

ÉVOLUTION PASSÉE ET FUTURE DES PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES SUR LES RÉGIONS MÉDITERRANÉENNES

J.-M. SOUBEYROUX¹, B. DUBUISSON¹, V. GOUGET¹, R. SAMACOITS¹

¹ *Météo-France, Direction de la Climatologie et des Services Climatiques, Toulouse, France
jean-michel.soubeyroux@meteo.fr, brigitte.dubuisson@meteo.fr, viviane.gouget@meteo.fr,
raphaelle.samacoits@meteo.fr*

Résumé : L'évolution passée et future des précipitations extrêmes en région Méditerranéenne (Département de l'Aude et ex région Languedoc-Roussillon) a été étudiée dans le cadre du projet FIAude. Sur la période 1961-2018, une tendance à la hausse de la fréquence, de la surface et des volumes précipités des événements de pluies extrêmes a été mise en évidence à partir des analyses spatialisées de précipitations quotidiennes Prescilia sur la France pour des seuils élevés supérieurs à 150 mm/jour. En climat futur, à partir du jeu DRIAS-2020 sous scénario climatique RCP2.6, RCP4.5 ou RCP8.5, une hausse des intensités de pluies extrêmes est attendue en milieu de siècle de l'ordre de +7 % en valeur médiane mais jusqu'à +20 % dans les pires simulations.

Mots-clés : précipitations extrêmes, tendances climatiques, changement climatique, régions méditerranéennes

Summary: Extreme precipitation trends and future changes in Mediterranean regions

The past and future evolution of extreme rainfall events in the Mediterranean region (Aude department and former Languedoc-Roussillon region) has been studied in the framework of the FIAude project. Over the period 1961-2018, an upward trend in the frequency, surface area and precipitation volumes of extreme rainfall events has been highlighted from spatialized precipitation Prescilia analyses over France for high thresholds above 150 mm/day. In the future climate, based on the DRIAS-2020 dataset, under the RCP2.6, RCP4.5 or RCP8.5 climate scenario, an increase in extreme rainfall intensities is expected in the middle of the century of the order of +7% in median value but up to +20% in the worst simulations.

Keywords: *Extreme precipitation, trends, climate change, Mediterranean regions*

Introduction

Le climat des régions méditerranéennes se caractérise notamment par l'intensité remarquable des précipitations extrêmes qui peuvent régulièrement dépasser les 300 mm en 24h (source Météo France : site pluies extrêmes¹) et les inondations catastrophiques induites. Des travaux récents ont montré que le changement climatique avait aggravé l'intensité des pluies extrêmes à l'échelle des régions méditerranéennes (Ribes et al, 2019 ; Vautard et al, 2015) avec un taux d'augmentation voisin ou supérieur au taux de Clausius Clapeyron (+7 % par degré de réchauffement). En climat futur, le diagnostic apparaît plus incertain avec des tendances variables sur le bassin Méditerranéen (Tramblay et Somot, 2018 ; Zittis et al, 2021).

¹ <http://pluiesextremes.meteo.fr/>

Le département de l'Aude a subi au cours de la dernière décennie une succession d'inondations catastrophiques dont notamment celles des 14 et 15 octobre 2018², ayant causé 15 victimes et plus de 250M€ de dégâts. Dans ce contexte, l'adaptation des territoires aux risques d'inondation a été identifiée comme un enjeu majeur par les différents acteurs du département. Le projet FIAude³, labellisé en 2020 par le Space Climate Observatory et soutenu par le Copernicus Climate Change Service, vise à développer des outils de gestion du territoire face aux inondations combinant imagerie satellitaire et données climatiques. Un focus particulier du projet concerne la caractérisation des événements de précipitations extrêmes et leur évolution passée et future à l'échelle locale en tant que source essentielle de motivation des acteurs territoriaux.

Cet article présente d'abord les jeux de données et méthodes utilisés pour l'analyse à échelle fine de l'évolution des pluies extrêmes. Le diagnostic des tendances passées est ensuite discuté en comparant l'échelle départementale (le département de l'Aude), régionale (ex région Languedoc Roussillon) et celle de l'arc méditerranéen français (figure 1). En climat futur, le diagnostic s'appuie sur les nouvelles projections régionalisées DRIAS-2020 et considère les trois scénarios climatiques de faible émission (RCP2.6), d'émission modérée (RCP4.5) et de fortes émissions (RCP8.5) à l'horizon milieu de siècle, pertinent pour les acteurs du territoire.

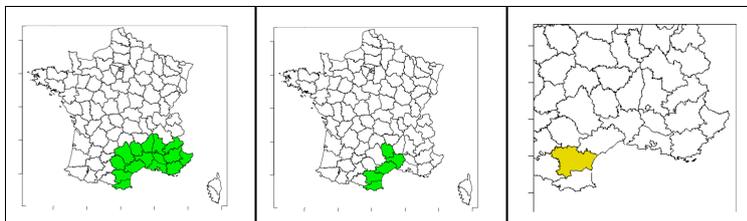


figure 1 : Définition des trois zones considérées dans l'étude à partir du zonage départemental de la France : l'arc méditerranéen (à gauche), l'ex région Languedoc-Roussillon (au centre), le département de l'Aude (à droite)

1. Données et méthodes pour l'analyse des tendances

1.1 Présentation des jeux de données

L'analyse Presclia (Soubeyroux et al, 2019) est un jeu de données pluviométriques à résolution kilométrique et au pas de temps quotidien sur la France disponible sur la période 1961-2018, issu d'une méthode géostatistique utilisant l'ensemble des données pluviométriques de la base de données climatologiques de Météo-France et une ébauche basée sur la climatologie Aurelhy par type de temps.

1.2 Indicateurs pris en compte

L'évolution des pluies extrêmes est considérée à partir de la pluie quotidienne maximale annuelle (Rx1d), normalisée par sa valeur moyenne sur 1961-2018 et agrégée sur les zones d'intérêt. Des indicateurs événementiels des pluies extrêmes représentant la surface des épisodes ou les volumes précipités pour différents seuils (supérieurs à 60 mm, valeur moyenne du Rx1d sur les zones) sont aussi étudiés.

2. Analyse des tendances sur les précipitations extrêmes

L'analyse des tendances (figure 2) est d'abord réalisée à partir des valeurs annuelles normalisées. Sur la zone Méditerranéenne, l'augmentation des précipitations extrêmes est de +15 % sur la période 1961-2018 avec un intervalle de confiance à 90 % (+2 % ; +30%), cohérente avec le taux de croissance de Clausius Clapeyron). Les tendances sont également à la hausse mais moins fortes sur le Languedoc Roussillon +6 % (-10 % ; +24%) ainsi que sur l'Aude +8 % (-18% ; +43%), où les intervalles de confiance

² <http://pluiesextremes.meteo.fr/france-metropole/Inondations-catastrophiques-sur-l-Aude.html>

³ <https://www.spaceclimateobservatory.org/fr/flaude-aude>

sont beaucoup plus larges, ne permettant pas de mettre en évidence une évolution significative avec une confiance de 90 %.

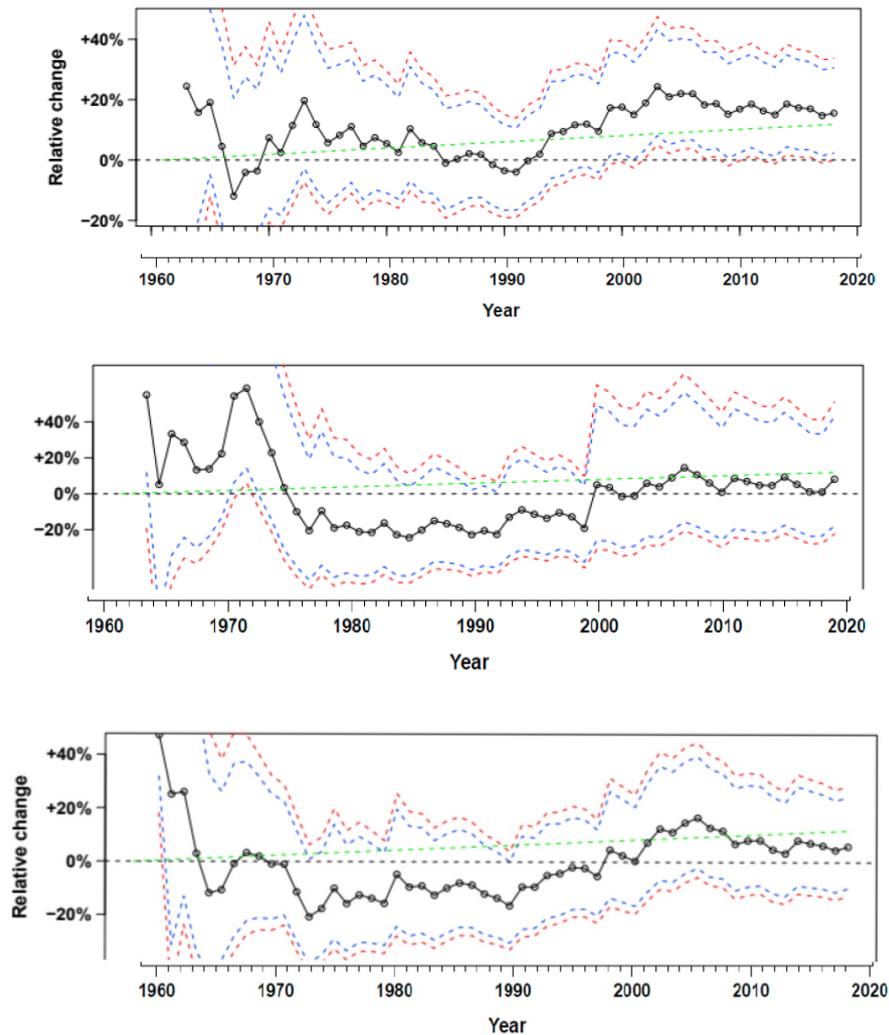


figure 2 : Évolution des pluies extrêmes en termes de tendance relative considérée depuis 1961 avec les intervalles de confiance à 90 % et 95 % en haut pour la zone Méditerranée, au milieu pour le Languedoc Roussillon, en bas pour l’Aude. Le taux de croissance de Clausius Clapeyron est en vert.

L'évolution des surfaces des événements est aussi un indicateur important pour représenter l'impact des événements. La figure 3 représente la p-value du test statistique sur la tendance des surfaces calculée pour différents seuils sur une période glissante débutant en 1961.

On observe que le seuil associé à une tendance significative dépend de l'échelle spatiale : plus élevée sur l’Aude (180mm) que sur le Languedoc-Roussillon (150mm) et la zone Méditerranée (100mm).

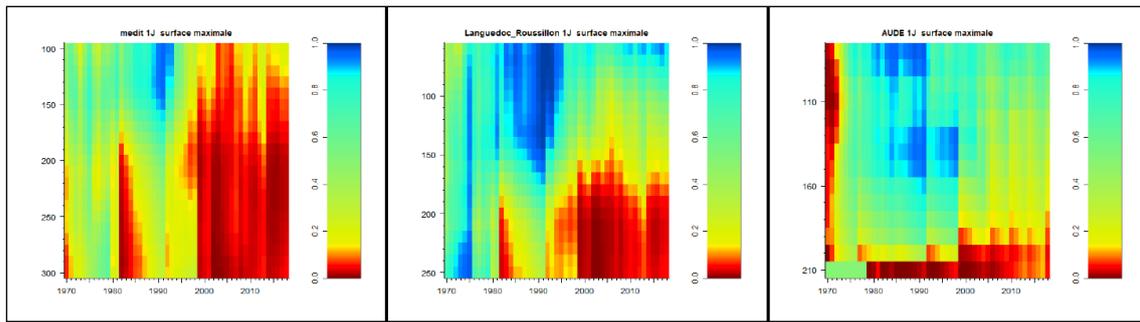


figure 3 : Significativité selon la p-value de l'évolution des surfaces des événements au-dessus d'un seuil (axe des ordonnées) selon une période glissante depuis 1961 (axe des abscisses). Couleur rouge pour la significativité à 95 % (p-value inférieure à 0,05)

3. Evolution des précipitations extrêmes en climat futur

3.1 Données et indicateurs :

Les données de climat futur considérées sont issues du jeu de données DRIAS-2020 (Soubeyrou et al, 2020), sous-ensemble de projections climatiques régionalisées Euro-cordex, sélectionné pour couvrir les incertitudes des modèles climatiques sur les changements attendus de température et précipitation en France (12 simulations couvrant la période 1970-2100) et corrigé par la méthode statistique Adamont appliquée à la réanalyse Safran (voir rapport DRIAS-2020⁴). Dans le cadre de notre étude, nous utilisons les données corrigées de précipitations pour les trois scénarios climatiques d'émission de gaz à effet de serre : faible (RCP2.6), modéré (RCP4.5) et fort (RCP 8.5) sur la zone Languedoc-Roussillon et l'horizon milieu de siècle, échéance d'intérêt majeur pour les acteurs de l'adaptation.

3.2 Analyse des résultats

L'évolution des précipitations extrêmes (RX1d) est représentée pour chaque simulation climatique en fonction du taux de réchauffement annuel sur la zone d'étude (figure 4).

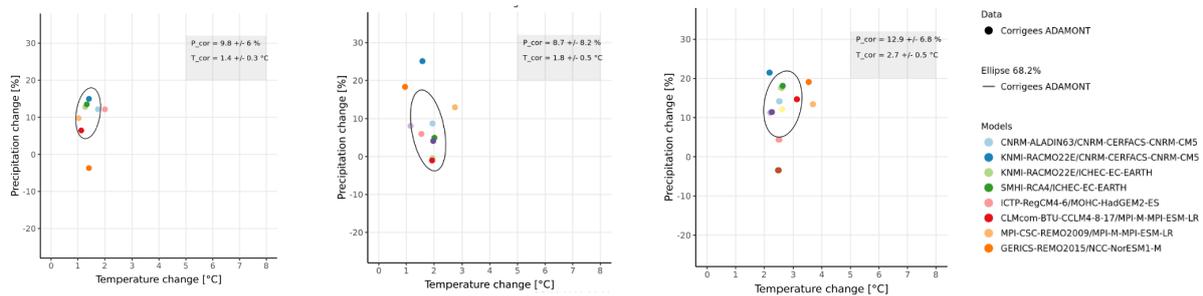


figure 4 : Évolution des pluies extrêmes en fonction de l'évolution des températures (référence 1976-2005) à partir du jeu DRIAS-2020 pour l'horizon milieu de siècle et le RCP2.6 (à gauche), le RCP4 .5 (au milieu), le RCP8.5 (à droite)

⁴ DRIAS : <http://www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf>

Le taux moyen d'augmentation des précipitations extrêmes s'avère peu dépendant du scénario climatique, (valeur médiane de +9,8 % en RCP2.6, +8,7 % en RCP4.5, +12,9 % en RCP8.5) ni du taux de réchauffement. Pour un réchauffement entre +1°C et +2°C, ces taux d'augmentation des précipitations extrêmes restent globalement conformes au taux de Clausius Clapeyron. Certaines simulations présentent toutefois des augmentations approchant ou dépassant +20 % en RCP4.5 et RCP8.5. A l'échelle régionale, aucune structure spatiale n'est clairement identifiable sur les médianes des ensembles des différents RCP (figure 5).

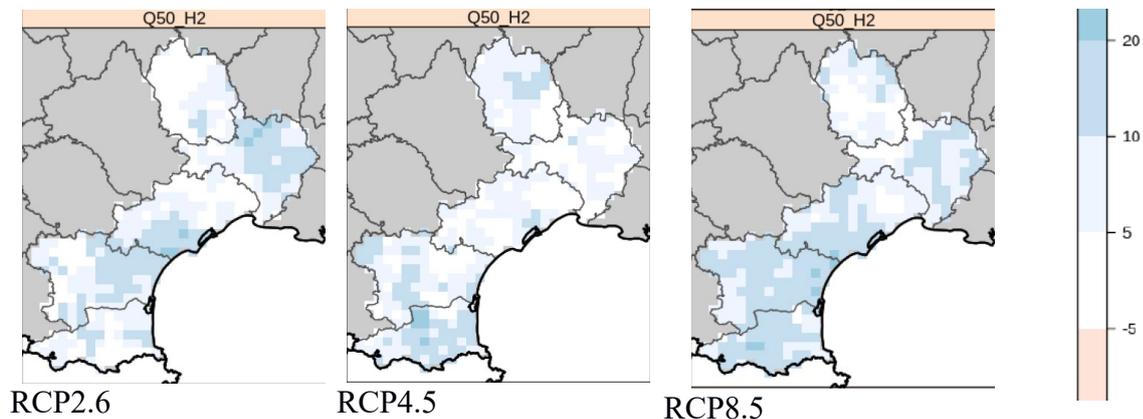


figure 5 : Évolution relative en % des pluies extrêmes (indicateur RX1d) à l'horizon milieu de siècle pour les médianes des ensembles des simulations DRIAS-2020 pour les RCP2.6 à gauche, RCP4.5 au centre, RCP8.5 à droite.

4. Conclusion et perspectives

La connaissance de l'évolution observée et à venir des pluies extrêmes sur les régions Méditerranéennes et notamment le département de l'Aude, durement touché ces dernières années, est un élément essentiel pour la mobilisation des acteurs et le dimensionnement des actions d'adaptation. Les analyses sur les pluies extrêmes passées indiquent des taux d'augmentation de l'intensité maximale des pluies extrêmes entre +6 % et +15 % mais les incertitudes augmentent fortement à échelle fine. La surface des évènements montre un signal d'augmentation plus robuste que la seule intensité des pluies extrêmes. A l'horizon milieu de siècle, les simulations de l'ensemble DRIAS-2020 annoncent des augmentations des précipitations extrêmes assez homogènes entre RCP et sur le territoire de l'ordre de +9 % à +12 %, compatibles avec la loi de Clausius Clapeyron.

Toutefois, ces diagnostics méritent d'être affinés. Pour les données passées, il est notamment nécessaire de s'intéresser aux précipitations des pas de temps infra quotidiens, représentatifs des pluies convectives susceptibles d'être plus affectés par le réchauffement climatique que les précipitations quotidiennes. Pour les projections climatiques, les simulations actuelles du jeu DRIAS-2020 à résolution 12km sont également peu adaptées pour représenter les processus convectifs en jeu dans les épisodes méditerranéens. On fonde des espoirs importants de progrès sur les nouveaux ensembles de simulations résolvant la convection (Convection Permitting Models) dont les premiers résultats commencent à être disponibles (Luu et al, 2020).

5. Bibliographie

- Luu, L. N., Vautard, R., Yiou, P., and Soubeyrou, J.-M.: Evaluation of convection-permitting extreme precipitation simulations for the south of France, *Earth Syst. Dynam. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/esd-2020-77>, in review, 2020.

- Ribes A., Thao S., Vautard R., Dubuisson B., Somot S., Colin J., Planton S., Soubeyrou J.-M., 2018. Observed increase of extreme daily rainfall in the French Mediterranean. *Climate Dynamics*. Doi: 10.1007/s00382-018-4179-2 CLDY-D-17-00226
- Soubeyrou, JM, Lassegues, P, Simon, P, Canellas, C, 2019, La méthode Prescilia de spatialisation quotidienne des précipitations à partir de types de temps, XXXIIème colloque de l'Assoc Internat de Climatologie, pp 517-522
- Soubeyrou, JM, Bernus, S, Corre, L, Gouget, V, Kerdoncuff, M, Somot, S, Tocquer, F, 2020, Le nouveau jeu de simulations climatiques régionalisées sur la France pour le service DRIAS, XXXIIIème colloque de l'Assoc Internat de Climatologie, pp 637-642
- Trambly, Y., Somot, S. Future evolution of extreme precipitation in the Mediterranean. *Climatic Change* **151**, 289–302 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2300-5>
- Vautard R, Yiou P, van Oldenborgh GJ, Lenderink G, Thao S, Ribes A, Planton S, Dubuisson B, Soubeyrou JM (2015) Extreme fall 2014 precipitation in the cévennes mountains. *Bull Am Meteorol Soc* 96(12): S56–S60
- Zittis, George & Bruggeman, Adriana & Lelieveld, Jos. (2021). Revisiting future extreme precipitation trends in the Mediterranean. *Weather and Climate Extremes*. 34. 100380. 10.1016/j.wace.2021.100380.