

Apport de la résolution horizontale à la qualité de la prévision des situations convectives : Retour d'expérience ; situation du 20-21 Décembre 2020 à Jijel.

Khaled GASSI¹, Mohamed MOKHTARI², Ahmed BOUZID¹

Abstract

La prévision des phénomènes météorologiques à fine échelle tels que les orages, les rafales de vent, le brouillard, est très difficile en raison de leur forte variabilité spatiale et temporelle. Les modèles de fine échelle ont été conçus principalement pour améliorer la prévision de ces phénomènes. Dans cet article, on se propose d'évaluer l'apport de l'augmentation de la résolution à la qualité de la prévision des situations convectives. Nous avons, donc, étudié la qualité de la prévision de la situation de 20-21 décembre 2020 qui a touché la wilaya de Jijel en utilisant une panoplie des modèles numériques de prévision du temps : WRF-ARW, ALADIN, AROME à 3 km de résolution et AROME à 1.3km de résolution. Cette situation est caractérisée par des pluies intenses qui ont causé des inondations sur la wilaya de Jijel. La quantité de pluies enregistrées en 24 heures sur la station de Jijel ACHOUAT est de 146 mm. Les résultats des simulations montrent bien que la version AROME à 1.3 km de résolution reproduit bien les quantités de pluies tombées la nuit du 20 et 21 décembre avec 90 mm en 24h. D'ordre moins, la version AROME à 3 km de résolution et ALADIN ont prévu, en 24 heures, des quantités de 45 mm et 40 mm, respectivement. Par contre, Le modèle WRF a beaucoup sous-estimé cette situation avec un cumul en 24 heures de 19 mm.

Keywords

Résolution, Convectives, WRF-ARW, ALADIN, AROME, ARPEG.

¹ Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherche DPNT, Sedikia, Oran.

² Office national de la météorologie (CNPM-ONM), Dar El Beida, Alger.

*Correspondant: khaledgassi0@gmail.com

Contents

1	Introduction:	1
2	Zone d'étude	2
3	Méthodologie	3
3.1	Données utilisées et analyse de la situation	
3.2	Configuration des modèles ALADIN, AROME WRF	3
4	Résultats et discussion :	3
4.1	Analyses des sorties des modèles	3
4.2	Intensité de pluie	5
5	Conclusion	5
	References	11

1. Introduction:

La convection est un processus physique dû aux différences de température ou de densité en divers points de la masse d'air générant des mouvements ascendants et descendants des particules d'air dans l'atmosphère (Bouziane, 1996)[1]. Ce phénomène joue un rôle important à toutes les échelles de la météorologie de petit cumulus, de lignes de grains, de cyclones tropicaux et de la zone de convergence intertropicale. Il existe deux types de convection : une convection peu profonde non précipitante qui provoque des nuages

de type stratiformes et une convection profonde d'un caractère précipitant donnant une naissance à des nuages de type cumuliformes tel que les Cumulonimbus et les Cumulus fortement développés.

Il arrive parfois qu'une prévision de convection ne se révèle pas correcte, que ce soit dans son timing, sa localisation, ou son niveau de sévérité. Cette difficulté est due aux plusieurs mécanismes mises en jeu dans le déclenchement de ce processus tels que : Les interactions microphysiques dans le nuage, notamment dans le cas de la convection profonde et le transport vertical provoqué par le forçage dynamique ou orographique qui accélère le mécanisme de changement de phase de la vapeur d'eau atmosphérique. Les systèmes convectifs sont aussi connus par leur variabilité très rapide et les durées très courtes surtout pour les orages isolés (Laurent Labbouz, 2013) [2], La grande superficie de l'Algérie et sa position géographique ont classé l'Algérie dans une catégorie de région à large gamme de variabilité orographique et climatique favorable au développement des systèmes convectifs. Au sud de l'Algérie, les systèmes orageux sont plus fréquents durant les périodes estivale et automnale : le cas 30 septembre à Ghardaïa avec 150 mm en 24h (Arab Djabbar, 2009) [3], ainsi que les situations liées à la remontée de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) vers le nord à l'extrême sud tel que le cas de situation des 03-04 Août 2018 qui a touché la région de Tamanrasset

donnant un cumul de 80 mm en 25 minutes. Sur la partie nord de l'Algérie, les systèmes orageux sont plus fréquents durant les phases de transitions de l'année : les saisons printanière et automnale. Tels que les cas des inondations catastrophiques de Mars 1973 sur tout l'Est Algérien, le cas des pluies torrentielles à Alger (Bab El Oued) le 10 novembre 2001. La prévision de ces systèmes en terme de quantité est très biaisée. Parfois ces systèmes sont isolés se développent à cause d'une convection diurne suite au réchauffement durant la journée suivie par une atmosphère instable. Et d'autre fois, il sont de nature synoptique classique renforcés par la topographie de la région nord de l'Algérie et la mer méditerranée qui font davantage empirer la prévision et accroître ces biais. Aussi, nous pouvons constater, durant la saison hivernale (décembre, janvier et février) des pluies orageuses liés aux systèmes classiques qui affectent le nord Algérie comme le cas de Jijel 20-21 Décembre 2020 avec 146 mm en 24h qui est l'objet de cette étude. Le système de prévision à l'ONM basé sur ARPEGE a beaucoup sous-estimé cette situation (17 mm en 24h) et aucun bulletin météorologique spécial (BMS) n'a été émis pour cette situation. Dans ce contexte, On se propose de mieux étudier cette situation en utilisant les sorties d'autres modèles à aire limitées à savoir : AROME (Application à la Recherche Opérationnel à Mesoéchelle, Termonia et al., 2018)[4] , ALADIN (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement International ; Termonia et al., 2018)[4] et WRF (Weather Research and Forecasting-Advanced Research WRF ; MORRIS et al.2007).[5] Les cumuls des précipitations prévus par ces modèles seront ensuite analysés et confrontés aux observations.

2. Zone d'étude

La Wilaya de Jijel est une wilaya côtière située dans la partie Est du pays, elle est caractérisée par un relief montagneux prépondérant ainsi que par des plaines alluviales côtières, avec une façade sur la Mer Méditerranée. Le lieu d'événement entouré par des reliefs (Tableau 1) et délimité par les lignes de partage des eaux (tableau 2).

Longitude	Latitude	Altitude
6.031°E	36.78°N	1030 m
6.006°E	36.78°N	750 m
5.93°E	36.75°N	1023m
5.92°E	36.61°N	1512m
5.81°E	36.64°N	1014m

Table 1. Sommets des montagnes au alentours du lieu d'événement (Earth, 2021).

Oued	Oued	Oued	Oued	Oued	Oued
Bouzaghar	Nil	Kabir	Takielt	Kissir	Mkaseb

Table 2. les lignes de partage des eaux aux alentours du lieu d'événement (Earth, 2021).

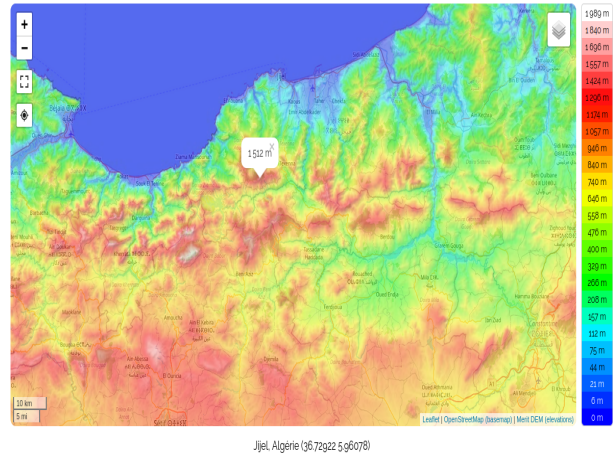


Figure 1. Position géographique et topographique de lieu de l'événement (Earth, 2021).

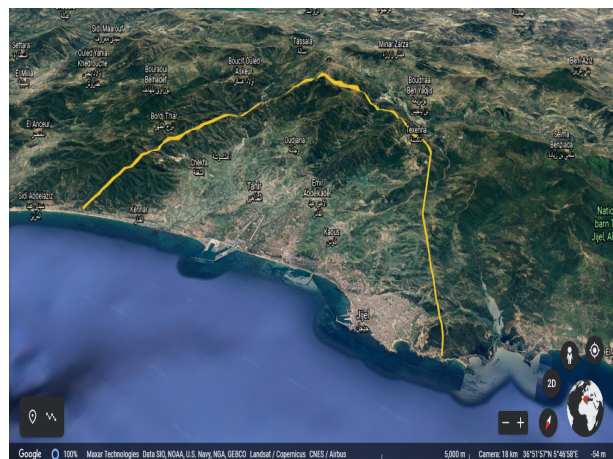


Figure 2. Position géographique et topographique de lieu de l'événement (Map, 2021).



Figure 3. Zoom sur la région touchée, le cercle rouge représente la zone critique.

L'analyse des figures 1, 2 et 3 montre que la région touchée par l'inondation représente un bassin versant entourée par des montagnes dans les trois directions, Sud,

Est et Ouest et ouvert du côté nord vers la méditerranée. Toutes les eaux qui tombent sur la façade frontale de ces montages coulent à travers les six (6) Oueds de la région et se convergent vers ce bassin versant.

3. Méthodologie

3.1 Données utilisées et analyse de la situation

Pour évaluer les prévisions des références de vérification sont nécessaires. Dans ce travail, ce sont les observations de cumuls des précipitations qui ont été considérées comme des références. Les cumuls observés viennent de la banque de données de l'Office Nationale de la Météorologie Algérie. Nous avons aussi analysé les messages METAR (METeoro-logical Aerodrome Report) et SYNOP élaborés par la station de Jijel-Achouat pour sélectionner la période critique de l'événement : début et la durée de vie de la situation. Dans le but d'avoir plus d'informations sur cette situation, nous avons utilisé les images satellitaires EUMETSAT prises dans l'intervalle du temps : 20 décembre à 21h30 au 21 Décembre à 3h15 avec une fréquence de 15 minutes. Ces données d'observations satellitaires sont consolidées par la superposition de deux produits spécifiques à la convection et les précipitations (<https://view.eumetsat.int/productviewer?v=default>):

- Cumul de précipitation au sol par GEO/IR soutenu par LEO/MW.
- Convection RGB - MSG - 0 degré GEO.

Ces données seront utilisées pour une validation spatio-temporelle très localisée. L'épisode pluvieux-orageux qui a touché la région du Jijel la nuit de 20 à 21 décembre 2020 est considéré comme exceptionnel. Durant cet épisode, la station de Jijel a enregistré un cumul de 146 mm dans un laps du temps de 24h, comme le montre le message SYNOP émis le 21 décembre à 6UTC par la Station de Jijel-Achouat.

AAXX21064 60351 11458 62403 10130 20117 40263 53008

61464 70296 86900 333 20122 71460 83813 86626 81923==
Si on projette ce cumul à la pluviométrie maximale dans Jijel (figure 4), il représente une anomalie climatique qu'elle nécessite une étude. En plus de l'observation surface, nous avons montré dans la figure 5 la superposition de deux produits cumul des précipitations au sol par GEO/IR soutenue par LEO/MW et la convection RGB - MSG - 0 degré GEO. Cette image montre bien l'existence d'un noyau convectif au dessus de Jijel avec un cumul de précipitation important. Cette situation a persisté du 20/12/2020 à 21 :30 jusqu'à 21/12/2020 à 01 :30.

3.2. Configuration des modèles ALADIN, AROME WRF

Les modèles à aire limitée et à haute résolution sont maintenant utilisés dans le monde entier pour produire des prévisions météorologiques à des fins de recherche et d'exploitation. Dans ce travail dédié à la comparaison entre les modèles à

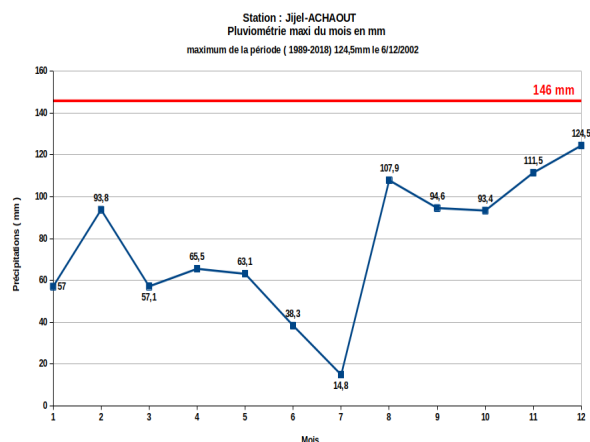


Figure 4. Pluviométrie journalière maximale pour chaque mois en mm enregistrée par la station de Jijel-Achouat durant la période 1989-2018.

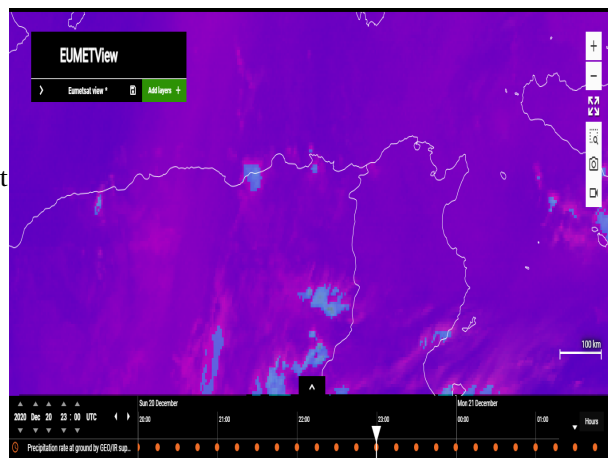


Figure 5. Situation par image satellitaire venue de site officiel de EUMETSAT traitée et ajustée par EUMETSAT en ajoutant des 'layers' à 20/12/2020 à 23:00 UTC EUMETSAT, 2020, [6].

aire limitée, on se propose d'évaluer l'effet de l'augmentation de la résolution avec ALADIN, WRF et AROME (1.3km et 3km). ALADIN et AROME-3Km sont des modèles opérationnels à l'ONM. AROME 1.3 et WRF-ARW sont des modèles dédiés à la recherche de l'atmosphère.

Nous avons utilisé la configuration AROME recommandée par le Consortium ALADIN, décrite dans le tableau 4 .[4].

La configuration de WRF est basée sur des études de sensibilité déjà faites à l'IHFR avec ce modèle [7] en particulier : la convection et le rayonnement.

4. Résultats et discussion :

4.1. Analyses des sorties des modèles

Cumuls de pluie Pour donner une vue d'ensemble en 2D sur la situation qui a touché la région de Jijel, nous allons commencer par l'analyse des cumuls de précipitation en

Table 3. Les configurations des Modèles utilisés.

Modèle		AROME 1.3 km	AROME 3 km	WRF-ARW	ALADIN
Cycle		CY43T2bf.09	CY43T2bf.09	V4.1	CY43T2bf.09
Modèle de couplage		ARPEGE	ARPEGE	GFS	ARPEGE
Fréquence de couplage		1H	1H	3H	3H
Résolution horizontale		1.3km	3km	5km	6km
Résolution verticale		90	90	34	70
Laps de temps		45s	60s	30s	514s
Domaine	Latitude	28°N-40°N	28°N-40°N	31°N-40°N	18.5°N-46.5°N
	Longitude	03°W-09°E	03°W-09°E	1°W-8°E	11°W-17°E
Grille		1152X1152	500X500	220X120	600X600
Base de prévision		00h	00H	00H,00H	00H
La portée d'échéance.		48h	48H	24H,48H	72H

Table 4. Configuration utilisée dans Arome

La paramétrisation et la dynamique	Schémas	Références
Dynamique	Non hydrostatique ALADIN	(Bénard, 2010)
Radiation	RRTMG_LW, SW6	(Iacono et al. (2008), 2001) (Mlawer, 1997) (Fouquart, 1980) (Morcrette, 2001)
Turbulences	CBR	(Cuxart, 2000) (Bougeault, 1870-1888, 1989)
Micro physique	ICE3	(Jabouille, 1998)
La Convection Peu profond	PMMC09	(Pergaud, 2009)
La convection profonde	-	-
Nuage	-	(Bechtold, 1995) (Pergaud, 2009)
Schéma de sédimentation	-	(Bouteloup, 2011)
Schéma de surface	SURFEX	(Masson, 2013)
Schémas des LBC	Davies schème	(Radnóti, 1995) (Davies, 1976) (Termonia et al. 2008)

Table 5. Configuration utilisée dans WRF

La paramétrisation et la dynamique	Schémas	Références
Dynamique	Non hydrostatique	Par défaut
Mp_physics Scheme	WSM5	(Jimmy Dudhia, 2010)
a_lw_physics	CAM	(Williamson, 2010)
a_sw_physics	CAM	(Williamson, 2010)
Sf_sfclay_physics	YSU	(Monin-Obukhov, 2010)
Cu_physics	Betts-Miller-Janjic	(Jimmy Dudhia, 2010)
Sf_urban_physics	Par défaut	(Jimmy Dudhia, 2010)

24H indiqués par les messages SYNOP (6h-6h). Ensuite nous allons regarder en détails l'évolution tri-horaire de ces cumuls durant la période de l'épisode et notamment pendant la phase critique de l'événement qui a connu une forte intensité de pluie (20 décembre à 15h jusqu'au 21 décembre à 03h). Dans notre analyse et comparaison par rapport à l'observation, nous avons appliqué un rayon de tolérance spatial de 48km à partir de la station d'observation, qui est représentée sur les cartes par un carré, et une fenêtre temporaire correspondante à celle de SYNOP. La figure 6 montre les cumuls de précipitation en 24H prévus par les quatre configurations, AROME-1.3km, AROME-3km, ALADIN et WRF. En

termes d'occurrence et de distribution spatiale, les quatre modèles ont simulé les précipitations observées durant les journées du 20 et 21 décembre sur la région de Jijel et les régions limitrophes. Les forts noyaux de précipitation ont été très bien localisés dans le cas des configurations AROME-1.3km et AROME-3km. Ces noyaux se trouvant à l'intérieur du rayon d'intérêt avec des cumuls dépassant 90mm pour le cas du modèle AROME-1.3km et 45mm pour le cas de la configuration AROME-3km. ALADIN avait prévu des cumuls de l'ordre de 12 à 15 mm à l'intérieur de la zone d'intérêt tandis que WRF avait prévu des cumuls de 40 mm vers le nord de la station sur la mer. Cette vue d'ensemble permet de placer

la configuration AROME-1.3km en première position parmi les autres configurations. Puisque c'est la seule configuration qui a donné un cumul de 24H dépassant les seuils de vigilance rouge ce qui est le cas pour cette situation. Il est bien évident que les systèmes convectifs se renforçant par un forçage dynamique lié principalement à la présence des reliefs qu'ils vont renforcer davantage les mouvements verticaux des masses d'air et l'instabilité atmosphérique. Le plus haut sommet de montagne dans la région d'étude est de 1512m d'altitude (tableau 6). Cette hauteur est relativement importante pour pouvoir jouer le rôle d'obstacle pour les masses d'air chargé en humidité venant de la Méditerranée. Ce relief est relativement sous-estimé par les configurations AROME-1,3km et AROME-3km avec une différence de 376m et 435m, respectivement. Cette sous-estimation a impacté relativement le rôle du forçage orographique dans les simulations et a diminué l'activité convective. Ce qui a sous-estimé les cumuls de pluie prévus par ces deux configurations. Le relief simulé par ALADIN est de même ordre de grandeur qu'AROME-1.3km. Néanmoins, les précipitations prévus par ALADIN restent largement inférieur à la réalité et à celles d'AROME. Ce constat montre bien la performance du schéma convectif MésoNH utilisé dans AROME par rapport à celui de Bougeault (1985)[8] utilisé dans ALADIN. La différence entre la hauteur maximale du relief simulée par WRF et celui de la réalité est de 551 m. Ceci a beaucoup diminué le forçage orographique et en conséquence les pluies simulées par ce modèle.

Les valeurs de la CAPE simulées par les quatre modèles ne dépassant pas 1000 J/kg. Pour les trois configurations AROME-1.3km, AROME-3km et ALADIN, elles varient entre 280 à 340 J/kg à l'intérieur du rayon de tolérance et atteints localement les 400 J/kg. Par contre ne dépassant pas 180 J/kg pour WRF. D'après la classification de la NOAA [9], ces valeurs nous permettent de classer la situation dans la catégorie : marginalement instable donnant des averses ou des orages ordinaires.

Les Figures 8 et 9 indiquent les cumuls de précipitations prévus par les quatre configurations entre 15H et 18H puis entre 18H et 21H. Ces périodes coïncident avec la phase critique de l'épisode. À 18H, la configuration AROME-1.3km prévoit des cumuls de l'ordre de 30 à 35 mm en 3H vers l'Ouest de la station et à l'intérieur de la zone d'intérêt. Tandis qu'AROME-3km les prévoyait vers le Sud-ouest mais avec une intensité moins (20mm-25mm). ALADIN et WRF sous-estime beaucoup ces cumuls. À 21H, les configurations AROME-1.3km et AROME-3km ont fait persister les pluies intenses à l'intérieur de la zone d'intérêt avec des cumuls de l'ordre de 25mm et 20 mm, respectivement. ALADIN a largement sous-estimé cette intensité alors que WRF a fait, pratiquement, déglacé la situation.

4.2. Intensité de pluie

Pour analyser l'intensité des averses qui ont touché Jijel nous avons utilisé deux types de courbes déduites des en-

registrements d'un pluviographe (pluviogramme) qui sont :

- La courbe des hauteurs de pluie cumulée.
- Le hyétogramme.

L'évolution temporaire de la courbe des précipitations accumulées durant l'épisode est donnée par les figures 10 et 11. Nous avons pris la valeur maximale de pluie prévue sur les points de grille qui se trouve au voisinage de la station en appliquant un rayon de tolérance de 48 km. Nous avons aussi calculé l'intensité de pluie par heure en utilisant la relation suivante : $i_m = \frac{h}{t}$

avec :

im: intensité moyenne de la pluie [mm/h, mm/min]
pour notre cas [mm/3h]

h : hauteur de pluie de l'averse [mm],

t : durée de l'averse [h ou min].

Ces intensités sont données par le tableau 7.

A partir des figures 10 et 11, on peut déduire les remarques suivantes :

- Les intensités des pluies simulées par les quatre modèles sont largement sous-estimées.
- Le modèle AROME-1.3 km se place en première position par rapport aux autres modèles.
- L'événement est caractérisé par un incrément avec trois pics remarquables survenant aux échéances suivantes : 18-21, 21-24, 24-27.
- L'épisode n'a commencé qu'après le cinquième pas de temps (15H). Tandis que les quatre modèles ont fait commencer l'épisode bien avant et ce depuis 9H. On peut constater à nouveau ici qu'AROME-1.3km est beaucoup plus proche de l'observation que les autres modèles.

5. Conclusion

Une étude comparative entre les cumuls de précipitation simulés par quatre modèles AROME-1.3km, AROME-3km, WRF et ALADIN, a été réalisée afin de montrer l'apport de l'augmentation de la résolution horizontale à la prévision du temps. La situation ciblée par cette étude concerne l'épisode pluvieux-orageux qui a touché la ville de Jijel les journées de 20 et 21 décembre 2020. Cet épisode est considéré comme exceptionnel. Durant cet épisode la station météorologique de Jijel a enregistré un cumul de 146mm en 24H. Ce cumul dépasse largement la normale climatologique de cette région. Les résultats obtenus marquent bien la particularité de la configuration AROME dans la prévision de cette situation par rapport aux deux autres configurations ALADIN et WRF. En effet, AROME a été conçu principalement pour améliorer la prévision des systèmes convectifs. Cette singularité a été bien mise en évidence

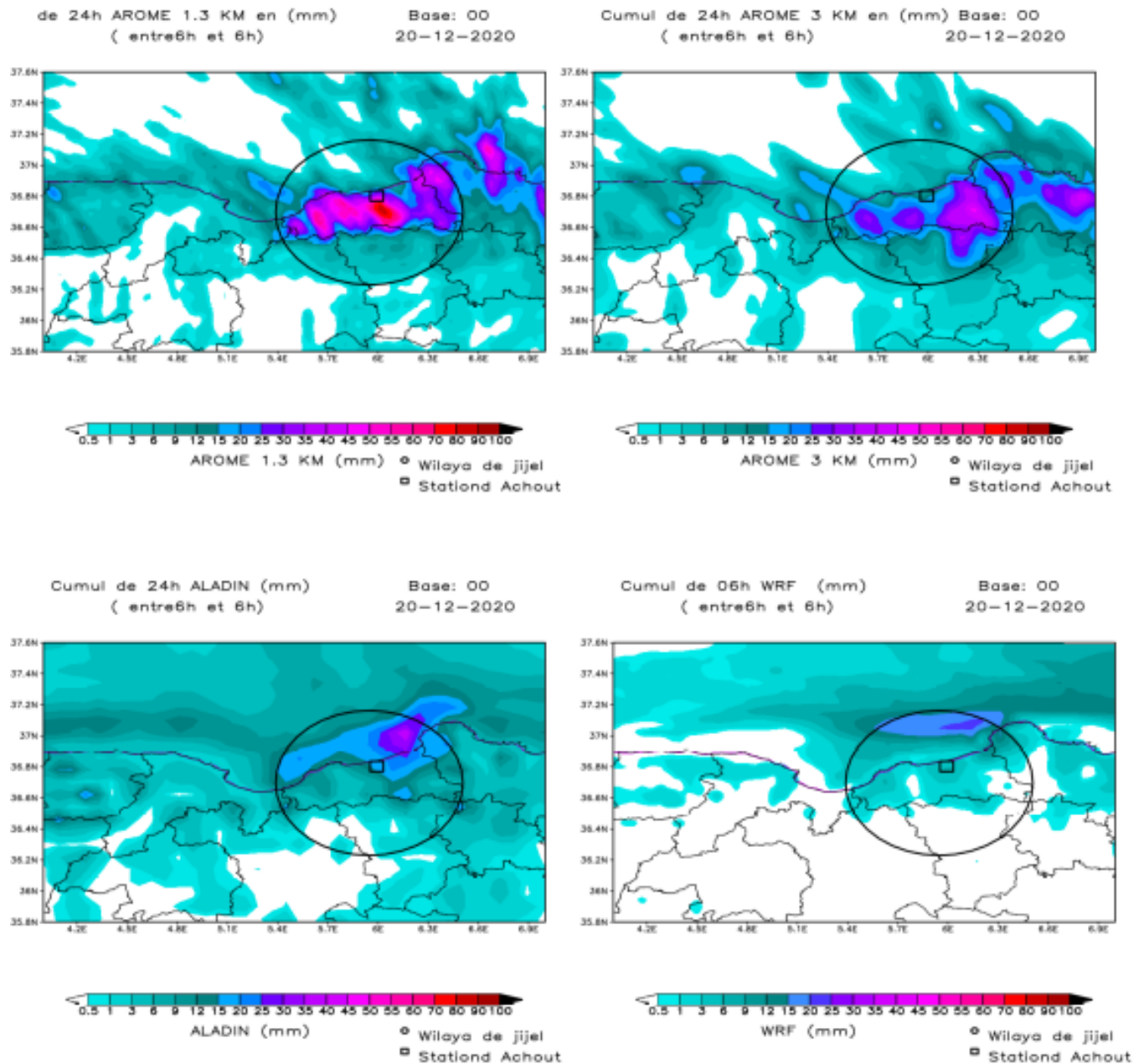


Figure 6. Cumuls de précipitation en 24H simulés par les quatre configurations AROME-1.3km, AROME-3km, ALADIN et WRF

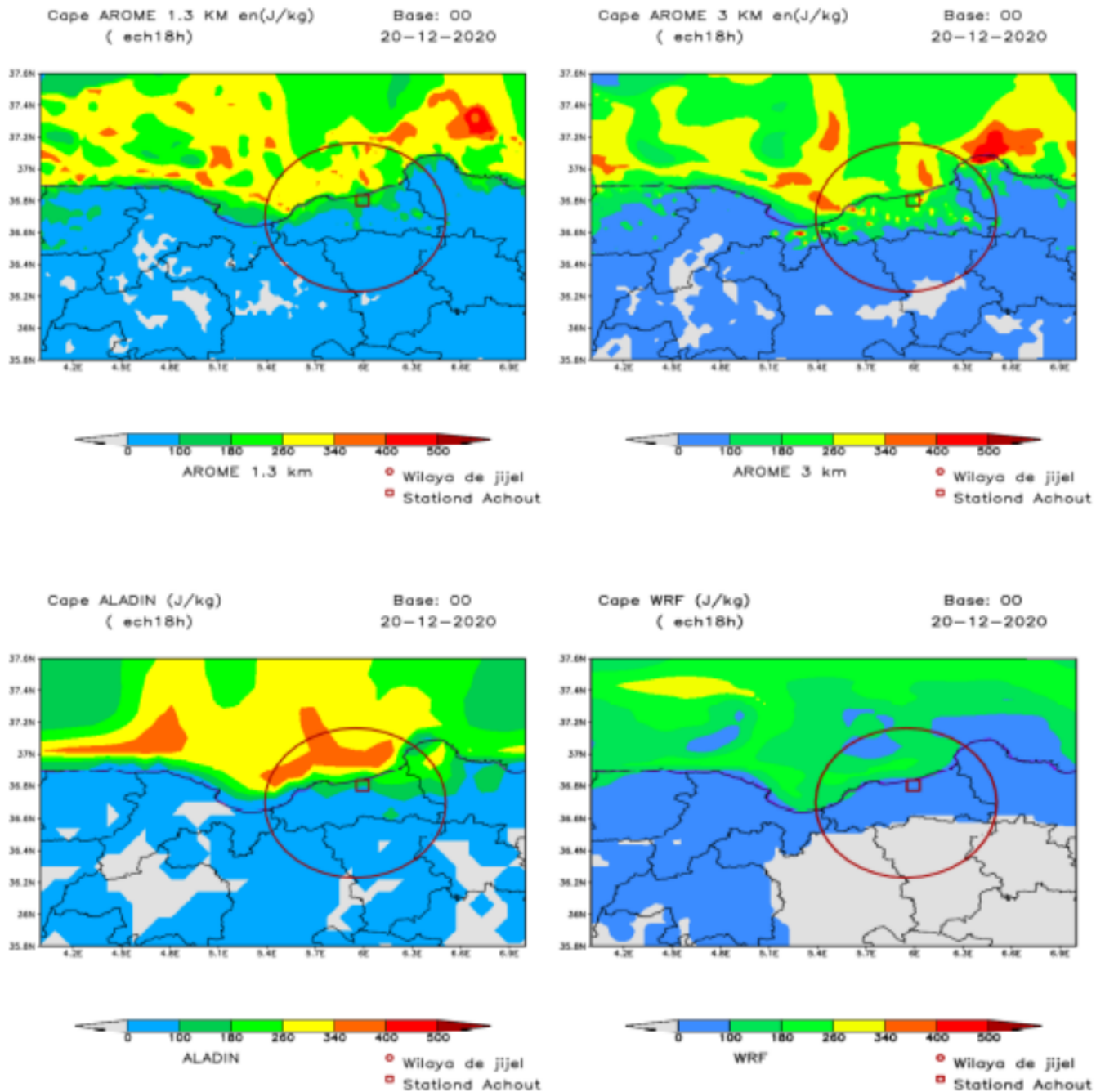


Figure 7. CAPE simulée par les quatre configurations AROME-1.3km, AROME-3km, ALADIN et WRF à 18H.

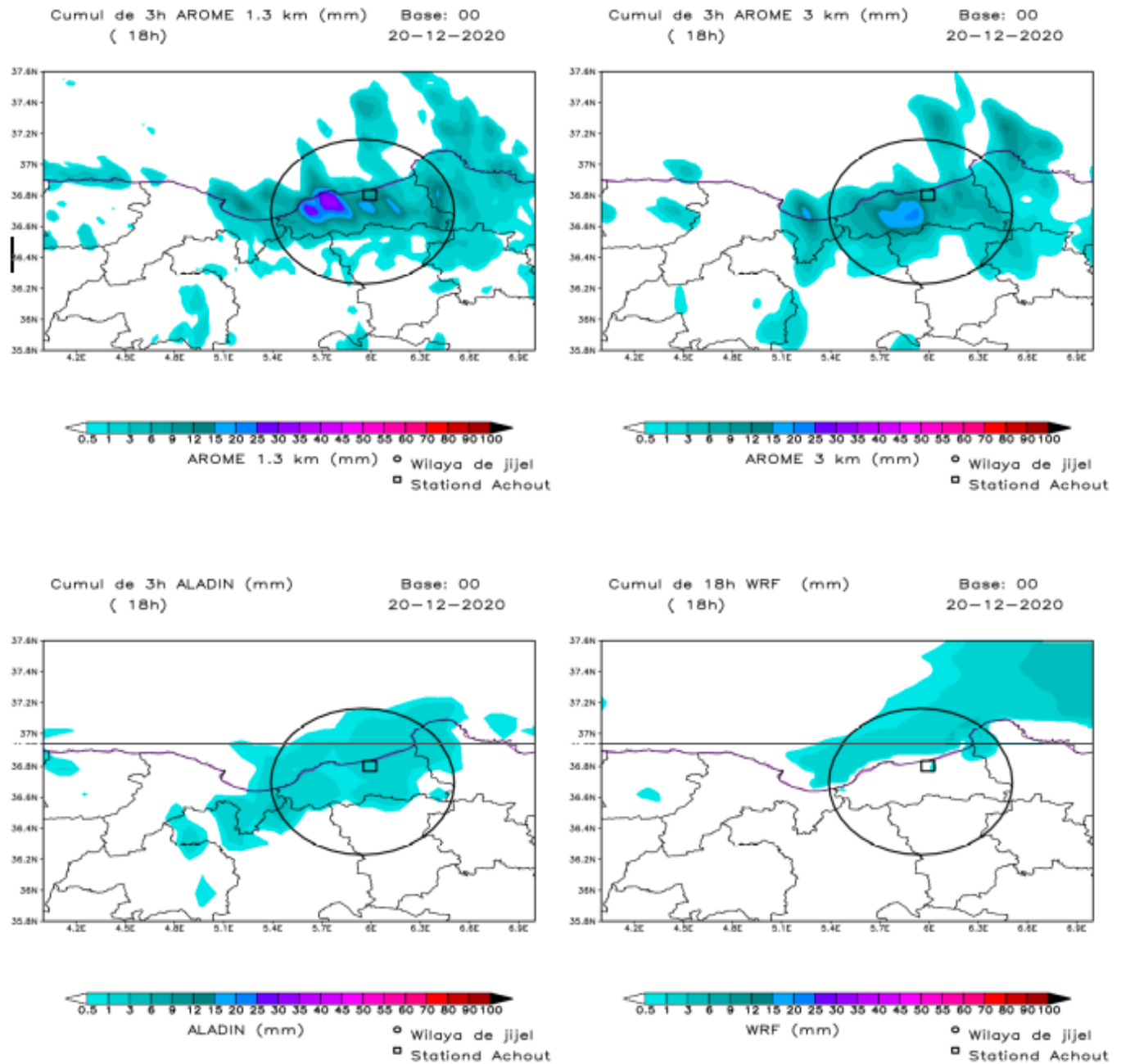


Figure 8. Cumuls de précipitation en 3H simulés par les quatre configurations AROME-1.3km, AROME-3km, ALADIN et WRF entre 15H-18H

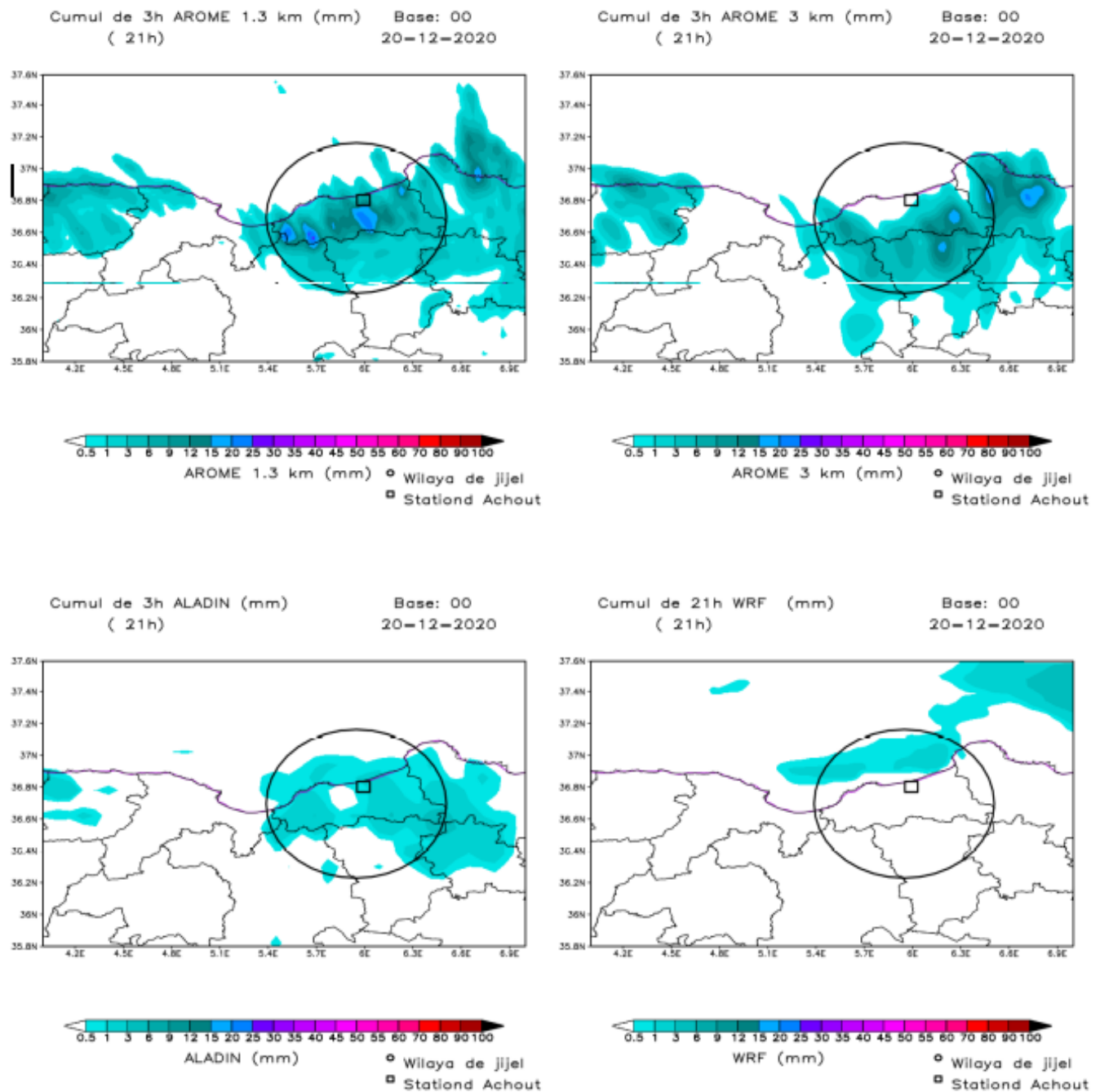


Figure 9. Cumuls de précipitation en 3H simulés par les quatre configurations AROME-1.3km, AROME-3km, ALADIN et WRF entre 18H-21H.

Table 6. Comparaison entre la hauteur maximale du plus haut sommet du relief dans le cas des quatre modèles et la réalité.

	La réalité	AROME 1.3	AROME3	ALADIN	WRF
Hauteur du sommet (m)	1512 m	1136m	1077m	1130m	961m

Table 7. Tableau d'intensité des pluies maximale

Cumuls Intensité	ALADIN	WRF	AROME1.3	AROME3	OBSERVATION
Intensité maximale par 3 h	7.5	4.5	32.5	22.5	75
Intensité moyenne	2.5	1.5	10.83	7.5	25

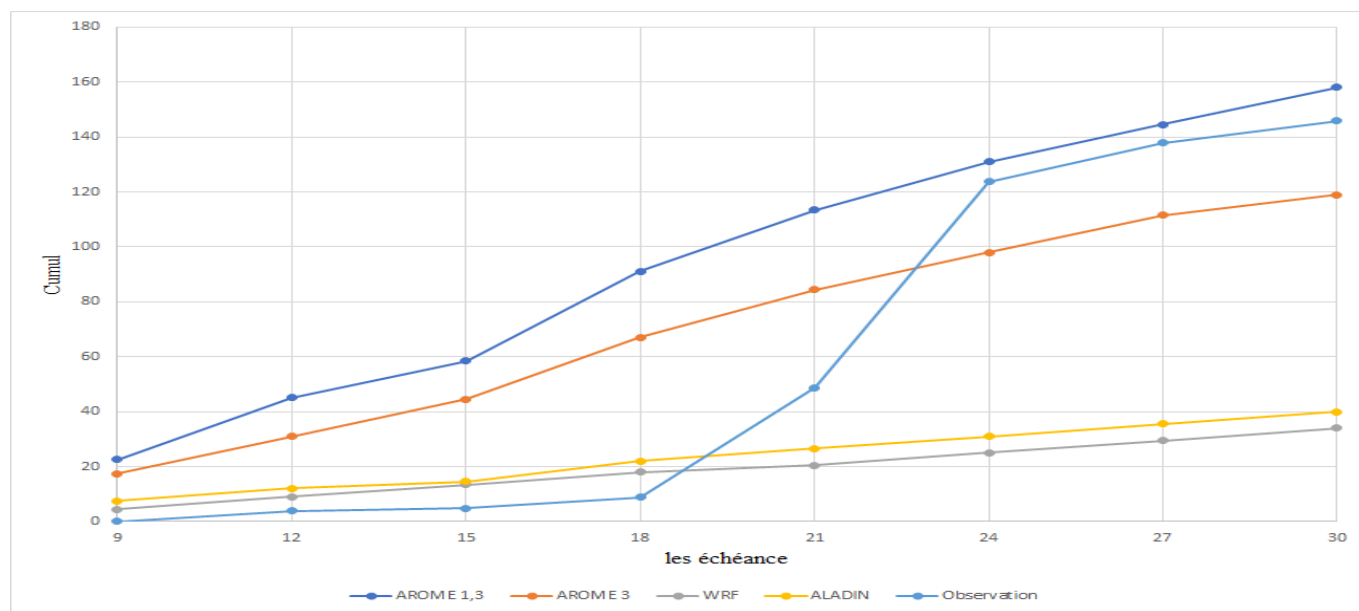


Figure 10. La courbe des hauteurs de pluie accumulée en 24 h [6h de 20/12/2020 aux 6h de 21/12/2020]. Nous avons pris pour chaque échéance le cumul maximal à l'intérieur du rayon de tolérance.

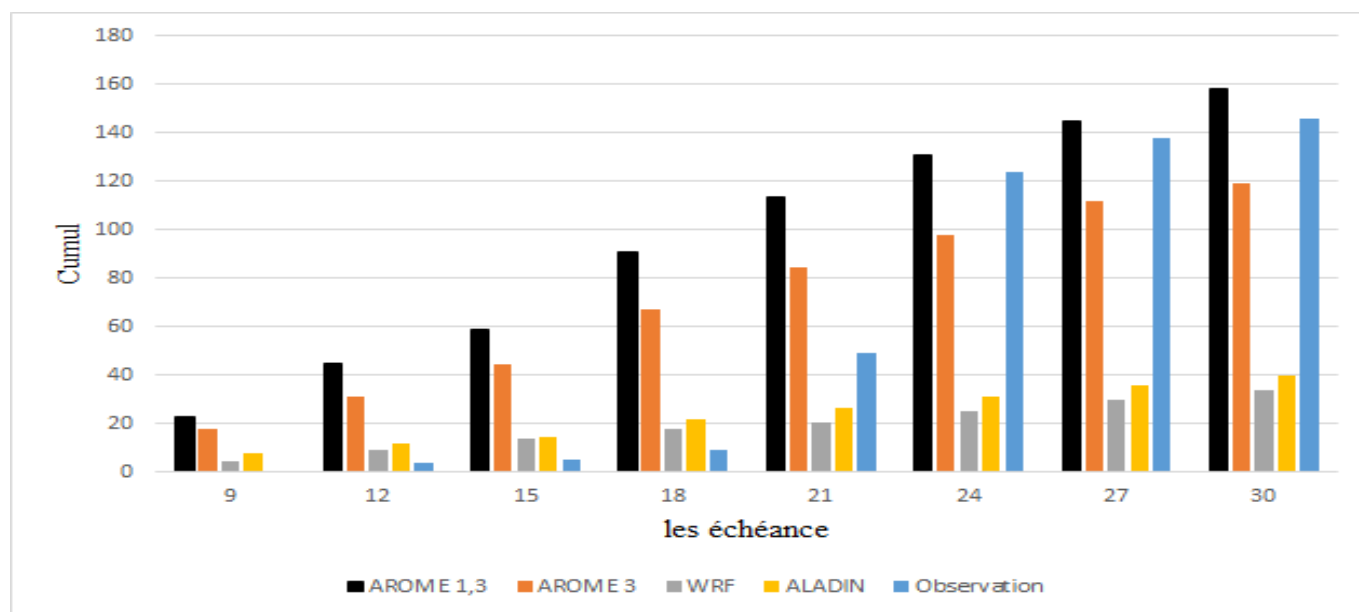


Figure 11. Hyétoqramme des précipitations prévue par les quatre modèles en appliquant un rayon de tolérance et l'observation à la station de Jijel ACHOUAT.

dans ce cas d'étude. Un autre point important qu'il faut citer est l'amélioration de la qualité de la prévision AROME en augmentant la résolution horizontale. AROME-1.3km reproduit d'une façon très satisfaisante la situation notamment en termes de quantité par rapport à AROME-3km. Ce modèle a prévu des cumuls de 90mm contre 45mm prévus par AROME-3km. L'apport de la résolution horizontale est un facteur déterminant pour la prévision de ce type des phénomènes. Néanmoins, une seule situation reste insuffisante pour généraliser cette conclusion. Il est donc recommandé d'élargir cette étude à d'autres situations similaires. Un point important qui n'était pas pris en considération dans notre analyse est la qualité des fichiers coupleurs qui sont utilisés par les modèles. En effet, le comportement de la prévision d'un modèle LAM dépend largement du couplage de modèle global. Dans notre cas, nous avons utilisé les coupleurs des deux modèles ARPEGE et GFS sans avoir regardé de près la qualité de ces coupleurs.

La crue marquée sur le lieu est liée principalement à l'emplacement de la ville de Jijel. Il s'agit d'un bassin versant où les lignes de partage des eaux se réunissent avec une configuration du relief et des lits des cours d'eau adéquates qui ont fait exercer une influence directe sur la rapidité de l'écoulement. Toutefois, il est important de citer l'impact humain qui a aggravé la situation avec leur construction et ses activités le long d'Oued El Mkaseb. Les matériaux transportés par le courant tels que les arbres, les buissons et autres objets flottants s'accumulent en amont des passages étroits tels que les ponts et augmentent fortement le niveau de l'eau et la contrainte exercée par ces débris sur ces ponts. Ce qui a provoqué la chute du pont d'Oued El Kantara.

References

- [1] Bahia Cherif et al. *Etude du comportement du bruit ambiant et comparaison des rapports spectraux h/v séisme et bruit de fond*. PhD thesis, 2015.
- [2] Laurent Labbouz. *Interactions entre le champ de vapeur d'eau et les systèmes précipitants*. PhD thesis, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II, 2013.
- [3] Djabbar. Arab. *Etudes Météorologique et Climatique Des Inondation Ghardaïa*. PhD thesis, Institut Hydrométéorologie de Formation et de Recherches, Algérie, 2009.
- [4] Piet Termonia, Claude Fischer, Eric Bazile, François Bouyssel, Radmila Brožková, Pierre Bénard, Bogdan Bochenek, Daan Degrauwe, Mariá Derková, Ryad El Khatib, et al. The aladin system and its canonical model configurations arome cy41t1 and alaro cy40t1. *Geoscientific Model Development*, 11(1):257–281, 2018.
- [5] Explicit convective forecasts with the wrf-arw model national center for atmospheric research. https://journals.ametsoc.org/view/journals/wefo/23/3/2007waf2007005_1.xml?tab_body=pdf. Accessed: 2007.
- [6] Situation par image satellitaire venue de site officiel de eumetsa. <https://view.eumetsat.int/productviewer?v=default>. Accessed: 2020.
- [7] Etude de la sensibilité des températures aux schémas de rayonnements et de flux de surface au nord de l'Algérie oran. <https://InstitutHydrometeorologie>. Accessed: 2020.
- [8] simple parameterization of the largescale effects of cumulus convection. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1985\)113<2108:ASPOTL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1985)113<2108:ASPOTL>2.0.CO;2), 1985. Accessed: 1985.
- [9] simple parameterization of the largescale effects of cumulus convection. <https://www.weather.gov/mfl/analysisinfo>. Accessed: 2021.