

# Indicateur de qualité des modèles Aladin et Arome - Algérie - pour les paramètres de surface

Sara CHIKHI<sup>1,2\*</sup>

## Abstract

Un indicateur de qualité des modèles opérationnels Aladin et Arome est déterminé. C'est un indicateur multi-paramétrique qui assemble les scores de température à 2 mètres, du vent à 10 mètres, de l'humidité à 2 mètres et de la pression au niveau de la mer, calculés par rapport à l'analyse Arpège pour les échéances 12h, 24h, et 48h du réseau de 00 heure UTC. Les scores de base sont les erreurs quadratiques moyennes mensuelles calculées suivant les nouvelles prescriptions de l'OMM, moyennée sur un mois glissant. L'indicateur final est la moyenne arithmétique de ces scores normalisés. Il est de l'ordre de 0.73 pour la configuration Aladin-Algérie, de 0.71 pour Aladin-Nord, et d'ordre 0.91 pour la configuration Arome. Une zone de confiance de ces trois modèles est estimée aussi entre  $\Delta x = [0.7:1.3]$ .

## Keywords

Indicateur de Performance, Zone de Confiance, Modèles Numériques, Analyse Arpège, Contrôle Objectif.

<sup>1</sup> Cellule Contrôle, Direction d'Exploitation Météorologique, Office National de la Météorologie, Dar el Beida, Alger, Algérie

<sup>2</sup> Département Énergétique et mécanique des Fluides, Faculté de Physique, Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene, Bab-Ezzouar, Alger, Algérie

\*Correspondant: scusthb@gmail.com

## Contents

1	<b>Introduction</b>	1
2	<b>Évolution de la qualité des modèles Aladin et Arome durant l'année 2022</b>	2
3	<b>Évolution des composantes de l'indicateur de performance des modèles Aladin et Arome durant l'année 2022</b>	3
4	<b>Indicateur de performance pour l'année 2022 et interprétation</b>	4
5	<b>Conclusion</b>	8
	<b>References</b>	8

## 1. Introduction

Dans le cadre d'un programme d'appui à la mise en œuvre de l'accord d'association entre l'Algérie et l'Union européenne (P3A), une chaîne de contrôle objectif des modèles de prévision numérique du temps a été établie à l'Office National de la Météorologie (ONM). Ce programme a démarré en mars 2020 et a été supervisé par Météo France. La chaîne de contrôle a été mise en opérationnelle vers la fin de l'année 2021. Cela a permis d'alimenter une base de donnée par des scores calculés quotidiennement et mensuellement des deux modèles opérationnels Aladin et Arome. Pour faciliter la comparaison entre les deux modèles Aladin et Arome, nous avons recalculé et extrait les scores d'Aladin sur un domaine identique à celui d'Arome. Ce nouveau domaine est désormais appelé Aladin-Nord (Aladin-N). Les deux autres domaines sont Aladin-G qui correspond à la configuration Aladin-Algérie et Arome-G qui correspond au

domaine Arome.

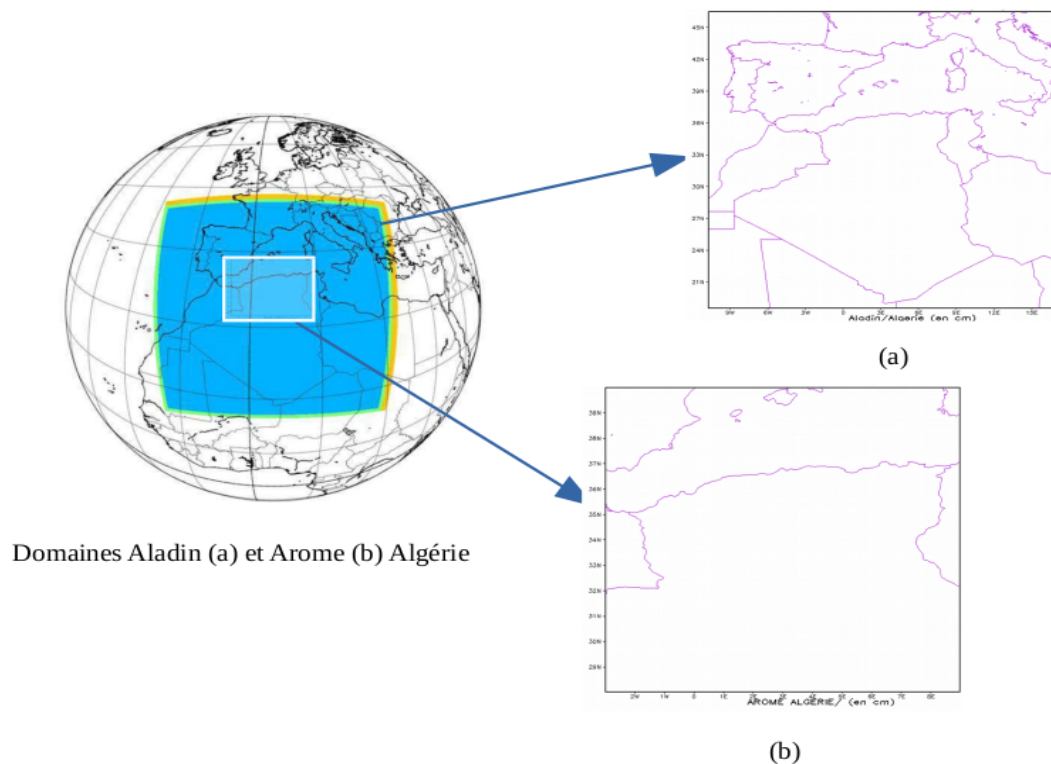
Un rapport récapitulatif décrivant la méthode et la référence de contrôle, les modèles, les domaines ainsi que les configurations contrôlés est aussi délivré chaque mois.

La détermination des indicateurs de performance de ces modèles constitue la troisième partie du programme de mise en œuvre de la chaîne de contrôle initié dans le cadre du projet de jumelage. Cette étape est indispensable pour le suivi et l'amélioration continue de la qualité de la prévision. Elle nécessite une base de donnée des scores pour au moins une année.

I.T. Jolliffe, D.B. Stephenson et al. [1], D.S. Wilks et al. [2] ont démontrés une méthode pour calculer les erreurs des modèles numériques du temps. Cette méthode est décrite aussi dans la note technique N°195 établie par le groupe de travail de l'utilisation de techniques modernes en météorologie aéronautique relevant de la commission de météorologie aéronautique (OMM-N° 770) [3]. C'est la même approche qui a été utilisée par S. Chikhi et al [4] pour construire la chaîne opérationnelle de contrôle objectif des modèles numériques au niveau de l'ONM. Le contrôle objectif quotidien de ces modèles ont permis le calcul d'un score mensuel pour chaque paramètre et pour chaque échéance. Ces scores calculés durant l'année 2022 ont permis de déterminer un indicateur de performance qui révèle la qualité de la prévision issus de ces deux modèles Aladin et Arome. De même, une zone de confiance avec un pourcentage d'erreur toléré a été déterminé pour ces deux modèles.

**Table 1.** Caractéristiques des modèles opérationnelles et domaines contrôlés.

Modèle	Aladin		Arome
Domaine de simulation	Grand Domaine Algérie	Nord de l'Algérie	Grand Domaine Algérie
Abréviation	Aladin-G	Aladin-N	Arome-G
Latitude	18.5 °N-46.5 °N	28 °N-40 °N	28 °N-40 °N
Longitude	11 °W-17 °E	03 °W-09 °E	03 °W-9 °E
Cycle	CY43T2.bf.10	CY43T2.bf.10	CY43T2.bf.10
Fréquence	1h	1h	1h
Résolution Horizontale	6km	6km	3km
Résolution Verticale	70 Niveaux	70 Niveaux	41 Niveaux
Réseau	00 UTC	00 UTC	00 UTC
Échéances maximales	72h	72h	48h
Nombre de Points	350 X 350	-	400 X 400
Référence de contrôle	ARPEGE		
Paramètres contrôlés	Température, Vent, Humidité, Pression au niveau de la mer, Géopotential		
Niveaux Contrôlés	Surface, 100 hPa, 200 hPa, 300 hPa, 400 hPa, 500 hPa, 700 hPa, 850 hPa, 1000 hPa		
Scores Calculés	Erreur Moyenne , Erreur Quadratique Moyenne, Ecart-Type		

**Figure 1.** Domaine Aladin (a) et Arome (b).

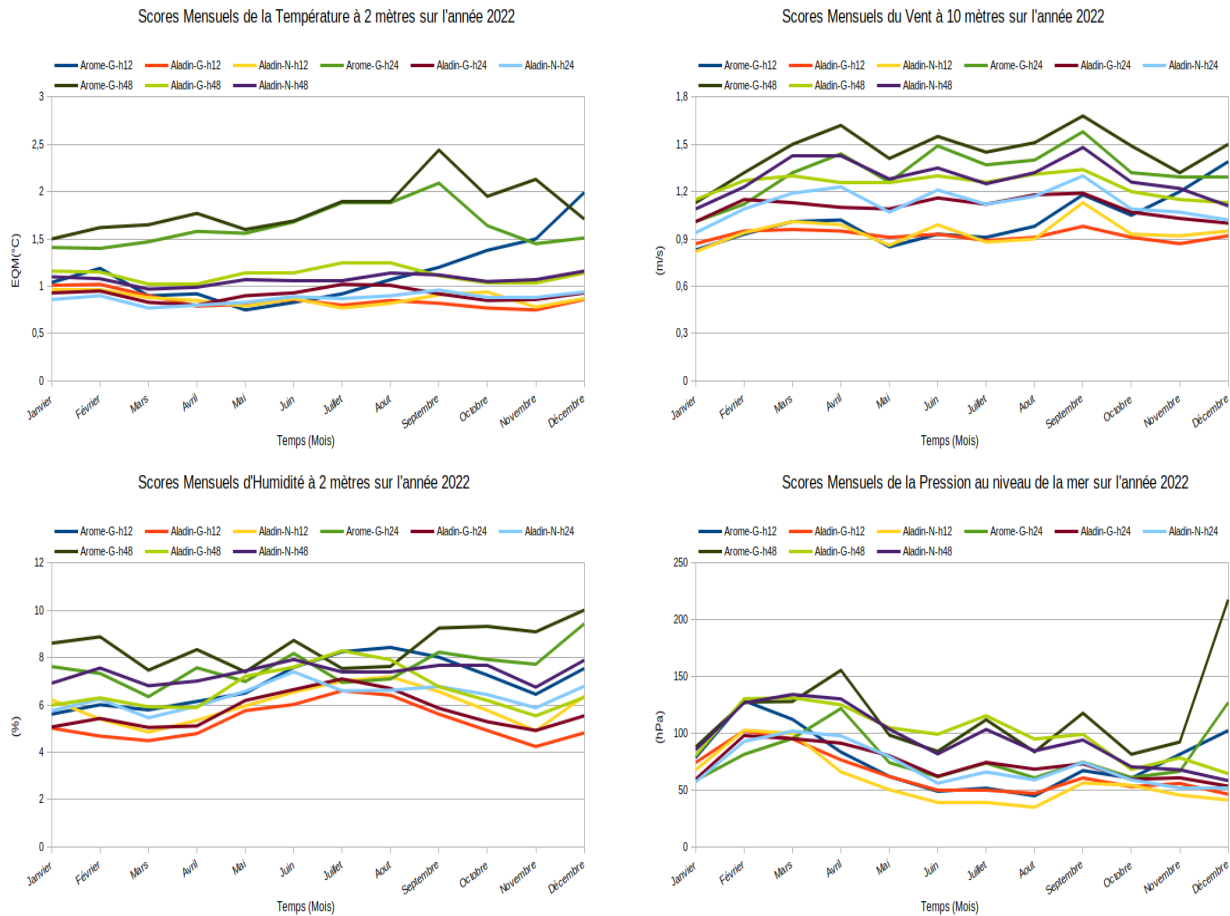
## 2. Évolution de la qualité des modèles Aladin et Arome durant l'année 2022

Sur la Figure 02, nous montrons l'évolution de l'erreur quadratique moyenne des paramètres de surface calculée sur les trois domaines Aladin-G, Aladin-N, et Arome-G enregistrée durant l'année 2022 pour les échéances 12h, 24h et 48h.

Les courbes d'évolution des erreurs quadratiques moyennes de l'année 2022 calculés pour les trois domaines prése-

ntent des allures très proches entre elles avec des valeurs les plus élevées affectées au modèle Arome. Un pic d'erreurs a été enregistré au mois de septembre 2022 pour la température et le vent, et au mois de décembre pour les deux autres paramètres ; humidité et pression au niveau de la mer.

L'évolution des erreurs quadratiques moyennes en fonction des échéances a été évident. Car, l'erreur augmente en fur et à mesure qu'on s'éloigne du point de départ.



**Figure 2.** Évolution de l'Erreur Quadratique Moyenne (EQM) des modèles Aladin et Arome, sur les trois domaines Aladin-G, Aladin-N et Arome-G sur l'année 2022 pour la Température à 2 m, l'Humidité à 2 m, Vent à 10 m, et la pression au niveau de la mer enregistré aux échéances 12h, 24h et l'échéance 48h.

### 3. Évolution des composantes de l'indicateur de performance des modèles Aladin et Arome durant l'année 2022

L'indicateur de performance calculé pour les modèles Aladin et Arome sur les trois domaines prédéfinis est un indicateur multi-paramétrique qui assemble les scores de l'erreur quadratique moyenne des paramètres de température à 2 mètres, le vent à 10 mètres, l'Humidité à 2 mètres et la pression au niveau de la mer, pour les échéances 12h, 24h, et 48h du réseau de 00 heure UTC [5]. Les scores de base sont les erreurs quadratiques moyennes mensuelles [6] calculées suivant les nouvelles prescriptions de l'OMM. Chaque erreur quadratique moyenne est moyennée sur un mois glissant, alors que l'indicateur final est la moyenne arithmétique de ces scores normalisés. La figure 03 montre l'évolution de l'EQM calculé sur une moyenne glissante mensuelle obtenue par la formule (1) ou (2) (C'est une moyenne qui au lieu d'être calculée sur l'ensemble des n valeurs d'un échantillonnage, est calculée tour à tour sur chaque sous-ensemble de N valeurs consécutives ( $N <= n$ );

le sous-ensemble utilisé pour calculer chaque moyenne « glisse » sur l'ensemble des données). On fait la moyenne sur une fenêtre glissante (ou intervalle tournant), qui consiste à diviser l'intervalle de calcul de la moyenne dans un nombre défini de sous-intervalles de durée fixe. Cette moyenne est dite glissante parce qu'elle est recalculée de façon continue. Ce type de moyenne est utilisé généralement comme méthode de lissage de valeurs, en supprimant les fluctuations transitoires des scores de façon à en souligner les tendances à plus long termes.

Le lissage est amélioré comme le montre les figures. L'évolution temporelle des scores lissée a naturellement un retard, moins gênant que les variations brusques non filtrées. La même allure des courbes d'erreurs avec les mois de l'année 2022, y compris les pics enregistrés sont remarqués pour les moyennes glissantes.

$$\bar{x}_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x_{n-k} \quad (1)$$

$$\bar{x}_n = \frac{\bar{x}_{n-1} - x_{n-N}}{N} + \frac{x_n}{N} \quad (2)$$

Comme l'indicateur est défini par une moyenne arithmétique de tous les paramètres au trois échéances 12h, 24h et 48h, nous avons calculés le rapport entre la moyenne glissante et la moyenne normale des erreurs quadratiques moyennes pour avoir le même ordre de grandeur des scores de l'équation (3). La figure 04 montrent l'évolution des douze composantes (quatre paramètres et trois échéances pour chaque paramètre) de l'indicateur obtenu pour les trois domaines Aladin-G, Aladin-N et Arome-G de l'année 2022 en moyenne glissante mensuelle pour les paramètres de surface aux échéances suivantes 12h, 24h et 48h.

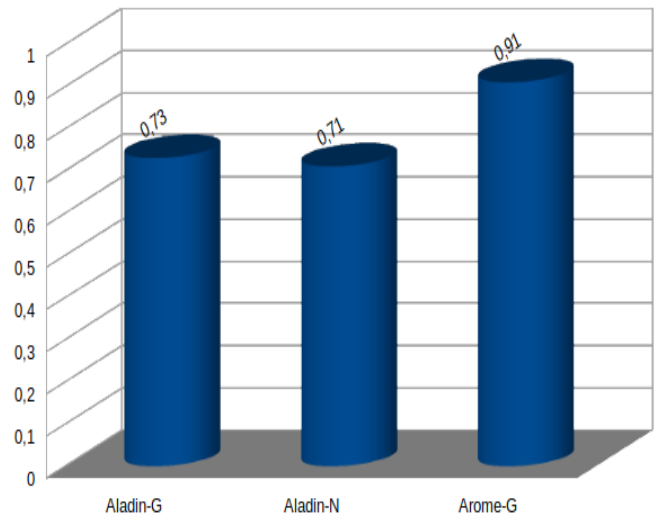
$$\% = \frac{\bar{x}_n}{\bar{x}} \quad (3)$$

Nous remarquons que l'erreur fluctue autour de 1 dans l'intervalle [0.7%, 1.3%]. Cette intervalle constituera la zone de confiance des modèles Aladin et Arome qui nous renseigne sur le comportement de ces deux modèles.

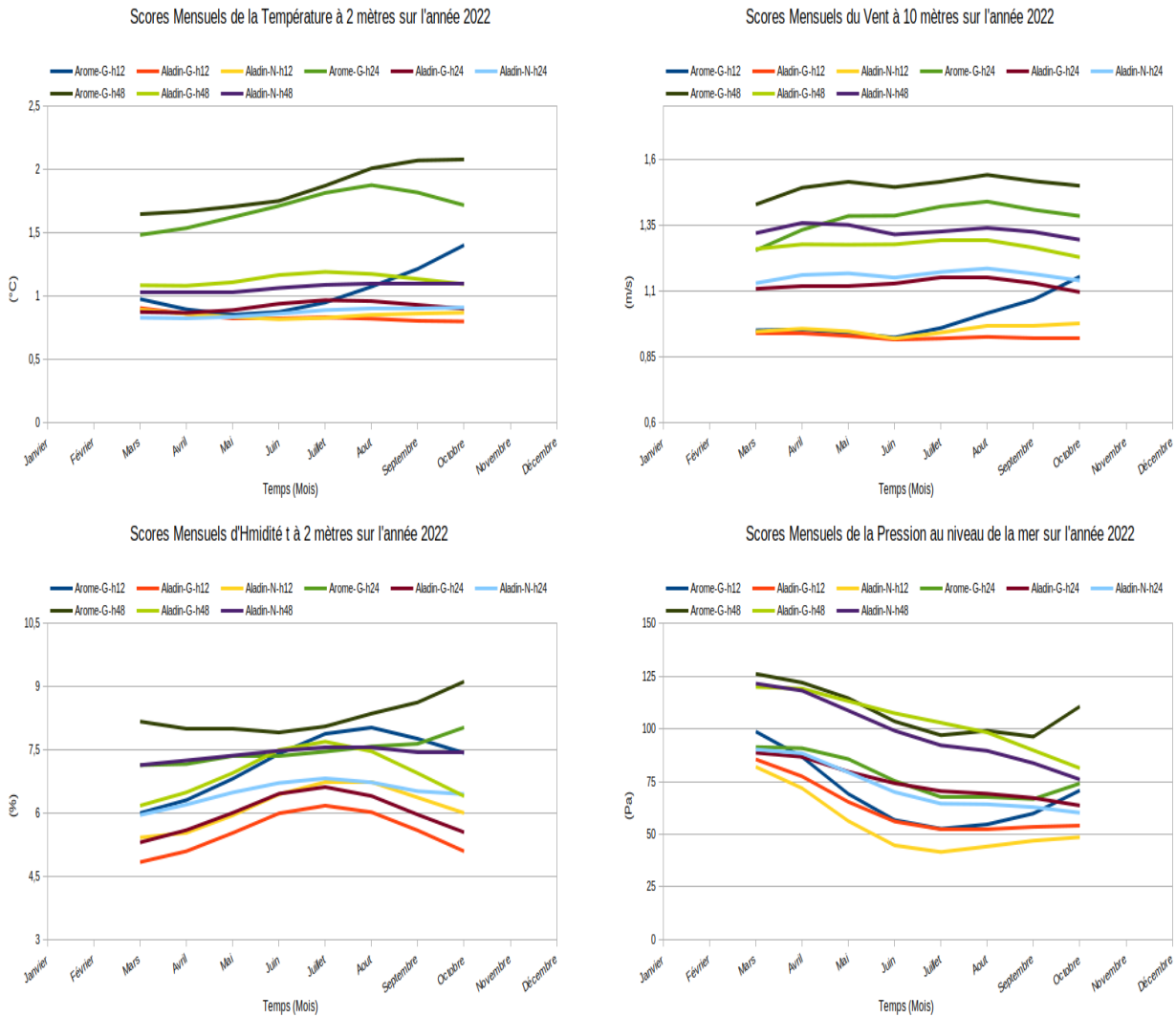
#### 4. Indicateur de performance pour l'année 2022 et interprétation

À partir des scores mensuels calculés précédemment, nous avons déterminé des indicateurs de performances pour Aladin et Arome. Ces indicateurs sont présentés par les figures 05. Nous remarquons que l'indicateur de performance calculés pour des trois domaines évolue en fonction de l'échéance. En outre, nous constatons que l'indicateur obtenu pour Arome est plus grand que celui d'Aladin. Cela est enregistré pour tous les paramètres et les échéances.

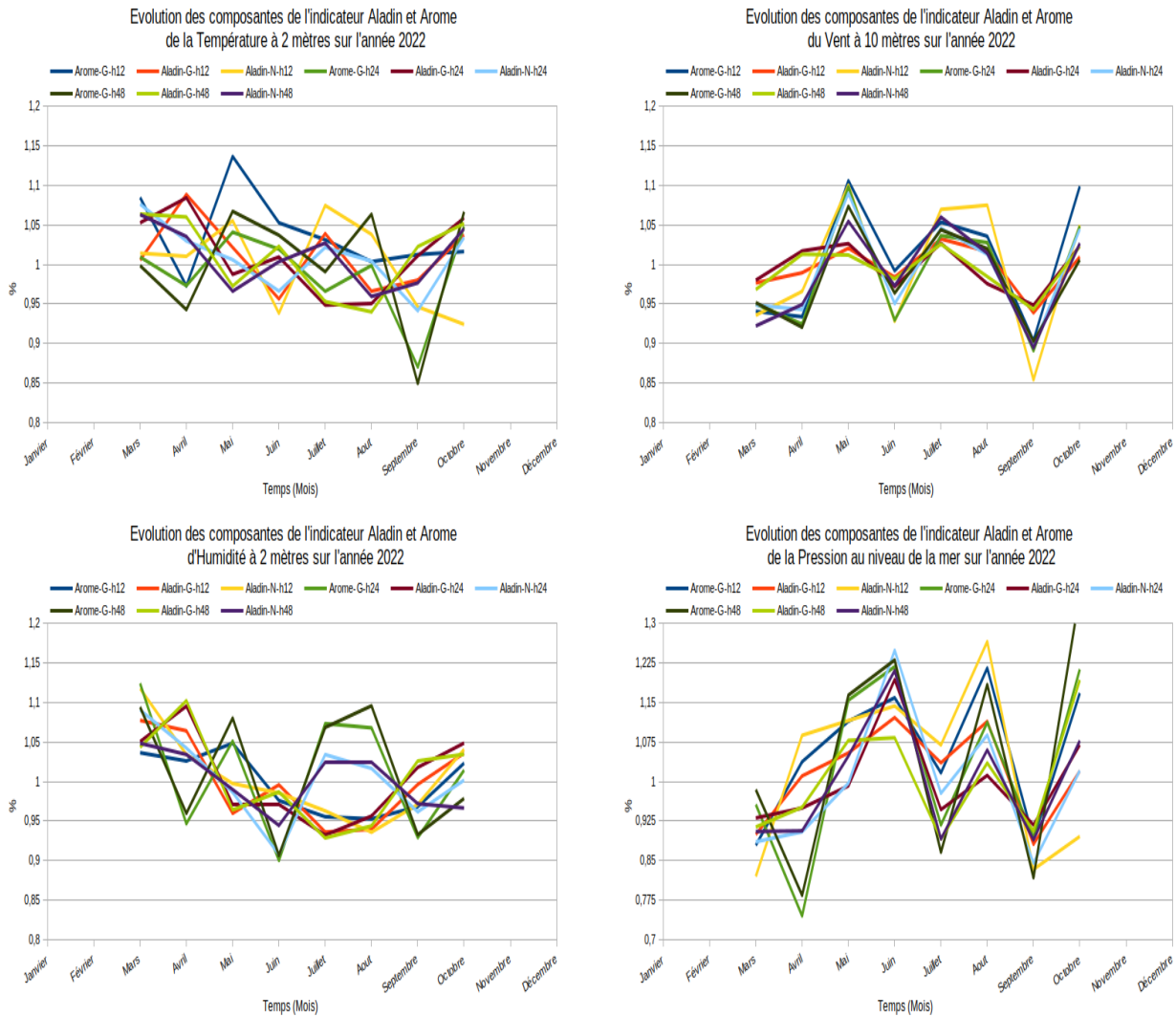
Nous avons représenté sur la figure 06 l'indicateur final des modèles Aladin et Arome pour les paramètres de surface. Cet indicateur est la moyenne arithmétique de tous les indicateurs obtenus pour les paramètres de surface et à des échéances 12h, 24h et 48h. Comme ces indicateurs ont été calculés à partir des erreurs quadratiques moyennes normalisées alors ils sont faibles lorsque l'erreur est faible. De même pour l'indicateur final. Donc, le modèle qui a un indicateur plus faible est mieux placé par rapport à celui qui a un indicateur fort. De ce fait, et d'après la figure 6 on déduit que la qualité de la prévision de modèles Aladin sur le domaine Nord surclasse celle d'Arome.



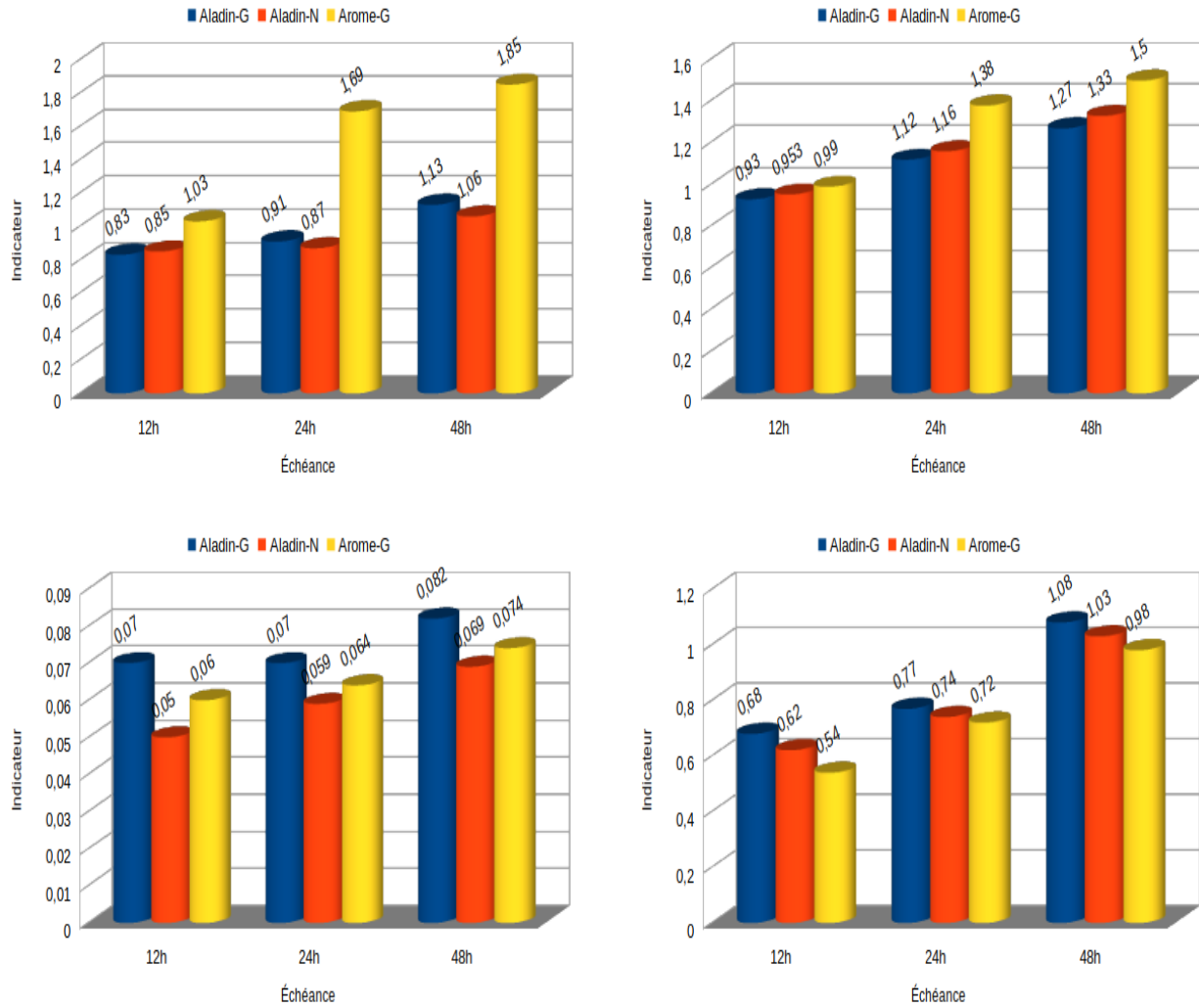
**figure 06.** Indicateur final de performance des modèles Aladin et Arome calculés sur les trois domaines Aladin-G, Aladin-N et Arome-G, pour les paramètres de surface.



**Figure 3.** Évolution des moyennes glissantes des Erreurs Quadratiques Moyennes (EQM) des modèles Aladin-G, Aladin-N et Arome-G sur l'année 2022 pour la Température à 2 m (a), l'Humidité à 2 m, Vent à 10 m, et la pression au niveau de la mer enregistrés aux échéances 12h, 24h et l'échéance 48h.



**Figure 4.** Évolution des douze composantes de l'indicateur sur les domaines Aladin-G, Aladin-N et Arome-G de l'année 2022 en moyenne glissante mensuelle pour la Température à 2 m, l'Humidité à 2 m, Vent à 10 m, et la pression au niveau de la mer.



**Figure 5.** Indicateurs de performance des modèles Aladin et Arome calculés sur les trois domaines Aladin-G, Aladin-N et Arome-G pour les trois échéances du Réseau 00 : 12h, 24h et l'échéance 48h, de la température à 2 mètres (°C), du vent à 10 mètres (m/s), d'Humidité à 2 mètres %, et de la pression au niveau de la mer (hPa).

## 5. Conclusion

Nous avons calculé l'indicateur de performance de la chaîne de prévision numérique de temps Aladin et Arome. Cette indicateur est une combinaison entre les scores des erreurs quadratiques moyennes calculées durant l'année 2022 pour les paramètres de surface et pour les différentes échéances 12h, 24h et 24h. La zone de confiance estimée pour ces deux configurations de modèles se situe dans l'intervalle [0.7%, 1.3%]. Ces deux paramètres clés (indicateur de performance et intervalle de confiance) nous renseignent sur le comportement de nos modèles opérationnels et nous permettrons le suivi continu de la qualité de nos modèles.

Les premiers résultats de cet indicateur calculé par rapport à la référence ARPEGE montre que la qualité de la prévision Aladin est meilleur par rapport à celle d'Arome.

## References

- [1] Ian T Jolliffe and David B Stephenson. *Forecast verification: a practitioner's guide in atmospheric science*. John Wiley & Sons, 2012.
- [2] Daniel S Wilks. *Statistical methods in the atmospheric sciences*, volume 100. Academic press, 2011.
- [3] OMM. *Note technique N°195: Technique d'interprétation des produits de Prévision Numérique Du Temps pour la météorologie aéronautique*. Number OMM-N°770. Secrétariat de l'Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 1994.
- [4] S. Chikhi et al. Operational numerical weather prediction models verification at météo algérie. *ACCORD NL*, 1:25–35, October 2021.
- [5] Météo-France. Bulletin contrôle 2e trimestre (2020). 2020.
- [6] J. Stein et al. La vérification des prévisions météorologiques à météo-france. *La Météorologie*, (90), août 2015.