

Évaluation du paramètre « visibilité » avec AROME au Cy46t1.bf.06

Walid CHIKHI ^{a*}, Abdenour AMBAR ^a

Abstract

La prévision de la visibilité horizontale et le brouillard sont des éléments clés pour les services météorologiques et aéronautiques. Cet article présente une évaluation du nouveau schéma de calcul des visibilités dans le modèle AROME, développé par Ingrid Dombrowski-Etchevers et Yann Seity [1] dans le cycle 46t1. Ce nouveau schéma permet de calculer deux diagnostics de visibilité : la visibilité due aux nuages bas (PVISICLD) et la visibilité due aux hydrométéores pluie, neige et neige roulée (PVISIHYD). Afin de tester la performance de ces nouveaux diagnostics sur notre domaine, une nouvelle configuration AROME a été préparée, ayant pour centre l'aéroport d'Alger, avec une résolution horizontale de 500m et 90 niveaux verticaux. Pour la validation des résultats obtenus, nous avons utilisé les observations météorologiques issues des METARs au niveau de l'aérodrome d'Alger (DAAG). Les premiers résultats obtenus montrent que la visibilité simulée par le modèle AROME avec ce nouveau schéma s'approche dans l'ensemble des observations en termes de tendance et de variabilité, mais il a affiché tout de même certaines faiblesses par rapport à la saisie de quelques situations. Pour cette raison, un travail d'investigation et d'adaptation sera effectué, avec notamment un échantillon de tests plus importants, avant l'intégration de ces nouveaux diagnostics dans la chaîne opérationnelle.

Keywords

Prévision de visibilité, AROME, Brouillard, Brume, Hydrométéores.

^a Office national de la météorologie (DEM-ONM), Dar El Beida, Alger

^a Correspondant : waliidchikhi@gmail.com

Contents

Introduction	1
1 Motivation :	1
2 Approche scientifique :	2
3 Configuration AROME 500m et données utilisées :	3
4 Résultats et discussions :	3
5 Conclusion	4
References	4

La visibilité horizontale est la grandeur physique qui définit la perturbation visuelle causée par divers phénomènes (Pollutions, fumée, tempête de sable, Brouillard, Brume, Précipitations ...etc). Selon les disciplines, la visibilité prend plusieurs définitions. En météorologie, d'après l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM), la visibilité horizontale se définit comme suit : Étant donné la longueur du trajet que doit effectuer dans l'atmosphère un faisceau de rayons lumineux parallèles, émanant d'une lampe à incandescence, à une température de couleur de 2700 K, pour que l'intensité du flux lumineux soit réduite à 0,05 fois sa valeur originale.

À ce jour, la visibilité horizontale est une préoccupation majeure des services de prévisions météorologiques et aéronautiques. En effet, une réduction critique de la visibilité est synonyme de paralysie et gêne particulièrement aux services d'aviation. Plusieurs accidents et ruptures des transports aériens, maritimes et routiers ont été enregistrés et les conséquences ont été catastrophiques et coûteuses.

Pour cela, le suivi de la variation de visibilité s'avère d'une importance capitale pour le secteur économique et la navigation aérienne particulièrement. Dans cette étude, on s'intéressera d'avantage à la réduction de visibilité due aux nuages bas (brume, brouillard) et aux précipitations. La prévision du brouillard est très complexe et présente un défi aux services météorologiques, de nombreux centres de recherches ont développé des modèles pour la prévision de brouillard tel que COBEL (Code de brouillard à l'échelle locale) (Bergot et Guedalia, 1994 [2] ; Bergot et al., 2005 [3]). Ces derniers confrontés aux obstacles de la résolution verticale et horizontale, les ressources de calculs et la difficulté de la modélisation des processus de formation et dissipation de ce phénomène, les résultats de ces modèles restent toujours critiqués.

Dans cet article, nous présenterons une nouvelle approche de calcul des visibilités dans AROME, codée à MÉTÉO-FRANCE par Ingrid Etchevers (Dombrowski-Etchevers et al., 2018)[1] au niveau de la routine «acvisih.F90». Le modèle AROME a démontré une robustesse et une fiabilité relativement élevée grâce à son échelle convective qui permet de saisir les phénomènes locaux nécessitant une représentation à maille très fine.

1. Motivation :

La visibilité horizontale et la prévision du brouillard ont toujours été un sujet d'actualité à Météo-Algérie. Plusieurs tentatives pour la mise en place d'un système de prévision de brouillard ont été conduites à l'ONM (Zekhmi, 2014 [4];

Douba et Benrekta, 2019 [5]). Ces deux études ont suivi la même démarche qui consistait à déterminer l'occurrence du brouillard en post-traitement par un algorithme combinant un ensemble de conditions sur la base des sorties du Modèle AROME.

Cependant, notre étude vise à mettre en place des diagnostics de visibilité calculés dans AROME à partir des paramètres directement issus de la microphysique d'AROME. Ce nouveau schéma de visibilité, appelé « acvisih.F90 », a été intégré dans le cycle 46 du code ARPEGE/IFS.

Pour les besoins de cette étude, et afin de mieux tirer profit de la paramétrisation physique d'AROME, nous avons préparé une configuration à très haute résolution (500m) avec 90 niveaux verticaux les six (6) premiers niveaux sont situés entre cinq (5) et cent (100) mètres).

2. Approche scientifique :

La routine «**acvisih.F90**» calcule trois nouveaux paramètres (PVISICLD, PVISIHVD, PMXCLWC), respectivement, la visibilité liée aux nuages bas (brouillard et brume), la visibilité liée à trois types d'hydrométéores en chute (pluie, neige, neige roulée) et le contenu en eau liquide nuageuse, donnés en mètres et plafonnés à 20000m.

Le calcul de la visibilité par cette routine est basé sur la formule de Koschmieder qui relie la visibilité horizontale aux coefficients d'extinction des différents hydrométéores, à savoir : l'eau liquide, la glace, la neige, la pluie et la neige roulée.

$$PVISICLD = \frac{-\ln(0.05)}{0.013 + \beta_{cld} + \beta_{ice}} \quad (1)$$

PVISICLD : Visibilité liée aux nuages bas en mètres.

β_{cld} : Coefficient d'extinction due à l'eau liquide nuageuse.

β_{ice} : Coefficient d'extinction due à la glace nuageuse.

$$PVISIHVD = \frac{-\ln(0.05)}{0.013 + \beta_{rain} + \beta_{snow} + \beta_{graupel}} \quad (2)$$

PVISIHVD : Visibilité liée aux nuages bas en mètres.

β_{rain} : Coefficient d'extinction due aux précipitations.

β_{snow} : Coefficient d'extinction due à la neige.

$\beta_{graupel}$: Coefficient d'extinction due à la neige roulée.

Les coefficients d'extinctions β des deux formules (1) et (2) sont de la forme :

$$\beta = a * C^b$$

C : Contenu des hydrométéores (eau - glace - pluie - neige - neige roulée).

a, b : Des coefficients à déterminer empiriquement .

Pour activer le schéma «acvisih.F90», nous avons ajouté (LXVISI=.TRUE.) dans NAMXFU de la namelist e001 .

La hauteur des sorties est définie par HVISI dans NAMDVISI de la namelist de prévision (e001). Si HVISI indiqué est inférieure au niveau le plus bas du Modèle, HVISI prendra la valeur du premier niveau du modèle. Dans le cas HVISI demandé n'est pas un niveau du modèle, elle sera calculée par une interpolation des deux niveaux du modèle qui l'assiègent.

Par défaut, le modèle va calculer les visibilités à chaque pas de temps. Ensuite, un minimum horaire sera calculé (NVISIPERIOD=3600s).

Dans la même exécution, deux durées peuvent être demandées simultanément (NVISIPERIOD2=900s par défaut), en activant la clé (LXVISI2=.TRUE.) dans NAMXFU. La relation entre les différents coefficients et les formules peut être adaptée (COEF_CM1 ,COEF_CM2 ,COEF_CM3,COEF_IM1, COEF_IM2...) dans NAMDVISI.

Les différents blocs de la namelist e001 du CY46T1 qui nous permettent d'activer et d'adapter les sorties de visibilité se résument ainsi :

&NAMFA

```
YFA_VISICLD%CLNAME='CLSVISIN_60',
YFA_VISIHVD%CLNAME='CLSVISIHVDN60',
YFA_MXCLWC%CLNAME='CLD_WX_60M',
YFA_VISICLD2%CLNAME='VISICLD2',
YFA_VISIHVD2%CLNAME='VISIHVDCLD2',
YFA_MXCLWC2%CLNAME='MXCLWC2',
```

&NAMFPC

```
CFPXFU(1)='CLSVISIN_60',
CFPXFU(2)='CLSVISIHVDN60',
CFPXFU(3)='CLD_WX_60M',
CFPXFU(4)='VISICLD2',
CFPXFU(5)='VISIHVDCLD2',
CFPXFU(6)='CLD2',
```

&NAMXFU

```
LXVISI=.TRUE.,
LXVISI2=.TRUE.,
```

&NAMDVISI

```
HVISI=5.,
COEF_CM1=0.07649,
COEF_CM2=0.15602,
COEF_CM3=0.01937,
COEF_CM4=0.92246,
COEF_RM1=2.5,
COEF_RM2=0.75,
COEF_IM1=163.9,
COEF_IM2=1.,
COEF_SM1=10.4,
COEF_SM2=0.78,
COEF_GM1=2.4,
COEF_GM2=0.78,
```

3. Configuration AROME 500m et données utilisées :

Dans le cadre de cette étude, nous avons préparé une configuration AROME à très haute résolution, ce qui nous permettra de mieux saisir les épisodes d'apparition/dissipation de brume (entre 1 km et 5 km) et de brouillard (inférieure à 1 km) sur notre domaine. Le passage de la configuration AROME opérationnelle à Météo-Algerie (3km, 41 niveaux verticaux) à cette nouvelle configuration AROME (500m, 91 niveaux) nous a permis de passer de deux niveaux seulement à six au-dessous de 100m de hauteur. Des études antérieures ont mis en évidence l'apport positif de la résolution verticale fine sur les prévisions des brouillards par le modèle AROME (Phillip, A, 2016)[6].

La figure ci-dessous montre la distribution des hauteurs des niveaux verticaux pour les deux configurations (AROME opérationnelle à Météo-Algerie (41 niveaux) en croix rouge, et AROME 500m (90 niveaux) en points rouge) :

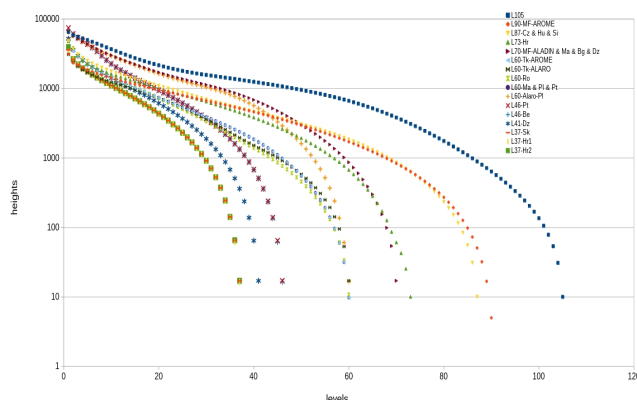


Figure 1. Hauteurs des niveaux verticaux des configurations AROME pour les différents partenaires ALADIN. Météo-Algerie (L41-DZ) étoiles bleues, MF (L90-MF) en croix rouge.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques de la nouvelle configuration AROME 500m:

Table 1. Les caractéristiques de la Configuration AROME 500m

Caractéristiques		AROME
Modèle coupleur		ARPEGE
Fréquence de couplage		1H
Résolution horizontale (selon x et y)		500mètres (0,5 Km)
Niveaux verticaux		90
Premier Niveau du modèle		5 mètres
Pas de temps		10 secondes
Grille		241 x 241
Domaine	Centre	3.2 °E - 36.5 °N
	Longitude	2.6 °E - 3.8 °E
	Latitude	35.9 °N - 37.1 °N

Afin de valider ces résultats, nous avons choisi le mois de décembre 2018 et la journée typique du 12 Mai 2018. Durant ce mois de décembre, nous avons enregistré un total de 17 jours avec une baisse de visibilité au-dessous des 5000m en raison de divers phénomènes obscurcissants (METARs), alors que pour la journée du 12/05/2018, l'aéroport d'Alger a enregistré une baisse très sévère de visibilité (quelques dizaines de mètres seulement).

A noter que la visibilité issue des METARs dans l'aérodrome d'Alger DAAG est une visibilité estimée par l'observateur. De ce fait, les valeurs de la visibilité calculées par AROME ne peuvent être vérifiées de manière exacte et on s'est contenté de voir si le modèle AROME avec le schéma «acvisih» arrive à détecter les séquences de variation de la visibilité.

Le tableau ci-dessous résume les coordonnées de l'aéroport DAAG et le point de grille AROME choisi pour la comparaison :

Table 2. Coordonnées de l'aéroport DAAG et le point de la grille AROME 500m .

Point	Coordonnées	
	DAAG(Houari-Boumediène)	Latitude
	Longitude	3.2169 °E
AROME 500m	Latitude	36.695 °N
	Longitude	3.215 °E

4. Résultats et discussions :

Situation du 05 – 12 – 2018 :

L'Analyse du graphique de visibilité (Figure 02) montre que AROME arrive à détecter la baisse sensible de la visibilité particulièrement avant 09h. Le modèle affiche aussi un bon suivi de l'amélioration après 09h, ou les valeurs dépassent nettement 5000m, avec une surestimation du modèle AROME.

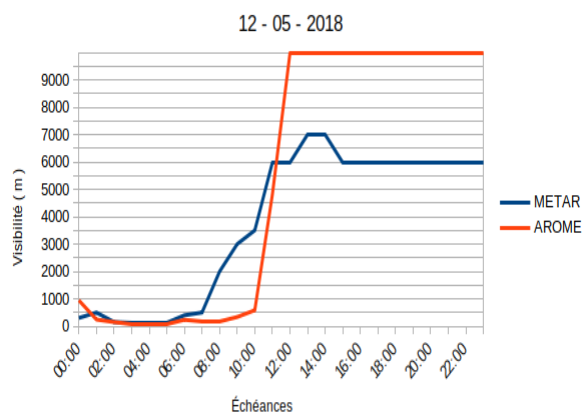


Figure 2. Diagramme de visibilité pour la journée du 05 Mai 2018 issu des observations (METAR) et simulation AROME.

Décembre 2018 :

Les graphiques ci-dessous (Figure 03) présentent quelques situations exceptionnelles du mois de décembre 2018. L'analyse de ces résultats révèle qu'ils sont vraisemblablement hétérogènes, avec parfois une bonne saisie de la baisse des visibilités comme le cas des journées 07 , 29 et 30 décembre 2018, mais parfois aussi des situations mal prévues comme le cas des journées 01, 10 et 12 décembre 2018. Ce comportement, bien qu'il soit étrange, pourra être expliqué par le type de phénomène réduisant la visibilité et par le type de brouillard aussi.

5. Conclusion

Pour cette première phase de notre travail, nous avons préparé une configuration AROME à maille très fine (500m, 90 niveaux). Comme nous avons activé puis testé les nouveaux diagnostics de visibilité d'AROME sur un seul endroit, à savoir l'aérodrome d'Alger. Dans l'ensemble, et pour quelques situations choisies, les résultats avaient montré un bon comportement par rapport aux tendances temporelles, mais nécessitent encore plus d'investigations sur ce nouveau schéma de visibilité ainsi que sur les seuils utilisés afin de mieux comprendre certains comportements non significatifs.

D'autant plus, les simulations n'étaient faites que sur un nombre limité de situations et la validation n'a été effectuée que sur un seul aérodrome (Alger). Par conséquent, d'autres tests nécessitent d'être effectués sur des périodes continues, et seront mis à la disposition des prévisionnistes pour une validation d'expertise afin de les confronter aux critiques qui vont certainement permettre d'améliorer ce travail.

L'objectif final vise en premier lieu à mettre ces diagnostics de visibilité d'AROME en opérationnel comme outil d'aide à la décision pour les prévisionnistes, particulièrement pour la partie aéronautique.

References

- [1] La visibilité : nouveau paramètre issu des modèles de prévision météorologique. http://www.meteo.fr/cic/meetings/2018/AMA/presentations/AMA_1402/13-%20presentation_AMAs2018_Visi.pdf. Accessed: Février 2018.
- [2] Thierry Bergot and Daniel Guedalia. Numerical forecasting of radiation fog. part i: Numerical model and sensitivity tests. *Monthly Weather Review*, 122(6):1218–1230, 1994.
- [3] Thierry Bergot, Dominique Carrer, Joël Noilhan, and Philippe Bougeault. Improved site-specific numerical prediction of fog and low clouds: A feasibility study. *Weather and Forecasting*, 20(4):627–646, 2005.
- [4] Etude de la tendance du modèle arome utilisé à l'onm à prévoir les phénomènes du brouillard. <http://di.univ-blida.dz:8080/xmlui/handle/123456789/2298>. Accessed:2014.
- [5] Étude de développement sur la prévision du brouillard, jama, vol. 4, 82-87 pp. https://onm-blog.meteo.dz/?page_id=119#. Accessed:2019.
- [6] Alexandre Philip. *Apport d'une résolution verticale plus fine dans le calcul des tendances physiques pour la modélisation du brouillard dans le modèle AROME*. PhD thesis, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier, 2016.

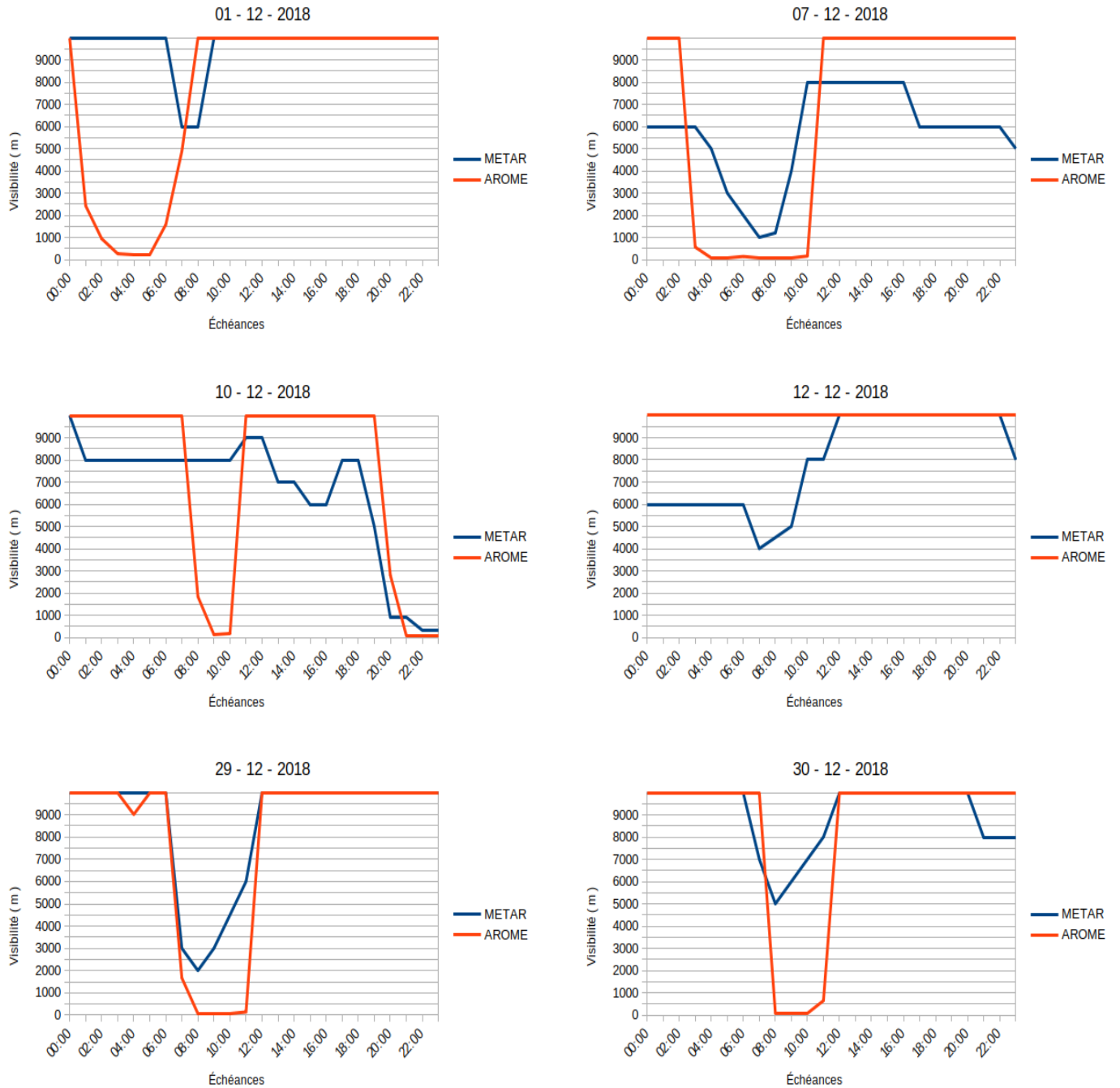


Figure 03 : Diagramme de visibilité pour quelques situations du mois de décembre 2018 issu des observations (METAR) et des simulations AROME.