

# Assimilation CANARI des données surface SYNOP pour le modèle ALADIN Algérie

Idir DEHMOUS <sup>1\*</sup>, Mohand Ouali AIT MEZIANE<sup>1</sup>

## Résumé

Cet article présente les premiers résultats de l'implémentation de CANARI avec le modèle ALADIN à l'Office Nationale de Météorologie. En effet, CANARI est une technique d'assimilation qui utilise l'algorithme de l'interpolation optimale, opérationnelle à Météo France depuis les années 1990. En premier lieu, nous allons donner une brève description de l'étape du pré-Processing des observations qui a pour objectif la préparation des observations en format BUFR et la génération de la base de données ODB-ECMA (Observation Data Base), nécessaire en entrée pour CANARI. Ensuite, nous allons décrire notre expérience qui s'est déroulée sur une période s'étalant sur deux semaines du 13-04-2017 au 30-04-2017 en prenant la prévision du modèle ALADIN du réseau 00h valide à 06H comme ébauche et le fichier d'observations synoptiques de la même heure. Les deux paramètres analysés sont la température et l'humidité à deux mètres pour lesquels les valeurs données par la prévision opérationnelle et celles données par l'analyse sont comparées à l'observation.

## Mots Clés:

CANARI — ALADIN — SYNOP — ODB — Analyse

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

\*Correspondant: eddiedehmous@gmail.com

## 1. Introduction

L'un des problèmes majeurs de la prévision numérique du temps est de trouver l'état atmosphérique initial le plus proche de la réalité. Pour ce faire, l'assimilation de données est un ensemble de méthodes et de techniques qui permettent une meilleure estimation de cet état. Le principe de l'assimilation consiste à combiner les données observations, la prévision antérieure (ébauche) ainsi que l'information apportée par la climatologie, avec les approches des modèles d'assimilation pour obtenir des états atmosphériques initiaux analysés.

L'une des méthodes utilisées pour analyser certains paramètres au niveau de la surface est CANARI (Code d'Assimilation Nécessaire pour ARPEGE pour ses Rejet et son Initialisation) a été introduite durant les années 1990 à météo France pour le modèle à aire limitée ALADIN (Fischer et al. (2006)), elle repose sur le principe de l'interpolation optimale.

L'équation typique d'un problème d'interpolation optimale est donnée (Bouttier (2007)) par :

$$X_a = X_b + K(Y - H[X_b]) \quad (1)$$

Où

$$K = BH^T (HBH^T + R)^{-1} \quad (2)$$

Dans cette équation  $X_b$  est l'état d'ébauche (issue d'une prévision ancienne),  $X_a$  est l'état d'analyse,  $H$  opérateur d'observations qui tend à simuler les valeurs d'ébauche sur les points d'observations,  $B$  est la matrice de covariance d'erreur du modèle,  $R$  est matrice de covariance d'erreur des observations.

Notre travail consiste en le branchement de la chaîne d'assimilation des données CANARI au modèle ALADIN et mettre en évidence son apport à la qualité de la prévision. La chaîne a été branchée durant la période du 13-04-2017 au 30-04-2017. Nous avons pris la prévision du modèle ALADIN du réseau 00h valide à 06H comme ébauche et le fichier d'observations synoptiques de la même heure pour générer des états analysés.

Les deux paramètres analysés sont la température et l'humidité à deux mètres pour lesquels les valeurs données par la prévision opérationnelle et celles données par l'analyse sont comparées à l'observation.

## 2. Format et type d'observations

Météo France utilise le binaire OULAN pour générer le fichier OBSOUL afin de convertir les données alphanumérique en format lisible pour le programme BATOR. D'autres versions ont été développées du programme OULAN afin de tenir compte des stations d'observations des autres pays du consortium ALADIN, (Randriamampianina and Storto (2008)).

Au niveau de l'ONM, le programme OULAN n'étant pas disponible, les synops sont encodés directement en format BUFR, pour générer les fichiers d'entrées pour le programme BATOR.

Dans notre expérience 35 stations sont utilisées pour chaque analyse (figure-1).

## 3. Preprocessing des observations et préparation de l'ODB

Afin de réaliser nos expériences d'assimilation CANARI pour le domaine ALADIN Algérie, nous avons commencé par la préparation des observations en format ODB (Observation Data Base). Le format ODB a été développé eu sein de l'ECMWF (European center for Medium-range Weather Forecasts) et est conçu pour gérer des flux de données considérables d'observations (Saarinen (2004)).

Il existe deux types de formats ODB :

- Le format non compressé ECMA utilisé exclusivement pour le modèle CANARI et le screening quand il s'agit d'une configuration 3DVAR.

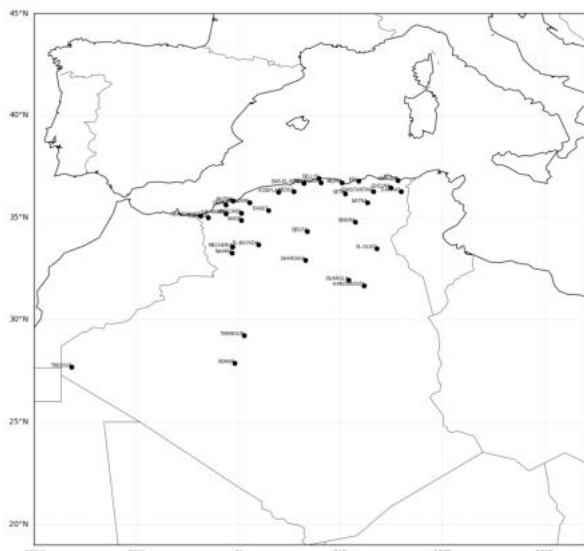


FIGURE 1. Emplacement des stations d'observations.

— le format compressé CCMA, généralement utilisée pour les configurations variationnelles ( 3DVAR , 4DVAR).

Dans notre expérience d'implémentation du modèle CANARI, l'ODB a été générée sous format ECMA. Le programme qui génère l'ODB est le binaire BATOR du code ARPGE/ALADIN. Ce dernier est un programme qui vise à extraire les observations à partir des données observées en formats OBSOUL, GRIB et BUFR et les écrire dans la base de données ODB.

Dans le cas où plusieurs types d'observations sont utilisés (AMDAR, ASCAT, etc), une sous base ECMA (ECMA.amdar, ECMA.ascat etc.) pour chaque type d'observation est nécessaire. Une fois les bases ECMA générées, elles sont ensuite fusionnées en utilisant le binaire `odbttools` (SHUFFLE). La base de données finale contient tous les fichiers requis, et est utilisée comme entrée pour CANARI.

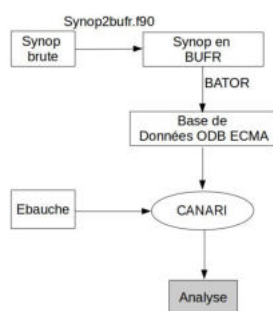


FIGURE 2. Processus d'analyse surface CANARI.

## 4. Description de l'expérience

Notre expérience d'assimilation CANARI pour le modèle ALADIN Algérie s'est déroulée sur la période allant du 13-04-2017 jusqu'au 30-04-2017 en prenant à chaque fois le fichier synoptique de 06h comportant les stations sélectionnées (figure 1), Les fichiers observations contiennent les paramètres

standards, à savoir la température à deux mètres, l'humidité relative à deux mètres, la pression au niveau de la mer, la nébulosité, la vitesse et la direction du vent, et la prévision ALADIN du réseau 00H valide à 06h. De plus, outre les données observations et le fichier ébauche, les deux fichiers climatologiques du mois en cours et du mois précédent sont nécessaire à la mise à jour des constantes climatologiques (végétation, albédo..etc.) Taillefer (2002). Par ailleurs, lors de la configuration de CANARI, seule l'analyse des deux variables températures et l'humidité relative à 2 mètres sont activées .

## 5. Résultats et Conclusions

### Impact d'une seule observation

La figure 3 et 4 montrent l'impact d'une seule observation sur la température et l'humidité à 2 mètre. Ces résultats concernent la station de Dar El-Beida pour la date du 13-04-2017 à 06h.

On remarque bien un incrément (différence analyse-ébauche) assez considérable pour les deux paramètres T2m et H2m. L'information apportée par la source d'observation tend à s'étaler sous l'effet de l'interpolation optimale en suivant des contour circulaires, puis s'atténue complètement à mesure que l'on s'éloigne de la station considérée ( à environ 100km du point d'observation), avec des incréments allant de  $-6^{\circ}\text{C}$  à  $6^{\circ}\text{C}$  pour la température et de  $-0.5\%$  à  $0.5\%$  pour l'humidité à deux mètres.

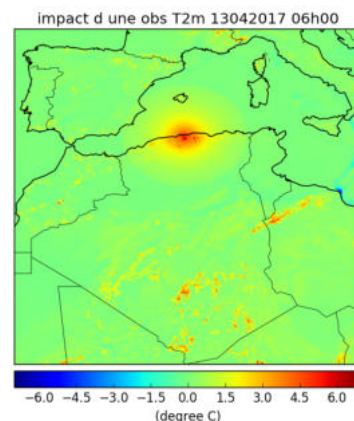


FIGURE 3. Impact d'une seule source d'observation sur le champ incrément (analyse- ébauche) de la température.

### Impact de plusieurs observations

Les figures ci-dessous montrent la différence entre le champs de température d'ébauche, issue de la prévision 06h et l'analyse obtenue après l'injection des observations. Afin de bien voir l'effet de l'analyse sur l'ébauche utilisée, seul l'analyse des deux paramètres, température et humidité à 2 mètre est activé.

En effet , étant donnée que la température à la surface de la mer (SST) utilisée dans notre analyse est celle du modèle ARPEGE interpolée sur la grille ALADIN 8km, les altérations que l'on voit sur les champs de température et de l'humidité analysé (figure 6 et 8) sont dues principalement à « l'étalement » de l'information apportée par les observations, particulièrement pour les régions du nord, nord ouest et sud-ouest. Ce sont des régions relativement à forte densité d'observation.

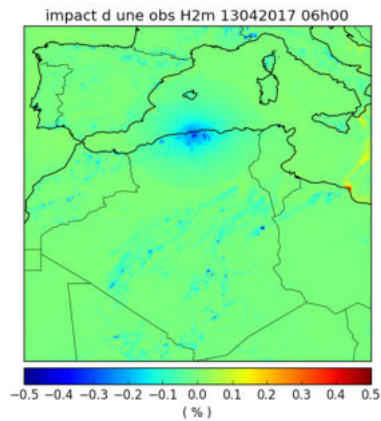


FIGURE 4. Impact d'une seule source d'observation sur le champ incrément (analyse- ébauche) de l'humidité.

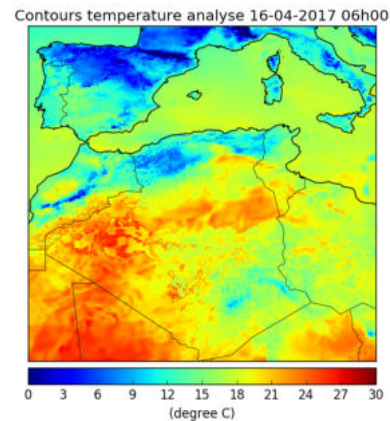


FIGURE 6. Profil de température à 2 mètre de l'analyse.

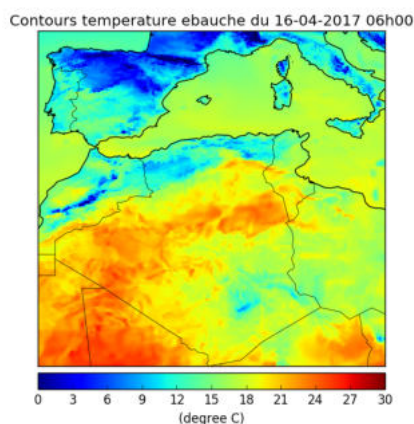


FIGURE 5. Profil de température à 2 mètre de l'ébauche.

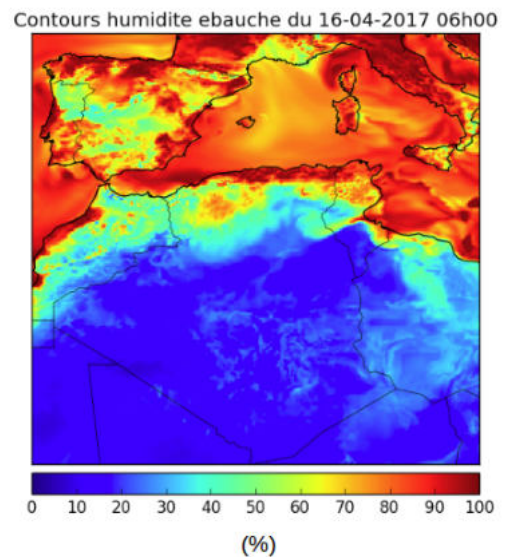


FIGURE 7. Profil humidité de surface de l'ébauche.

À cause du nombre réduit de stations d'observations utilisées pour notre expérience (35 stations), la différence entre les champs analysés et ceux extraits de l'ébauche est difficile à distinguer. Pour mieux mettre en évidence l'apport de ces dernières à l'analyse, l'évolution des paramètres T2m et H2m a été tracée au cours des différentes échéances, ainsi que leurs biais par rapport aux valeurs observées.

Concernant l'évolution de la température à 2 mètre, la figure 10 montre des biais nettement meilleurs comparés aux prévisions opérationnelles, soit un biais moyen de 2.45 °C pour les champs ébauche contre 1.70 °C pour les champs analysés. On remarque que l'analyse CANARI tend à prendre des valeurs comprises entre celles données par l'observation et celles données par l'ébauche (figure 9), excepté pour les journées du 26-04-2017 au 28-01-2017 où on remarque une légère dégradation des scores relatifs à l'analyse.

Quant à l'évolution de l'humidité en surface, la figure 11 montre des oscillations autour des données d'observations et de l'ébauche ALADIN. Néanmoins on constate que les valeurs de l'humidité analysée ont tendance à prendre des valeurs entre celles données par l'observation et par la prévision opérationnelle. D'autre part, la figure 12 montre une diminution des biais moyens entre l'analyse et l'ébauche avec 0.65 % pour l'ébauche et 0.40 % pour les humidités analysées.

## 6. Conclusion

D'après notre expérience on peut dire que le modèle CANARI a bien été implémenté sur HPC avec archivage des fichiers analyses et des bases de données ODB ont été générées à partir des observations synoptiques.

L'introduction des observations montre un impact sur le paramètre température à deux mètres (figure 9) avec une diminution appréciable du biais par rapport aux prévisions ALADIN non analysées (biais moyen de 2.45 °C pour l'ébauche contre 1.70 °C pour l'analyse).

Quant aux profils relatifs à l'humidité à deux mètres analysée, ils montrent des oscillations autour des données observations et de l'ébauche ALADIN (figure 11), néanmoins on constate une diminution des biais moyens entre l'analyse et l'ébauche 0.65 °C pour l'ébauche et 0.40 °C pour les humidités analysées (figure 10).

Finalement, des tests sur une durée plus étendue seront envisagés avec un cycle d'assimilation utilisant des observations principales (chaque 06h) (prise en compte des influences du rayonnement).

D'après notre expérience, on peut dire que le modèle CANARI a bien été implémenté avec succès sur le calculateur de l'ONM avec archivage des fichiers analyse et des bases de don-

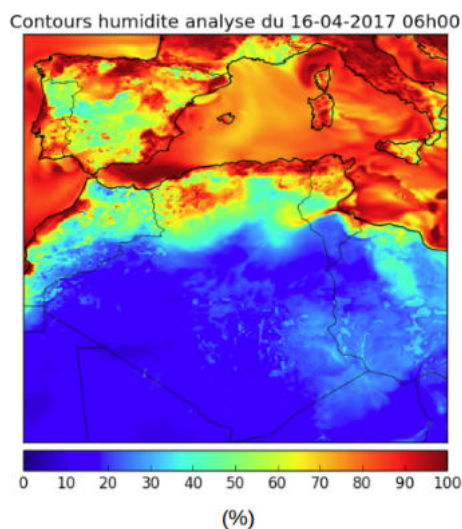


FIGURE 8. Profil humidité de surface de l'analyse.

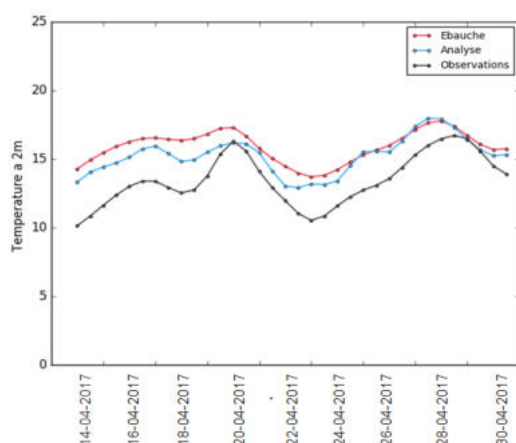


FIGURE 9. Température à deux mètres.

nées ODB générées à partir des observations synoptiques.

Les scores donnés par les analyses des deux paramètres T2m et H2m sont plutôt encourageant, avec des biais moyennement meilleurs comparé avec ceux données par les prévi-

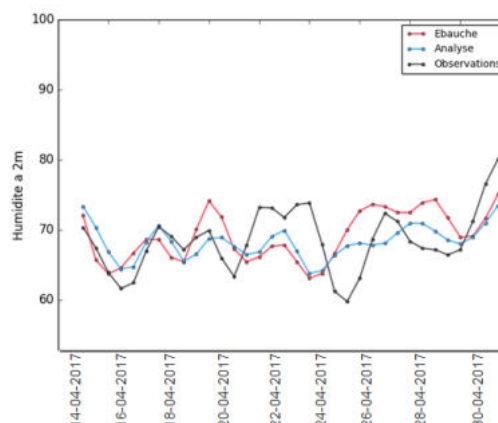


FIGURE 10. Humidité de surface donnée par l'ébauche, l'analyse et les observations.

sions non analysés. En effet , l'analyse combine les deux informations données par l'ébauche et l'observation et l'inter-pole par la méthode de l'interpolation optimale sur le domaine analysé. Par ailleurs, elle a un effet de redressement sur les prévisions données par le modèle ALADIN, lequel au sens statistique « oublie » les conditions initiales du modèle ARPEGE auquel il est couplé au fur et à mesure qu'il s'éloigne de son réseau d'assimilation (réseau 00h dans notre cas). Finalement, des tests sur des périodes plus étendues seront à envisager afin de tenir compte des réseaux d'intégration diurne (réseau 12h) ainsi que les effets des saisons sur les analyses CANARI).

## Références

- Bouttier, F. (2007). Arome, avenir de la prévision régionale.
- Fischer, C., Montmerle, T., Auger, L., and Lacroix, B. (2006). *Météorologie*, 54 édition.
- Randriamampianina, R. and Storto, A. (2008). Aladin-harmonie/norway and its assimilation system : the implementation phase. *HIRLAM Newsletter*, 54 :20–30.
- Saarinen, S. (2004). *ODB User Guide*. ECMWF, draft : 1st edition.
- Taillefer, F. (2002). Based on arpege cycle cy25t1 for aladin.