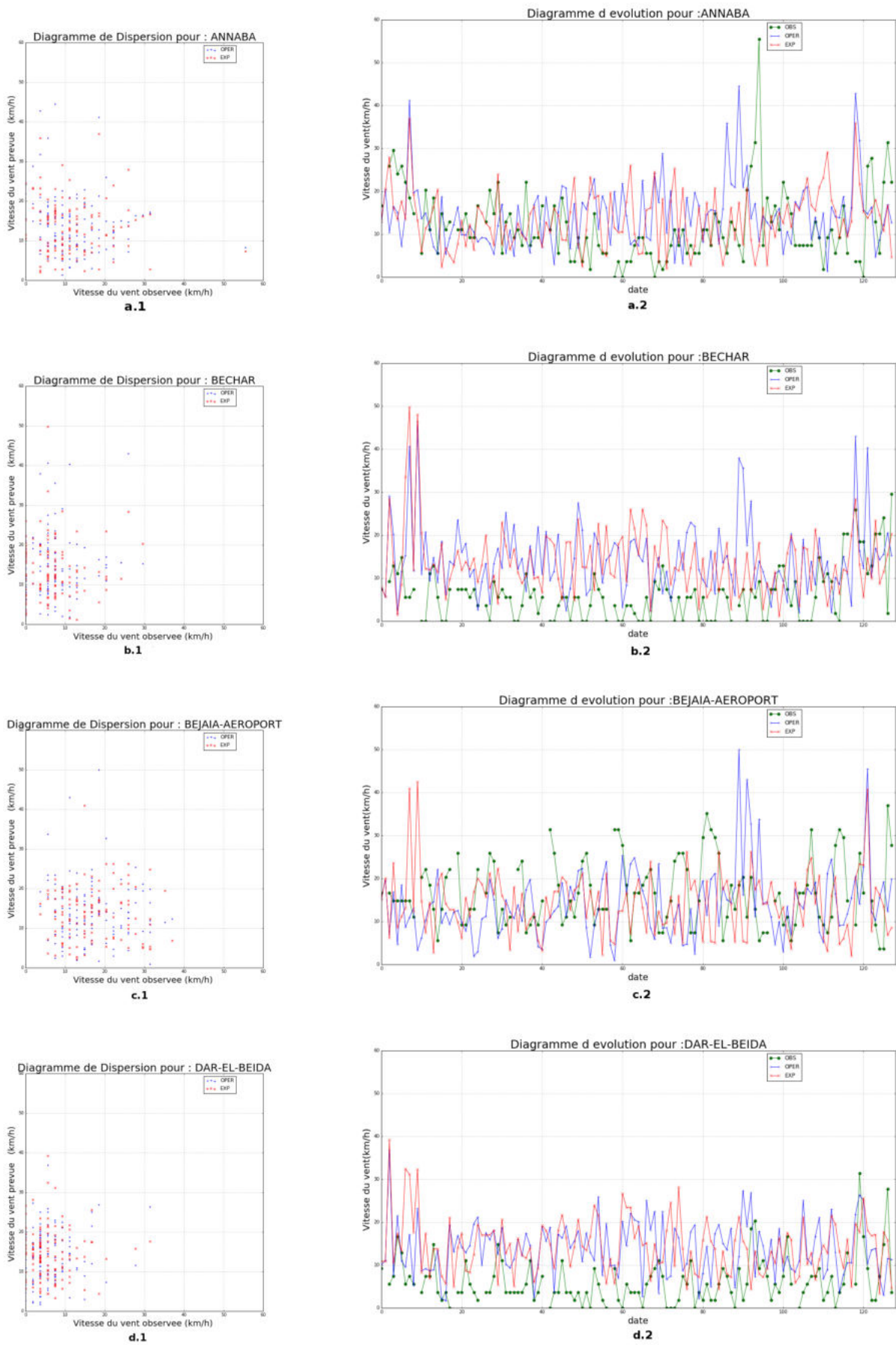


FIGURE 3. Diagrammes d’évolution et de dispersion du vent à dix mètres : ALADIN-OPER et ALADIN-EXP , 15 au 30 Novembre 2017