

# T2.4.5. Rapport sur le renforcement de la modélisation météorologique

Région de la Ligurie (ARPAL)

2020



Ce travail a été développé dans le cadre de l'activité A4 «Amélioration de la modélisation météorologique» du projet PROTERINA-3Évolution.

## Sommaire

1. Introduction.....	3
2. Renforcement de la modélisation météorologique, hydrologique et hydraulique.....	3
Bibliographie.....	8

### 1. Introduction

La construction d'un ensemble multimodèle de modèles météorologiques répond à la nécessité d'exploiter les informations fournies par différents modèles déterministes à haute résolution opérant dans les centres météorologiques régionaux de la zone de coopération transfrontalière, d'une part pour une meilleure caractérisation de la prévisibilité les phénomènes atmosphériques à petite échelle tels que les phénomènes convectifs, d'autre part pour introduire une approche probabiliste de la prédiction de phénomènes météorologiques intenses, en particulier de type orage.

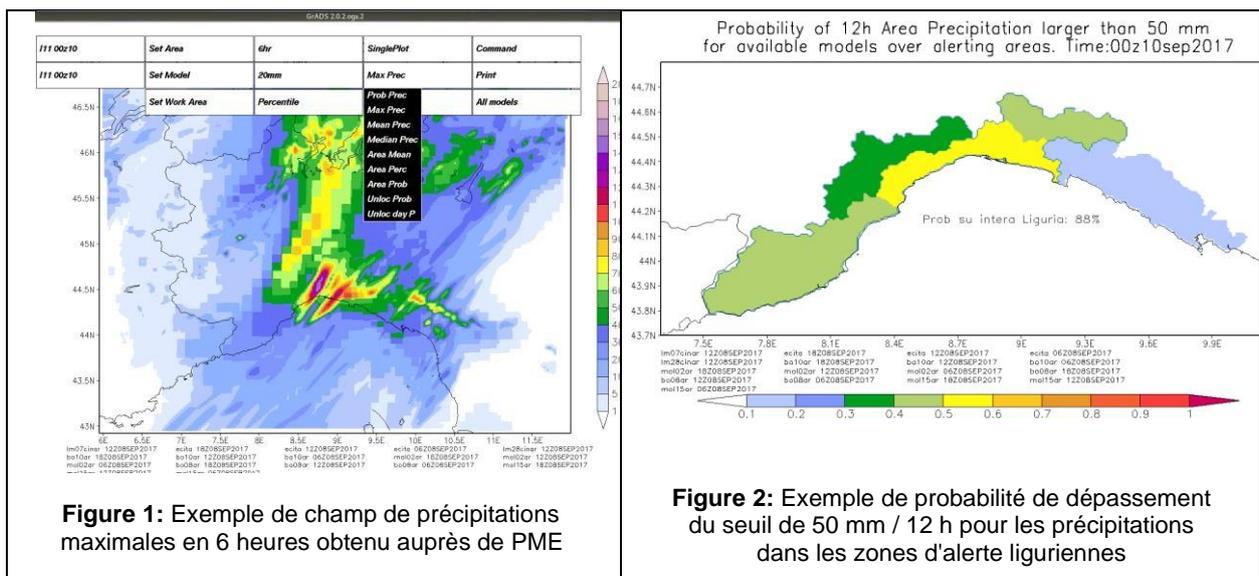
### 2. Renforcement de la modélisation météorologique, hydrologique et hydraulique

En particulier, un Poor Man's Ensemble (PME) opérationnel a été développé à l'ARPAL, capable de fournir des prévisions probabilistes de certaines variables atmosphériques d'intérêt à l'aide de divers modèles numériques à haute résolution disponibles dans le cadre des activités du système italien de protection civile.

Pour la variable de précipitations, le système est capable de fournir des variables statistiques à la fois sur une grille commune à une résolution de 1 km, à la fois sur les zones d'alerte, et sur des fenêtres mobiles de 10x10 km<sup>2</sup> dans les zones d'alerte. L'interface graphique native est basée sur le logiciel GrADS (Grid Analysis and Display System) et permet à l'utilisateur de sélectionner les variables d'intérêt (par exemple, précipitations moyennes et maximales sur un intervalle de temps donné, à la fois ponctuelles et moyennées sur des zones prédéfinies, probabilité de dépasser certains seuils, percentiles, grappes représentatives de tout scénario de précipitations décrit de manière similaire par différents modèles, etc.; voir par exemple les figures 1 et 2). L'utilisateur a également la possibilité d'inclure ou d'exclure certains modèles et de décider de la fenêtre temporelle à l'intérieur de laquelle considérer les modèles déterministes initialisés à différents moments. L'intérêt est en effet de maximiser

la diffusion de l'ensemble pour prendre en compte des événements extrêmes, généralement décrits par un sous-ensemble de membres de l'ensemble et pas forcément par les plus récents. Le système d'ensemble a été construit avec l'accent principal sur les précipitations, mais d'autres variables d'intérêt telles que la température à 2 m et le vent à 10 m au-dessus du sol sont également incluses, avec la possibilité de visualisation via un tracé de spaghetti.

Les membres des PME sont représentés par des modèles à zone limitée développés et maintenus au sein du système italien de protection civile. On considère principalement les modèles non hydrostatiques disponibles avec une résolution horizontale comprise entre 1 et 3 km (différentes versions de Moloch - ARPAL et ISAC CNR - initialisées avec les modèles globaux IFS- ECMWF ou GFS; WRF géré par la Fondation CIMA; COSMO Italia), auxquels aux côtés des modèles hydrostatiques avec résolution jusqu'à 8 km (BOLAM - ARPAL, COSMO Italia). Le système est capable de gérer des modèles initialisés à des échéances différentes, permettant ainsi d'avoir un nombre d'éléments de l'ensemble de l'ordre de 20 à 30 membres.



Une description détaillée du système développé pour la région de la Ligurie et sa vérification pour une période de 3 ans est disponible dans Corazza et al. (2018). L'ensemble s'est avéré apporter une valeur ajoutée vis-à-vis de chacun des membres qui le composent et du point de vue des opérations a permis d'augmenter drastiquement la fiabilité de l'approvisionnement en produits. Le manque, en effet, d'un ou plusieurs membres peut être géré de manière à permettre encore l'approvisionnement en produits opérationnels fournis par l'ensemble.

La comparaison des sorties statistiques de l'ensemble avec les mesures de précipitations obtenues à partir du réseau régional pendant une période de trois ans a montré des résultats encourageants, en particulier dans la représentation de la probabilité d'occurrence

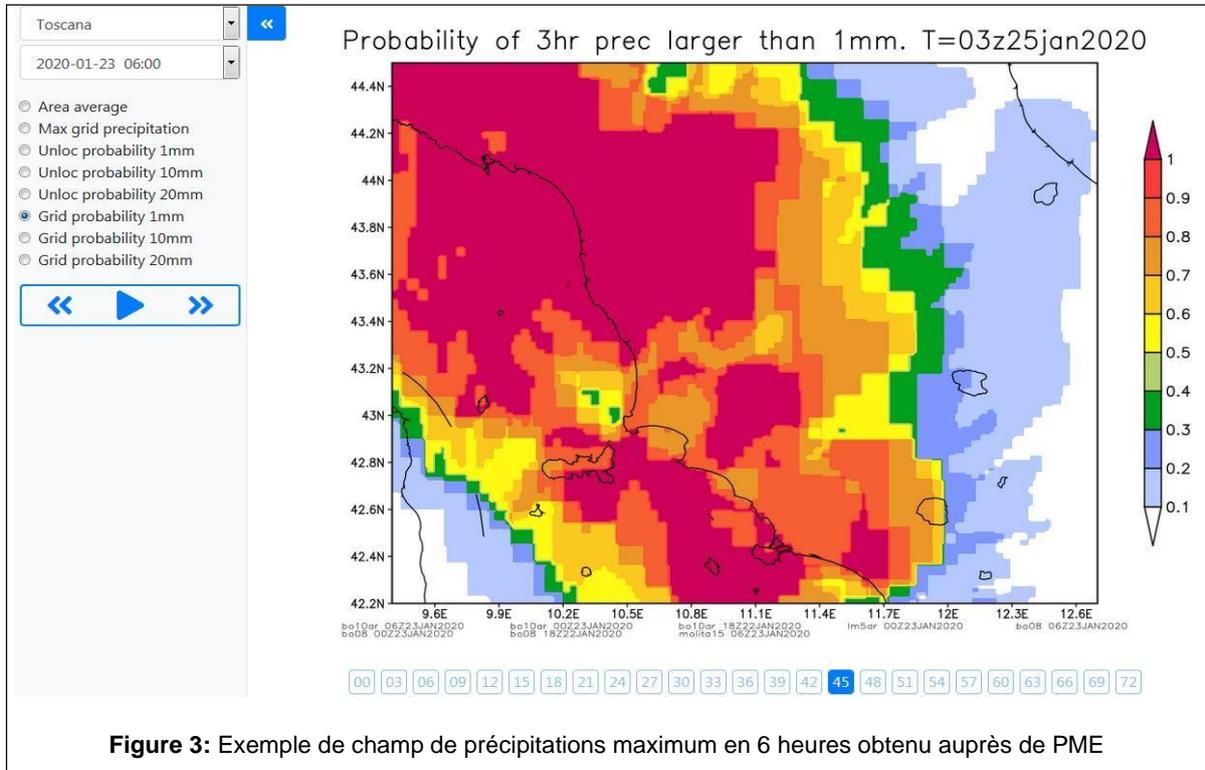
des précipitations. Pour les seuils de précipitation plus élevés (50 mm / 3h), les résultats sont plus bruyants, d'une part en raison du nombre plus limité d'événements utiles pour l'analyse statistique, et d'autre part parce que les modèles ont été considérés de la même manière dans l'ensemble. hydrostatique et non hydrostatique à convection explicite, alors que seuls ces derniers sont capables de reproduire de manière réaliste les phénomènes de convection humide profonde associés aux précipitations les plus intenses. Par conséquent, dans le développement de l'ensemble, une attention particulière a été accordée à l'inclusion d'autant de modèles non hydrostatiques à haute résolution que possible, avec des initialisations différentes et avec des schémas physiques différents, dans le but de maximiser la description des instabilités convectives.

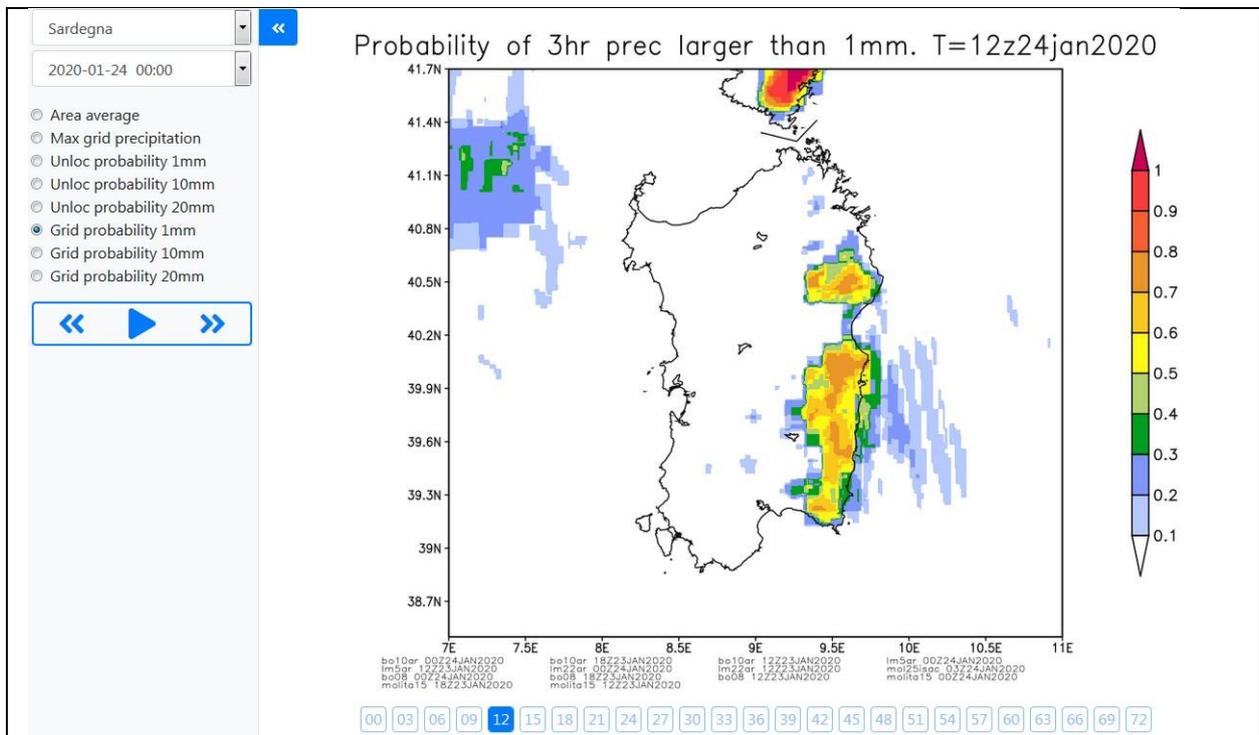
Le système PME développé par l'ARPAL a été présenté en mai 2018 lors de l'atelier annuel du projet HyMeX (Cycle HYdrologique dans l'EXPÉRIENCE Méditerranée) qui s'est tenu à Lecce du 29 mai au 2 juin, programme de recherche international proposé par la communauté scientifique française en 2007 dans le but de mieux comprendre, quantifier et modéliser le cycle hydrologique méditerranéen, également par l'organisation de campagnes de mesures intensives spécifiques, en particulier en ce qui concerne la prévisibilité et l'évolution des événements météorologiques extrêmes.

Le projet Proterina a permis de consolider le développement de l'ARPAL PME, notamment en permettant l'ajout de différentes fonctions de première importance, comme le système de regroupement des précipitations et les fonctions de calcul de la probabilité de dépassement des seuils de précipitations sur la fenêtre mobile dans l'espace et dans le temps. Dans le cadre du projet, la nécessité de rendre le système disponible pour des régions autres que la Ligurie a également revêtu une importance particulière, afin de permettre aux partenaires d'utiliser de manière opérationnelle les produits fournis par l'ensemble. Il a été décidé d'éviter la duplication des procédures d'accès aux données des modèles de fonctionnement chez les différents partenaires du projet, en centralisant la fourniture de services à l'ARPAL. A cet effet, une interface graphique web a été développée au cours du projet pour rendre les cartes produites pour chaque région accessibles aux partenaires.

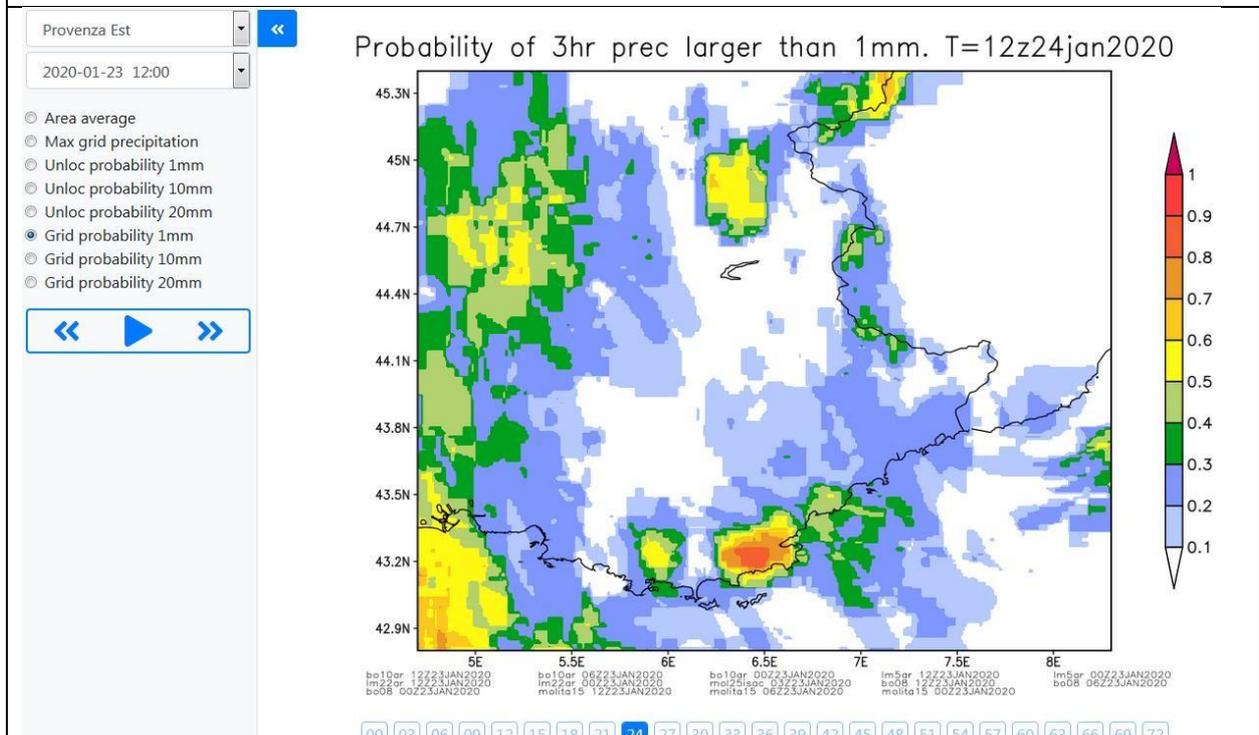
L'interface est disponible sur la page: <http://servizi-meteoliguria.arpal.gov.it/servizio/ensemble/> Les cartes des zones d'alerte de la Région Toscane, de la Région Sardaigne et de l'Est de la Provence sont produites de manière opérationnelle tous les 6 heures, dès que de nouveaux modèles de chaînes sont disponibles.

Les produits sont liés aux précipitations et comprennent la moyenne surfacique des zones d'alerte, la valeur maximale sur la grille commune de 1 km de résolution horizontale, la probabilité de dépasser trois seuils distincts sur la grille et la probabilité de dépasser les mêmes seuils de précipitations sur une fenêtre mobile de 10x10 km<sup>2</sup> dans l'espace et le temps (quelques exemples sont illustrés à la Figure 3 Figure 4 Figure 5).





**Figure 4:** Exemple de carte de la probabilité de précipitations en 3 h supérieures à 1 mm sur la Sardaigne



**Figure 5:** Exemple de carte de probabilité de précipitations sur 3 h au-dessus de 1 mm en Provence orientale

L'interface est accessible aux partenaires via un mot de passe fourni séparément. L'utilisation opérationnelle vous permet de visualiser les dernières versions disponibles, ainsi que l'historique de la semaine précédente. Une archive est conservée chez ARPAL.

Les travaux ont également permis la création d'interfaces interactives pour chacun des domaines considérés. Cependant, il a été décidé de privilégier la diffusion sur le Web pour éviter de dupliquer les procédures de gestion des modèles de fonctionnement chez chacun des partenaires. La diversification des interfaces a entraîné le développement d'un système de gestion des chaînes de modélisation à considérer au cas par cas, afin d'éviter d'utiliser des modèles opérationnels dont les domaines n'incluaient pas les domaines considérés.

## Bibliographie

Corazza M., Sacchetti D., Antonelli M., Drofa O. (2018): The ARPAL operational high resolution Poor Man's Ensemble, description and validation, Atmospheric Research, Vol 203, 1 – 15, ISSN 0169-8095, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.11.031>