

Comparaison entre les précipitations prévues en utilisant deux schémas de convection : PCMT et Bougeault (1985)

Mohamed MOKHTARI ^{1*}, Islam BOUSRI ¹, Mohand Ouali AIT MEZIANE¹

Abstract

Une étude comparative entre les cumuls de précipitation simulés par ALADIN en utilisant deux schémas de convection a été réalisée. La première version utilise le schéma de convection de Bougeault [1] qui fonctionne actuellement en opérationnel dans la chaîne ALADIN-Algérie et la deuxième version utilise le schéma PCMT. La comparaison est faite par rapport aux observations enregistrées par les 84 stations de l'ONM durant la période qui s'étale du 01er janvier 2018 au 30 juin 2019 en utilisant la table de contingence. Les premiers résultats montrent que les scores obtenus avec le schéma PCMT sont meilleurs que ceux obtenus avec celui de Bougeault [1], notamment pour des situations pluvieuses intenses.

Keywords

Vague de chaleur, Canicule, Projection future

¹ Office national de la météorologie, Dar El Beida, Alger

*Correspondant: m_morad06@yahoo.fr

Contents

Introduction	1
1 Présentation des configurations ALADIN-OPER et ALADIN-PCMT	1
2 Description de la méthode de vérification	2
3 Résultats et discussions	2
4 Conclusion	3
References	3

Les précipitations font partie des phénomènes les plus difficiles à prévoir en raison de leurs grandes variabilités spatiale et temporelle, et de la complexité à modéliser la convection. Afin d'améliorer les modèles dans ce domaine, il est nécessaire de documenter leurs points forts et faibles, notamment par comparaison à une référence basée sur des observations. Cette étude est une partie de travail interne de recherche et développement de l'équipe ALADIN-Algérie. Elle s'intéresse aux prévisions de précipitations en Algérie en utilisant deux versions du modèle ALADIN. La première version utilise le schéma de convection de Bougeault [1] qui est actuellement utilisé en opérationnel dans la chaîne ALADIN-Algérie et la deuxième version utilise le schéma PCMT [2] [3]. Ces deux versions sont appelées, désormais : ALADIN-OPER et ALADIN-PCMT. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'apport du schéma PCMT pour la prévision des précipitations par rapport à ALADIN-OPER, en utilisant les données pluviométriques des stations d'observation synoptique comme références. Pour ce faire, nous avons utilisé une technique classique de vérification des pluies prévues, qui consiste en la comparaison point à point de l'observation et de la prévision par le biais d'une table de contingence. Après cette introduction, nous présenterons les deux configurations utilisées dans cette étude. Puis, nous

explicitons la méthode et les différents scores de vérification utilisés pour mettre en évidence la qualité des prévisions ALADIN. Ensuite, nous présenterons les principaux résultats et nous terminerons par une conclusion.

1. Présentation des configurations ALADIN-OPER et ALADIN-PCMT

Les caractéristiques de la configuration ALADIN relative au cycle utilisé (domaine et LBC) sont données par le tableau 1 :

La configuration de la version ALADIN-OPER utilisée est identique celle des modèles canoniques d'ALADIN décrite dans le papier de Termonia et al. (2018), voir Table 2.

En ce qui concerne la configuration ALADIN-PCMT, nous avons activé le schéma PCMT à la place du schéma de Bougeault [1]. Pour activer le schéma de PCMT dans ALADIN, nous avons pris comme référence une nomenclature OPER standard à laquelle nous avons apporté les modifications ci-après sur le block de nomenclature NAMPHY :

```
&NAMPHY
LCVPPKF=.FALSE.,
LCVRA=.FALSE.,
LECDEEP=.FALSE.,
LEDMFI=.TRUE.,
LGPCMT=.TRUE.,
LNCVPGY=.TRUE.,
```

Cycle	Résolution	Nombre de points	Nombre de niveaux	LBC	fréquence LBC	Pas de temps
Cy43t2.bf10	8Km	450x450	70 niveaux	ARPÉGE	3 heures	514.286 s

Table 1. Configuration ALADIN-OPER et ALADIN-PCMT

Parametrization and dynamics	Scheme	References
Dynamics	hydrostatic ARPEGE-ALADIN	Temperton et al. (2001)[4], Radnoti et al. (1995)[5]
Radiation	RRTMG_LW ,SW6	Mlawer et al. (1997)[6], Lacono et al. (2008)[7] Fouquart and Bonnel (1980)[8]
Turbulence	CBR	Cuxart and al.(2000)[9],Bougeault and Lacarrere(1989) [10]
Microphysics		Lopez (2002)[11], Boutelout et al.(2005)[12]
Shallow convection	KFB	Bechtold et al. (2001)[13], Bazile et al. (2011)[14]
Deep convection		Bougeault(1985)[1] [1]
Clouds		Smith (1990)[15]
Sedimentation scheme		Boutelout et al. (2011)[16]
Orographic gravity wave drag		Carty et al. (2008)
Surface scheme	SURFEX	Masson et al. (2013) [17]
LBC scheme	Davies scheme	Davies(1976)[18], Radnoti (1995)[5], Termonia (2012) [19]

Table 2. The ALADIN CMC

2. Description de la méthode de vérification

La méthode la plus courante utilisée pour vérifier la qualité de la prévision des précipitations par rapport aux observations est la table de contingence. Un système de prévision parfait ne produirait que des occurrences, corrigerait les négatifs et éviterait les ratés ou les fausses alarmes. Ensuite,

	OBS. YES	OBS. NO	Total
FCST. YES	Hits (a)	False alarms (b)	
FCST. NO	Misses (c)	Correct rejection (d)	
Total			

Table 3. Tableau de contingence de Finley [20]

nous avons calculé un certain nombre de coefficients qui sont définis ci-dessous : Précision, proportion correcte (Accuracy) : Score de biais (frequency bias) : La probabilité de détection considère la proportion des prévisions exactes sur le nombre de réalisations effectives de l'événement. Elle est calculée comme suit : La probabilité de détection (probability of detection, hit rate) :

$$H = \frac{a}{a+c} \quad (1)$$

Taux de fausse alarme (probabilité de fausse détection) :

$$F = \frac{b}{b+d} \quad (2)$$

La probabilité de fausse détection donne quant à elle la proportion de prévisions inexactes de l'événement sur le nombre de fois où l'événement ne s'est pas produit. Remarquez que cette mesure diffère du taux de fausses alarmes, que l'on mesure par la proportion de prévisions inexactes

d'un événement sur son nombre de prévisions. Proportion de fausses alarmes :

$$FAR = \frac{b}{a+b} \quad (3)$$

L'indice de menace TS est peut-être moins transparent que les autres indices. Afin de saisir son utilité, il faut revenir à la remarque suivante : il est facile d'obtenir une importante proportion de prévisions exactes lorsqu'il s'agit d'événements rares, puisque la plupart des prévisions négatives s'avéreront correctes. C'est-à-dire, d est un grand nombre, mais qui n'est pas assez explicite sur l'aptitude ou l'utilité d'une prévision. L'indice de menace élimine ces prévisions « faciles » : il donne la proportion de prévisions exactes d'un événement par rapport à toutes les prévisions sauf les prévisions faciles. Sa plage est comprise entre 0 et 1, la valeur 1 indiquant une prévision parfaite. Cet indice est utilisé assez fréquemment, avec raison. Contrairement aux indices H et FAR, il prend en compte les fausses alarmes et les événements manqués. Il s'agit donc d'un score plus équilibré. Indice de menace (threat score, critical success index) :

$$TS = \frac{a}{a+b+c} \quad (4)$$

Avec : $n = a + b + c + d$

3. Résultats et discussions

Les données d'observation utilisées sont les cumuls de précipitation en 24 heures enregistrés par les 84 stations synoptiques durant la période du 01er janvier 2018 au 30 juin 2019. Le nombre total de données utilisées est de 34161. Pour cette étude, nous avons imposé trois seuils :

- **1 mm** : pour vérifier la qualité de la prévision de l'occurrence de pluie.

- **10 mm** : seuil intermédiaire pour vérifier la qualité de la prévision pour les événements courants
- **20 mm (seuil de BMS)** : pour vérifier la qualité de la prévision pour les événements qui font l'objet de Bulletin Météorologique Spécial (BMS) à l'ONM. Nous avons pris la valeur maximale de pluie prévue sur les points de grilles qui se trouvent au voisinage de la station sur un rayon de 12 km (Fig. 1)

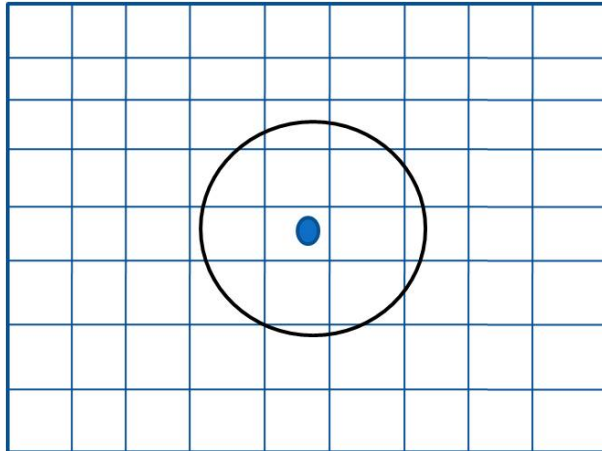


Fig.1 : Position de la station et les points de grilles pris en considération pour la vérification

Les tableaux 4, 5 et 6 montrent les valeurs des coefficients A, B, C et D obtenus pour les deux versions d'ALADIN en appliquant les seuils suivants : 1 mm, 10 mm et 20 mm.

	OBS : YES	OBS : NO	Total
FCST : YES	OPER : A = 4163 PCMT : A = 3890	OPER : B = 5463 PCMT : B = 3906	
FCST : NO	OPER : C = 349 PCMT : C = 622	OPER : D = 24186 PCMT : D = 25743	
Total			34161

Table 4. Valeurs des coefficients A, B, C et D pour le cas d'un seuil de 1 mm.

	OBS : YES	OBS : NO	Total
FCST : YES	OPER : A = 795 PCMT : A = 745	OPER : B = 1300 PCMT : B = 1005	
FCST : NO	OPER : C = 373 PCMT : C = 423	OPER : D = 31693 PCMT : D = 31988	
Total			34161

Table 5. Valeurs des coefficients A, B, C et D pour le cas d'un seuil de 10 mm

	OBS : YES	OBS : NO	Total
FCST : YES	OPER : A = 234 PCMT : A = 234	OPER : B = 451 PCMT : B = 379	
FCST : NO	OPER : C = 203 PCMT : C = 203	OPER : D = 33273 PCMT : D = 33345	
Total			34161

Table 6. Valeurs des coefficients A, B, C et D pour le cas d'un seuil de 20 mm.

L'analyse du tableau 7 montre que : - La proportion correcte ou la précision PC obtenue avec la version PCMT est toujours supérieur à celle calculée pour la version OPER et

cela pour les trois cas de seuils considérés. Ce qui nous permet d'avancer que pour notre période d'étude, le schéma PCMT est plus précis que OPER. - Le biais B obtenu avec la version PCMT est toujours inférieur à celui calculé avec la version OPER et cela pour les trois cas de seuils considérés. Ce qui nous permet d'avancer que pour notre période d'étude, le schéma PCMT est moins biaisé qu'OPER. - Par contre, la probabilité de détection H obtenue avec la version OPER est plus élevée par rapport à celle calculée avec la version PCMT pour les deux cas de seuils de 01 et 10 mm, alors que, les deux versions ont la même valeur de H pour le cas du seuil 20 mm. Cependant, la proportion de fausse alarme FAR enregistrée pour la version OPER est aussi plus élevée que celle obtenue avec la version PCMT. Ce qui nous permet d'avancer que le schéma de Bougeault (1985) est plus souple et plus flexible dans la génération des précipitations par rapport au schéma PCMT, en particulier pour les faibles précipitations (voir la figure 2 et 3 : deux exemples de situations pluvieuses ; l'une au nord du pays et l'autre au sud). Par contre, pour la cas des précipitations intenses (>20 mm), on constate que le schéma PCMT s'est mieux comporté par rapport au schéma OPER, car il donne une probabilité de détection égale à celle de la version OPER mais avec une proportion de fausse alarme moindre. Ces résultats sont confirmés par la valeur de l'indice de menace enregistré avec PCMT comparé à OPER. En effet, un « TS=1 » c-à-d le modèle est parfait (b et c sont nuls). En comparant les deux valeurs obtenues avec les deux schémas par rapport à la valeur idéale un « 1 » on trouve que la TS_PCMT est plus précise que la TS_OPER pour les trois cas de seuils appliqués

4. Conclusion

Une étude comparative entre les cumuls de précipitation simulés par ALADIN en utilisant deux schémas de convection, Bougeault et PCMT, a été réalisée. Pour vérifier ce type de prévision (précipitation) par rapport aux observations, nous avons utilisé le tableau de contingence indiquant les combinaisons binaires des fréquences des prévisions et des événements "oui" et "non". Nous avons ensuite relaté le nombre de combinaisons de prévisions (oui ou non) et d'observations (oui ou non), obtenu en appliquant trois seuils de précipitation. Les résultats obtenus montrent que les scores calculés pour la version PCMT sont meilleurs par rapport à ceux obtenus avec la version OPER, puisque pour tous les cas de seuil considérés la proportion correcte calculée avec PCMT est mieux que celle calculée avec OPER. Aussi, nous avons constaté que le schéma de Bougeault (1985) est plus souple et plus flexible dans la génération des pluies par rapport au PCMT, car ce dernier donne plus de fausses alarmes. Cette étude peut être améliorée avec la prise en compte de plus d'observations telles que les estimations satellitaires des précipitations ou encore les observations radars.

	Seuil 1 mm		Seuil 10 mm		Seuil 20 mm	
	OPER	PCMT	OPER	PCMT	OPER	PCMT
PC	82.9 %	86.7 %	95.1 %	95.8 %	98.0 %	98.2 %
B	1.40	2.13	1.72	1.79	1.49	1.56
H	92.2 %	86.2%	68.0 %	63.7 %	53.5 %	53.5 %
F	18.4 %	13.1 %	3.9 %	3.0 %	1.3 %	1.1 %
FAR	56.7 %	50.1 %	62.0 %	57.4 %	65.8 %	61.8 %
TS	41.7 %	46.2%	32.2 %	34.2%	26.3 %	28.6 %

Table 7. Scores de vérification

References

- [1] Philippe Bougeault. A simple parameterization of the large-scale effects of cumulus convection. *Monthly Weather Review*, 113(12):2108–2121, 1985.
- [2] Jean-Marcel Piriou, Jean-Luc Redelsperger, Jean-François Geleyn, Jean-Philippe Lafore, and Françoise Guichard. An approach for convective parameterization with memory: Separating microphysics and transport in grid-scale equations. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 64(11):4127–4139, 2007.
- [3] JF Guérémy. A continuous buoyancy based convection scheme: one-and three-dimensional validation. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 63(4):687–706, 2011.
- [4] Clive Temperton, Mariano Hortal, and Adrian Simmons. A two-time-level semi-lagrangian global spectral model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 127(571):111–127, 2001.
- [5] Gábor Radnóti, J-E HAUGEN, B MACHENHAUER, and N GUSTAFSSON. Comments on 'a spectral limited-area formulation with time-dependent boundary conditions applied to the shallow-water equations'. reply. *Monthly weather review*, 123(10):3122–3124, 1995.
- [6] Eli J Mlawer, Steven J Taubman, Patrick D Brown, Michael J Iacono, and Shepard A Clough. Radiative transfer for inhomogeneous atmospheres: Rrtm, a validated correlated-k model for the longwave. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 102(D14):16663–16682, 1997.
- [7] Michael J Iacono, Jennifer S Delamere, Eli J Mlawer, Mark W Shephard, Shepard A Clough, and William D Collins. Radiative forcing by long-lived greenhouse gases: Calculations with the aer radiative transfer models. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D13), 2008.
- [8] Y Fouquart et al. Computations of solar heating of the earth's atmosphere: A new parameterization. 1980.
- [9] Joan Cuxart, Philippe Bougeault, and J-L Redelsperger. A turbulence scheme allowing for mesoscale and large-eddy simulations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 126(562):1–30, 2000.
- [10] Philippe Bougeault and Pierre Lacarrere. Parameterization of orography-induced turbulence in a mesobeta-scale model. *Monthly weather review*, 117(8):1872–1890, 1989.
- [11] Philippe Lopez. Implementation and validation of a new prognostic large-scale cloud and precipitation scheme for climate and data-assimilation purposes. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society: A journal of the atmospheric sciences, applied meteorology and physical oceanography*, 128(579):229–257, 2002.
- [12] Y Bouteloup, F Bouyssel, and P Marquet. Improvements of lopez's prognostic large scale cloud and precipitation scheme. *ALADIN Newsletter*, 28:66–73, 2005.
- [13] P Bechtold, E Bazile, F Guichard, P Mascart, and E Richard. A mass-flux convection scheme for regional and global models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 127(573):869–886, 2001.
- [14] Eric Bazile, P Marquet, Y Bouteloup, and F Bouyssel. The turbulent kinetic energy (tke) scheme in the nwp models at météo-france. In *ECMWF Workshop proceedings on "Diurnal cycles and the stable boundary layer*, pages 7–10, 2011.
- [15] RNB Smith. A scheme for predicting layer clouds and their water content in a general circulation model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 116(492):435–460, 1990.
- [16] Y Bouteloup, Y Seity, and E Bazile. Description of the sedimentation scheme used operationally in all m' et eo-france nwp models. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 63(2):300–311, 2011.
- [17] V Masson, P Le Moigne, E Martin, S Faroux, A Alias, R Alkama, S Belamari, A Barbu, A Boone, F Bouyssel, et al. The surfexv7. 2 land and ocean surface platform for coupled or offline simulation of earth surface variables and fluxes, geosci. model dev., 6, 929–960, 2013.
- [18] HuwC Davies. A lateral boundary formulation for multi-level prediction models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 102(432):405–418, 1976.
- [19] Piet Termonia, Fabrice Voitus, Daan Degrauwe, Steven Caluwaerts, and Rafiq Hamdi. Application of boyd's

periodization and relaxation method in a spectral atmospheric limited-area model. part i: Implementation and reproducibility tests. *Monthly Weather Review*, 140(10):3137–3148, 2012.

[20] Jno P Finley. Tornado predictions. *American Meteorological Journal. A Monthly Review of Meteorology and Allied Branches of Study (1884-1896)*, 1(3):85, 1884.

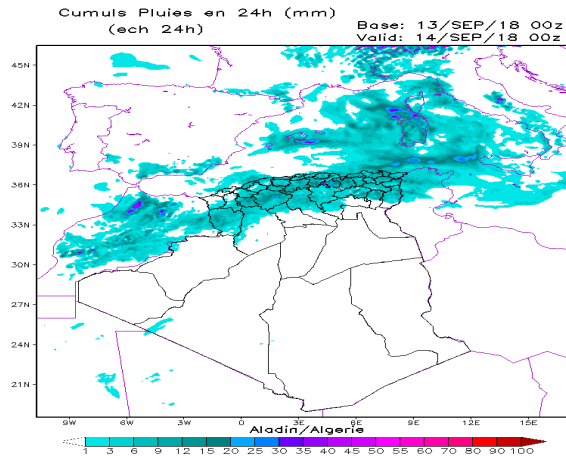
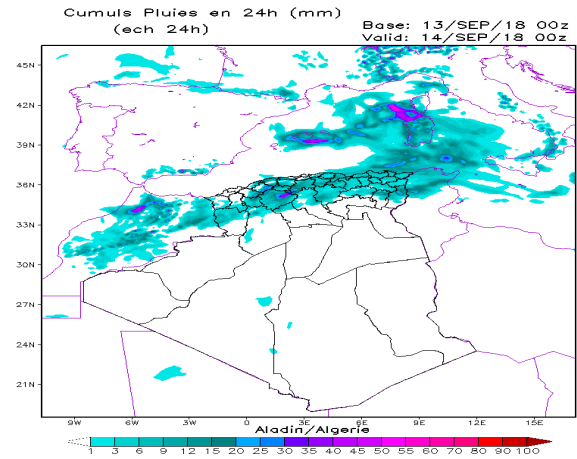


Fig.2 Cumuls de précipitation en 24h simulés par ALADIN-OPER pour la journée 13 septembre 2019



Cumuls de précipitation en 24h simulés par ALADIN-PCMT pour la journée de 13 septembre

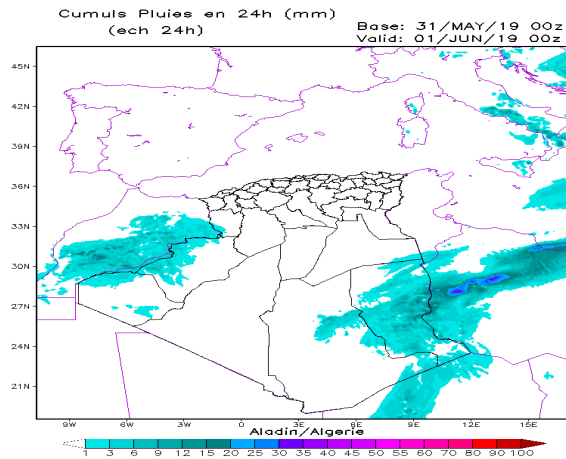
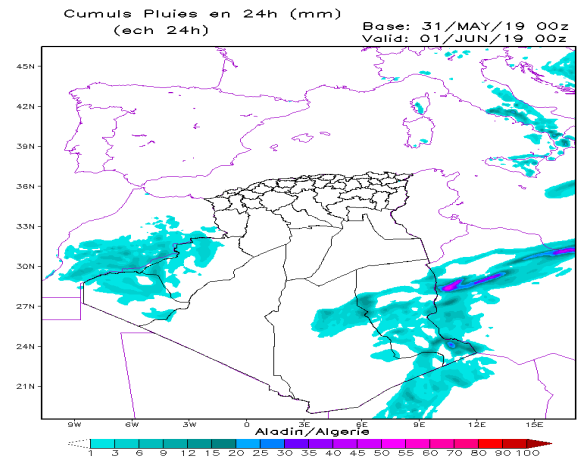


Fig.3 Cumuls de précipitation en 24h simulés par ALADIN-OPER pour la journée 31 mai 2019



Cumuls de précipitation en 24h simulés par ALADIN-PCMT pour la journée de 31 mai 2019