# **EXPLORE 2 : Note sur les Extrêmes de Précipitation** de la Méthode CDF-t

Mathieu Vrac, Yoann Robin 09 juin 2023

#### Problèmes identifiés

Cette note vise à préciser certaines limitations de la méthode CDF-t de correction des biais des simulations climatiques, ainsi que les éléments sur lesquels on peut avoir une certaine confiance.

Diverses anomalies ont été notées sur les corrections des précipitations issues de CDF-t. Bien que ces anomalies ne soient pas systématiques, elles correspondent à des valeurs parfois extrêmement élevées pour certains pas de temps et certains points de grille.

### **Analyse et explications**

Ce genre de problème vient essentiellement de la combinaison de deux aspects :

- 1. La version de CDF-t mise en place spécifiquement pour le projet Explore2 a tendance à trop étendre le domaine de valeurs possibles dans certaines conditions, dû à une dilatation du support des données pour tenir compte de la non-stationnarité (i.e., de l'évolution climatique) des distributions statistiques des précipitations. Cette dilatation peut alors modifier « l'étalement » de la distribution des pluies (tout en ayant la bonne forme de distribution) et donc impacter les extrêmes de précipitation en les surestimant.
- 2. Les extrêmes de précipitation des RCMs à corriger sont souvent très sous-estimés, avec cependant une queue lourde. Ainsi, une petite variation (augmentation) de ces extrêmes dans les projections peut alors entrainer une très grande augmentation dans les corrections (en lien avec le premier point).

La combinaison de ces deux problèmes / spécificités peut générer ces quelques valeurs extrêmes aberrantes. Toutefois, cette surestimation des valeurs de précipitations ne concerne que les quantiles les plus élevés, généralement au-delà du quantile Q99 ou même du Q99.5. Les valeurs les plus courantes (c-à-d, inférieures au Q99) ne sont pas influencées, ou de manière trop faible pour être significative. La robustesse des corrections pour les valeurs inférieures au Q99 n'est donc a priori pas remise en question par les anomalies extrêmes. Cet effet est visible sur la Fig. 1, où nous pouvons voir une très grande différence entre le Q99 et le maximum sur la période 2081/2100.

## Solution proposée

Afin de corriger les soucis posés par ces valeurs trop extrêmes, une méthode de « lissage adaptatif » des extrêmes a été mise en œuvre en fixant un seuil maximal *S* de précipitation :

$$S = \max_{1976/2005} \{ \text{SAFRAN} \} \times \min \left\{ 1.5; \frac{Q95(RCM, proj)}{Q95(RCM, calib)} \right\}.$$

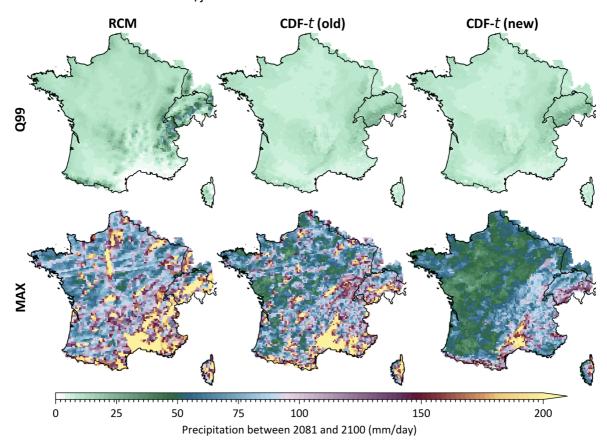
Pour chaque point de grille, la valeur maximale est modifiée d'un ratio qui dépend de l'évolution du quantile 95% (Q95) du RCM entre la période de projection et la calibration, et qui est *au plus* une augmentation de 50% (x1.5) par rapport aux observations. La queue des corrections CDF-t est alors modifiée si la valeur maximale M du RCM corrigé en période de projection dépasse le seuil S, i.e. si M > S. Dans ce cas, l'intervalle [Q95(RCMBC,proj), M] est reprojetée par une mise à l'échelle sur l'intervalle [Q95(RCMBC,proj), S].

Cette approche permet partiellement de contraindre l'évolution des extrêmes issus de CDF-t à être similaire à l'évolution des Q95 bruts générés par le RCM. De plus, ce lissage adaptatif recale les extrêmes aberrants sans toucher aux valeurs les plus courantes de CDF-t qui semblent cohérentes.

#### **Analyse des modifications**

Cette méthode a donc été appliquée à l'ensemble des modèles EXPLORE 2 corrigés avec CDF-t. Nous pouvons voir le résultat sur le Q99 et le max pour le modèle NCC-NorESM1-M / DMI-HIRHAM5 / r1i1p1, scénario RCP 8.5 sur les figures 1 et 2. Ces figures sont représentatives de celles obtenues pour l'ensemble des modèles EXPLORE 2 corrigés avec CDF-t.

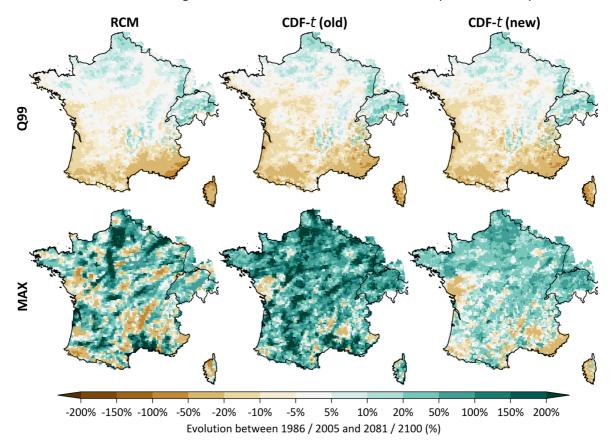
La Fig. 1 nous montre un RCM brut avec un fort contraste entre le Q99 et le maximum : le Q99 ne dépasse pas la valeur de 75mm/jour sur les Alpes, avec des valeurs inférieures à 10mm/jour sur le pourtour méditerranéen, tandis que le maximum montre des valeurs au-delà de 200mm/jour sur ces zones. La correction (avant ajustement des extrêmes) reflète ces phénomènes, avec globalement une révision à la baisse des valeurs, qui restent trop élevés sur le pourtour méditerranéen (maximum de 1700mm/jour). Après ajustement, l'ensemble des maximums sont nettement diminués, avec un événement maximum à 356mm/jour.



**Figure 1.** Quantile 99% et maximum des précipitations sur la période 2081 / 2100 (saison SOND) pour le modèle NCC-NorESM1-M / DMI-HIRHAM5 / r1i1p1 / RCP 8.5. De gauche à droite : modèle brut, correction avec CDF-*t avant* ajustement des extrêmes de précipitations, correction avec CDF-*t après* ajustement des extrêmes de précipitations. Cette figure est représentative de l'ensemble des modèles EXPLORE 2 corrigés avec CDF-*t*.

La Fig. 2 montre les changements relatifs de précipitation entre la période historiques (1986/2005) et le futur (2081/2100), pour le Q99 et le maximum. Nous pouvons voir que pour le quantile 99%, les changements du modèle sont quasiment reproduits à l'identique par CDF-t, que ce soit avant ou après ajustement des extrêmes. Ceci montre que la modification de l'intervalle entre le Q95 et le maximum ne modifie en réalité uniquement que les quelques valeurs les plus fortes. Ceci est confirmé par les

changements sur le maximum qui sont extrêmement élevés comparés aux Q99 : la majorité des changements sont inférieurs à 20% pour le Q99, tandis qu'ils sont majoritairement supérieurs à 100%, voire 150%. Il est intéressant de voir que la correction avant ajustement respecte globalement les changements du modèle (malgré des inversions de signe par moment), tandis que l'ajustement revoit nettement à la baisse les changements de maximum, même si les valeurs produites sont plus réalistes.



**Figure 2.** Changements relatifs de précipitation entre la période historique 1986 / 2005 et la période future 2081 / 2100 (saison SOND) pour le quantile 99% et le maximum, pour le modèle NCC-NorESM1-M / DMI-HIRHAM5 / r1i1p1 / RCP 8.5. De gauche à droite : modèle brut, correction avec CDF-*t avant* ajustement des extrêmes de précipitations, correction avec CDF-*t après* ajustement des extrêmes de précipitations. Cette figure est représentative de l'ensemble des modèles EXPLORE 2 corrigés avec CDF-*t*.