
Validation et comparaison des données de précipitation des pluviomètres de Météo-France et de SAFRAN: Application aux bassins du Lez et de l'Aude

Rapport technique TR-CMGC-16-130

A. Colmet-Daage, C. Vargel, S. Ricci, E. Sanchez-Gomez, V. Borrell-Estupina, E. Servat, C. Llovel, P. Quintana-Seguí

Mai 2016



Table des matières

Introduction	1
1 Données disponibles	2
1.1 Les bassins versants de l'étude	2
1.2 Les données pluviométriques de Météo-France	2
1.3 L'analyse SAFRAN	3
1.4 Le relevé pluviométrique et hydrométrique des épisodes de crues	4
2 Comparaison et validation statistique des données de précipitations extrêmes de Météo France et de SAFRAN	5
2.1 Analyse du cycle saisonnier des pluviomètres de Météo-France	5
2.2 Comparaison des quantiles sur les bassins étudiés	6
2.2.1 Calcul des quantiles	6
2.2.2 Comparaison des quantiles sur le Lez	7
2.2.3 Comparaison des quantiles sur l'Aude	8
3 Discrétisation et distribution des événements courts de précipitations	13
3.1 Origine et choix des épisodes	13
3.2 Discrétisation et distribution des événements courts journaliers selon les deux bases de données de référence.	13
Conclusion	16
Remerciements	16
Références	17

Introduction

Ce rapport technique s'insère dans un projet de thèse portant sur l'évaluation des impacts du changement climatique sur les pluies et les crues éclaircies des petits bassins versants méditerranéens.

Les travaux décrits ici font suite à ceux de [Harader \(2015\)](#) qui a développé une méthodologie, dite de « futurisation », adaptée à cette étude. Un champ de précipitations observées est corrigé par une méthode de perturbation de quantiles. Dans les travaux de [Harader \(2015\)](#), cette méthode est mise en oeuvre à partir des simulations du projet CORDEX ([Giorgi et al., 2009](#)) pour le modèle régional climatique ALADIN52. Ce champ pluvieux est ensuite appliqué à un modèle hydrologique pour simuler des épisodes de crues futures. Le présent travail poursuit cette analyse en utilisant maintenant une approche multi-modèles. Pour cela, les sorties de plusieurs modèles régionaux climatiques (RCMs) à 12km de résolution horizontale de l'exercice Euro-CORDEX ([Giorgi et al., 2009](#)) sont utilisées.

La méthode de futurisation consiste à appliquer à des épisodes ponctuels de pluies un coefficient de changement estimé par les modèles climatiques. Ce changement diffère en fonction du rang de quantile auquel appartiennent les pluies. Ainsi, la précision de la discrétisation par quantiles des épisodes est essentielle pour caractériser statistiquement ces pluies. Pour déterminer les valeurs des rangs de quantiles avec lesquelles seront discrétisés les épisodes courts, une série de données longues d'au moins 30 ans est statistiquement nécessaire. Cette série est dite de "Référence".

[Harader \(2015\)](#) a utilisé les précipitations au pas de temps journalier de la base de données SAFRAN ([Durand et al., 1993](#)) comme référence. Cependant, cette base de données présente certaines faiblesses spécifiques aux pluies intenses et courtes qui sont à la base de la genèse des crues éclaircies. En effet, ces dernières sont générées suites à des pluies excédant souvent quelques dizaines de millimètres en quelques heures. Deux stratégies peuvent être adoptées pour préciser cette étape. La première est développée dans ce rapport et consiste à utiliser directement les données journalières provenant des pluviomètres de Météo-France comme référence. Cela permet de s'affranchir des faiblesses de SAFRAN sur les pluies extrêmes. La seconde ne sera pas développée dans ce rapport. Elle consiste à réduire la résolution temporelle en passant du pas de temps journalier au pas de temps tri-horaire. Ceci afin d'avoir une meilleure représentation des pluies à l'origine des crues éclaircies qui ont une durée en général de l'ordre de quelques heures. En utilisant les données horaires des pluviomètres de Météo-France agrégées au pas de temps tri-horaire, les événements courts de pluies pourraient être futurisés à ce pas de temps.

Cette étude a pour objectif de valider la valeur ajoutée de la première stratégie pour les bassins versants du Lez et de l'Aude en répondant à la question scientifique suivante : *Est-ce que les données journalières des pluviomètres de Météo-France permettent d'améliorer l'estimation spatiale et temporelle des précipitations extrêmes de référence dans cette étude ?*

Dans un premier temps, nous définissons les bassins et les outils évoqués précédemment. Puis, la représentativité des données journalières des pluviomètres est évaluée vis à vis des pluies extrêmes. Enfin, une période de 30 ans permet de la bonne correspondance entre la finesse des quantiles calculés et la distribution des événements étudiés est vérifiée.

1 Données disponibles

1.1 Les bassins versants de l'étude

Cette étude est focalisée sur deux bassins versants fréquemment soumis à des crues éclair mais différents de par leurs tailles et leurs influences orographiques. La figure 1 présente la localisation de ces bassins dans l'arc méditerranéen. Le bassin versant du Lez, malgré sa petite surface de 114km^2 , est souvent durement touché par des événements dit Cévenols. Le bassin de l'Aude est plus grand, couvrant une surface de 5200km^2 . Avec ces influences pyrénéennes et cévenoles, ce bassin est connu pour la crue éclair de novembre 1999 où des dommages humains et matériels records furent enregistrés à Carcassonne et ses environs (Bechtold and Bazile, 2001; Ducrocq et al., 2003; Gaume et al., 2004).

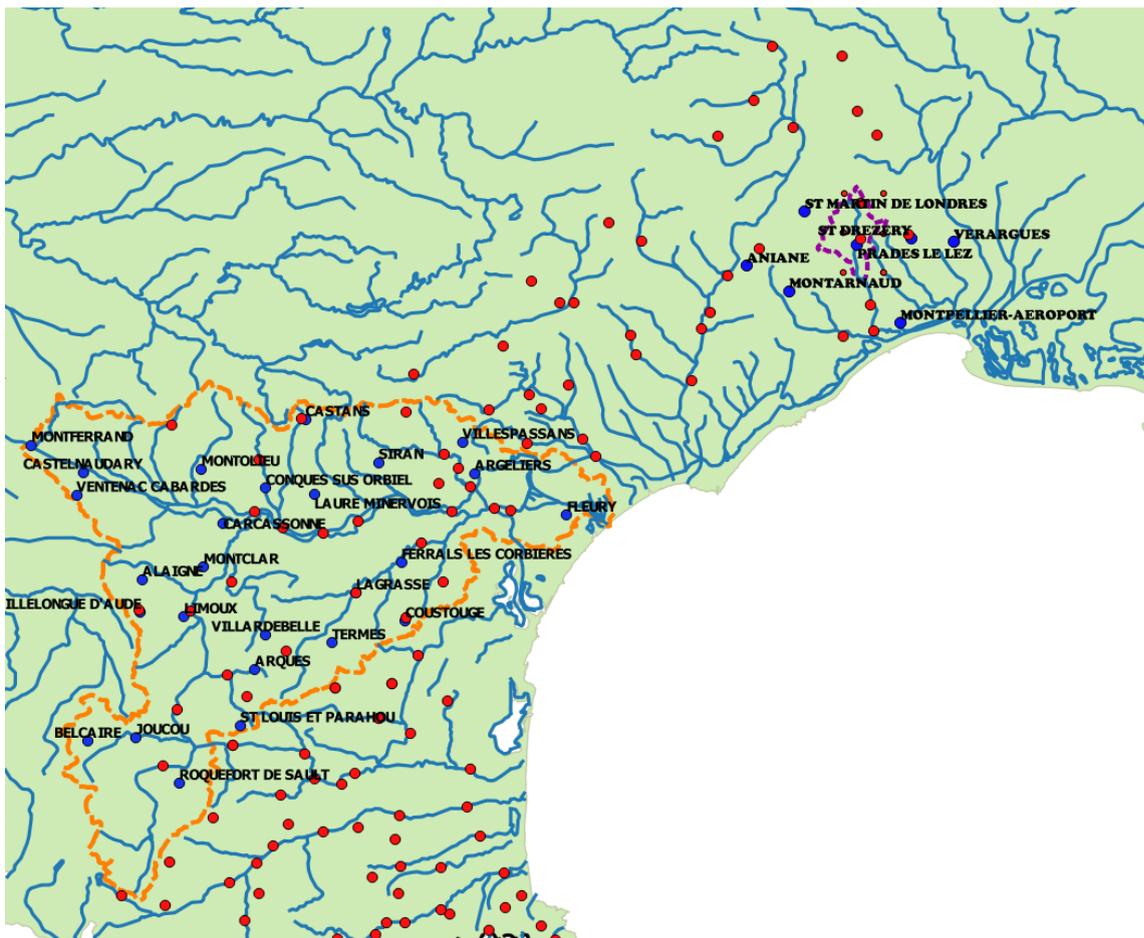


Figure 1: Localisation des pluviomètres de Météo-France (points bleus) avec leurs noms respectifs, ainsi que des pluviomètres de SPC (point rouges). Tracés des bassins versants étudiés (pointillés) : l'Aude (orange) et le Lez (violet). Les lignes bleues représentent le réseau hydrographique.

1.2 Les données pluviométriques de Météo-France

Aujourd'hui, Météo-France gère plusieurs réseaux d'acquisition de données d'observations météorologiques. Ces données sont disponibles dans un cadre commercial

ou de recherche.

Dans le cadre de notre étude, Météo-France met à disposition des données d'observations sur les deux bassins versants étudiés qui sont représentés sur la figure 1. Des relevés pluviométriques sont disponibles au pas de temps journalier sur la période 1984-2013 pour 26 stations strictement incluses dans le bassin versant de l'Aude et 8 stations autour de celui du Lez. Techniquement, les données représentent le cumul de précipitations sur 24 heures relevé à 06UTC de J+1, avec une précision au dixième de mm.

Par ailleurs, il existe aussi des données provenant du réseau de pluviomètres du Service de Prévision des Crues (SPC) qui est totalement indépendant de celui-ci. Pour notre étude, les données des SPC n'ont pas été retenues en raison du fait que celles de Météo-France sont déjà disponibles et bénéficient d'un contrôle strict de qualité systématique avant la mise à disposition.

Avant de les mettre à disposition, Météo-France applique un pré-traitement aux données. Ce pré-traitement consiste par exemple à supprimer des données aberrantes, mesurées dans un lieu inapproprié e.g. sous un arbre pour des précipitations, ou encore à homogénéiser les données. L'homogénéisation est faite pour des longues périodes de mesures pendant lesquelles l'emplacement du site et les appareils ont pu changer. Le traitement effectué sur les données de température et de précipitation par Météo-France est celui décrit par [Caussinus and Mestre \(2004\)](#). La méthode estime que par définition, entre 2 points de rupture (i.e. changements dans les mesures), une série est fiable. Les séries géographiquement proches sont donc inter-comparées via des méthodes statistiques basées sur la pénalisation par log-vraisemblance afin de déterminer pour chacune d'entre elles les points de rupture. La comparaison permet de repérer les points où un seul appareil connaît un changement brutal dans ces mesures. Les données sont ensuite corrigées à partir de ces points détectés en déterminant une climatologie à partir de l'ensemble des séries.

1.3 L'analyse SAFRAN

SAFRAN (Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie) est une analyse atmosphérique qui produit les variables de surface à partir d'observations au sol. Basé sur des zones climatiquement homogènes, il fournit des variables atmosphériques à 8km de résolution sur toute la France sur la période 1981-2010, aux pas de temps journalier et horaire. Les détails sur les algorithmes et les méthodes d'interpolation sont décrits dans [Quintana-Seguí et al. \(2008\)](#). Il est important de noter que la période des données des pluviomètres de Météo-France et celle des données de SAFRAN utilisées dans cette étude sont décalées de trois années. Cela constituera une incertitude dans les résultats.

La capacité de SAFRAN à reproduire la précipitation a été validée par [Quintana-Seguí et al. \(2008\)](#); [Vidal et al. \(2010\)](#). Les deux auteurs s'accordent sur les bonnes performances de SAFRAN à simuler les précipitations journalières moyennes. Par contre, la validation a aussi montré que ces performances diminuent lorsque l'intensité des événements augmente. SAFRAN est donc moins performant pour les précipitations extrêmes. Pourtant, ce sont ces précipitations extrêmes qui font l'objet de cette étude. C'est pourquoi l'apport des données journalières des pluviomètres de Météo-France est étudié.

1.4 Le relevé pluviométrique et hydrométrique des épisodes de crues

Les épisodes courts de pluies qui seront "futurisés" dans ce projet correspondent aux enregistrements des pluviomètres du réseau de mesure du Service de Préviation des Crues (SPC). Ce réseau est totalement indépendant de celui de Météo-France et ne subit pas nécessairement les mêmes contrôles des données. Les stations SPCs correspondent aussi aux stations de mesures des débits des rivières en crues qui seront nécessaires pour l'approche hydrologique.

Les études passées portant sur ces crues éclairs ont majoritairement été traitées avec les données SPCs pour le moment (Harader, 2015; Coustau, 2011; Marchandise, 2007). Dans cette étude, la nécessité de longues séries de données de référence et leur mise à disposition nous ont dirigées vers l'utilisation des données du réseau de pluviomètre de Météo-France. Des questions portant sur le réseau qui représentera les épisodes courts à traiter subsistent. Comme le montre la figure 1, les deux réseaux de mesures peuvent prétendre à une bonne couverture spatiale selon la zone observée.

2 Comparaison et validation statistique des données de précipitations extrêmes de Météo France et de SAFRAN

2.1 Analyse du cycle saisonnier des pluviomètres de Météo-France

Le cycle saisonnier des pluviomètres de Météo-France pour la période de 1984 à 2013 est décrit sur la figure 2 pour le Lez et sur la figure 3 pour l'Aude. Sur les données disponibles, on calcule le cumul mensuel et ensuite la moyenne sur les 30 ans.

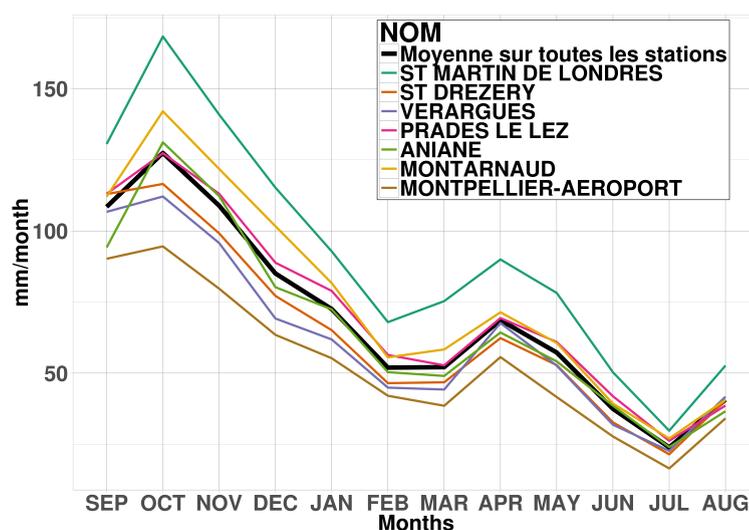


Figure 2: Cycle saisonnier des pluies relevées par les stations de Météo-France (ANIANE, MONTPELLIER, MONTARNAUD, PRADES LE LEZ, ST DREZERY, ST MARTIN DE LONDRES et VERARGUES) pour le bassin versant du Lez.

Tous les profils des stations présentent une allure semblable : bi-modal avec un maximum en automne et au printemps qui correspondent aux périodes de fortes précipitations.

Dans le bassin du Lez, les valeurs des cumuls mensuels positionnent les stations dans un ordre particulier qui correspond finalement à leur localisation sur l'axe Nord-Sud. La station de ST MARTIN DE LONDRES se situe la plus au Nord et enregistre les valeurs les plus fortes. À l'inverse, la station de MONTPELLIER-AEROPORT enregistre les valeurs les plus faibles et correspond justement à la station la plus au sud (voir figure 1).

Dans le bassin de l'Aude, il n'y a pas de schéma de la sorte qui apparaît. La multitude des régimes pluviométriques (Pyrénéens, Cévenols, Méditerranéen) explique cette variabilité. Seule la station de CASTANS se détache de l'ensemble. Cette station est localisée sur les hauteurs des Cévennes où les pluies sont plus abondantes.

L'homogénéité du cycle saisonnier stations pluviométriques de Météo-France dans le bassin du Lez et de l'Aude a permis de vérifier l'absence d'incohérence notable.

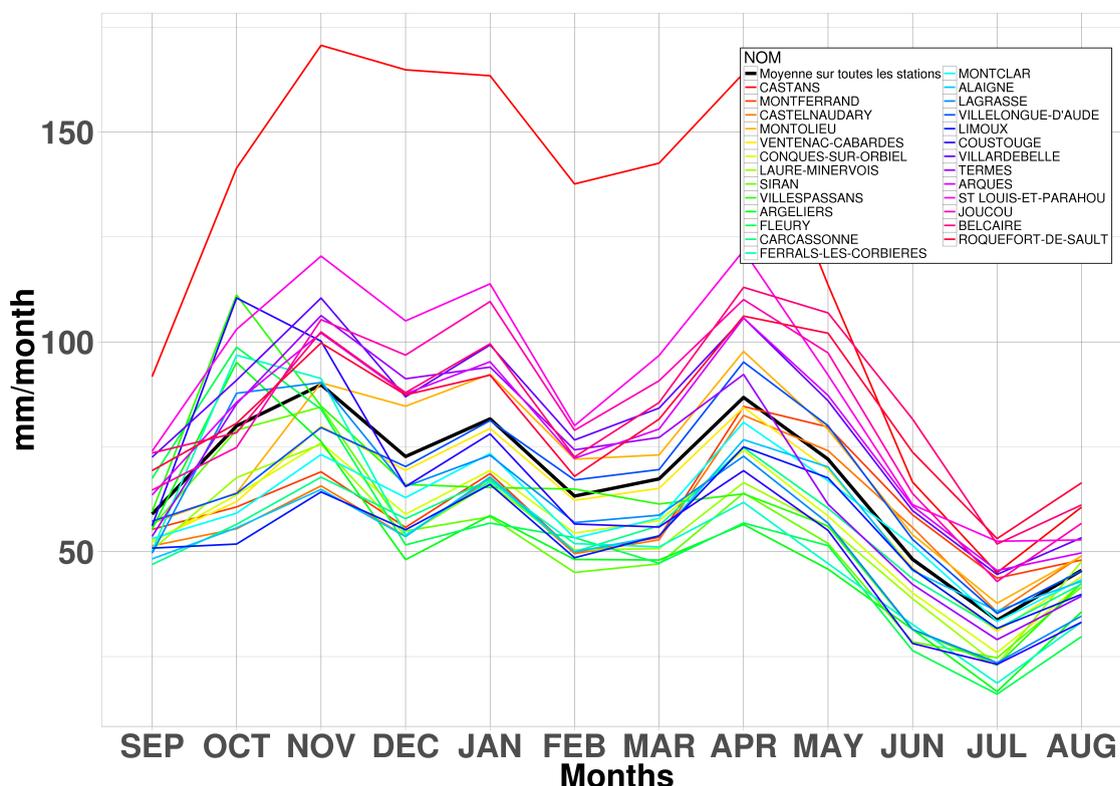


Figure 3: Cycle saisonnier des pluies relevées par les stations de Météo-France (ALAIGNE, ARGELIERS, ARQUES, BELCAIRE, CARCASSONNE, CASTANS, CASTELNAUDARY, CONQUES-SUR-ORBIEL, COUSTOUGE, FERRALS-LES-CORBIERES, FLEURY, JOUCOU, LAGRASSE, LAURE-MINERVOIS, LIMOUX, MONTCLAR, MONTFERRAND, MONTOLIEU, ROQUEFORT-DE-SAULT, ST LOUIS-ET-PARAHOU, TERMES, VENTENAC-CABARDES, VILLARDEBELLE, VILLELONGUE-D'AUDE, SIRAN et VILLES PASSANS) pour le bassin versant de l'Aude.

2.2 Comparaison des quantiles sur les bassins étudiés

On rappelle que pour déterminer les valeurs des rangs de quantiles de précipitations dans lesquelles seront discrétisés les épisodes courts, une série de données longues d'au moins 30 ans est statistiquement nécessaire. En effet, il est communément admis qu'une période de 30 ans permet de s'affranchir de la variabilité ponctuelle des précipitations liée au phénomène El Niño. Cette série est dite de "Référence". L'objectif est maintenant d'évaluer la valeur ajoutée de l'utilisation des pluviomètres de Météo-France, plutôt que des données de SAFRAN, pour calculer les quantiles de précipitations de référence.

Nous précisons que cette utilisation est spécifique au cadre d'étude dans lequel elle s'insère, c'est-à-dire, à l'étude des extrêmes de précipitations dans des bassins complexes que sont le Lez et l'Aude.

2.2.1 Calcul des quantiles

Par la suite, les quantiles correspondant à chaque pluviomètre sont estimés avec l'ensemble des données observées sur la période de 1984-2013. Les quantiles déterminés à partir de toutes les stations sont calculés à partir de l'ensemble des données des pluviomètres sur la période de 30 ans, et non avec une

moyenne par jour de ces pluviomètres. Ainsi, lorsque le quantile de rang q a une valeur V , cela signifie que l'événement V apparaît 1 fois tous les $\frac{1}{1-q}$ jours sur l'un des pluviomètres considérés.

Les quantiles estimés à partir des mailles SAFRAN sont calculés sur la période 1981-2010 et l'ensemble des mailles. Le quantile calculé ici indique un événement qui apparaît dans l'une des mailles considérées.

La différence de répartition spatiale entre, d'une part, les données de SAFRAN spatialisées, et d'autre part les données ponctuelles des pluviomètres, entraîne des stratégies de comparaison spatiale différentes.

2.2.2 Comparaison des quantiles sur le Lez

Le bassin du Lez couvre l'équivalent de deux mailles SAFRAN comme le montre la figure 4. Nous avons donc fait le choix de comparer directement les quantiles calculés sur ces deux mailles aux quantiles des pluviomètres de ST MARTIN DE LONDRES, de PRADES LE LEZ, de ST DREZERY et de MONTPELLIER-AEROPORT.

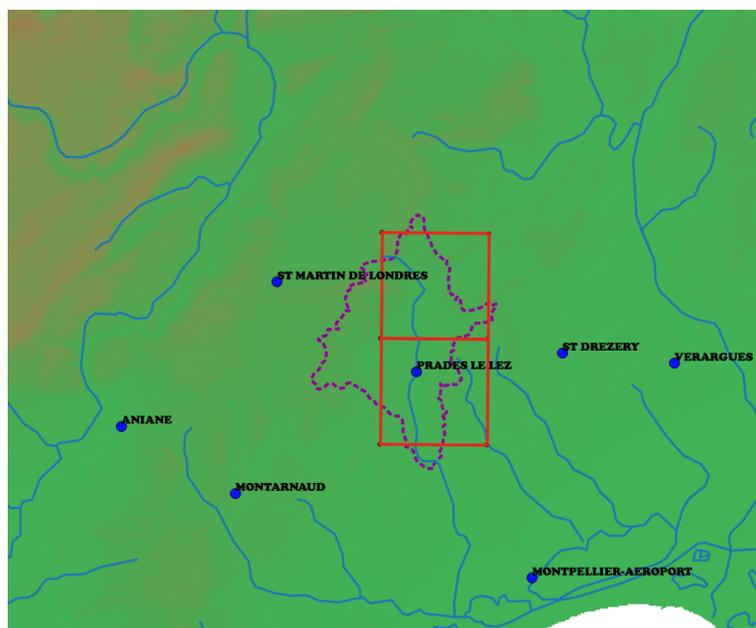


Figure 4: Localisation du bassin versant du Lez en noir, des mailles SAFRAN considérées en rouge et les pluviomètres de Météo-France disponibles en bleu. Les lignes bleues représentent le réseau hydrographique local et le fond de carte, les reliefs allant du niveau de la mer en vert à de plus hautes altitudes en marron.

La figure 5 compare les valeurs de précipitations en $mm.j^{-1}$, par rang de quantile des données de précipitations provenant des pluviomètres de Météo-France et de SAFRAN. Afin d'éviter des effets de lissage, les quantiles pour les quatre saisons sont calculés et présentés séparément.

Les quantiles des stations pluviométriques apparaissent dans le même ordre pour les quatre saisons. En fait, on constate que les stations les plus au nord présentent des quantiles plus élevés que SAFRAN et que ceux des stations au sud, des quantiles plus faibles. Ceci rejoint le constat fait avec la figure 2.

En automne, SAFRAN sous-estime les quantiles pour trois des quatre stations pluviométriques, ainsi que pour l'ensemble des stations. Cette erreur peut représenter

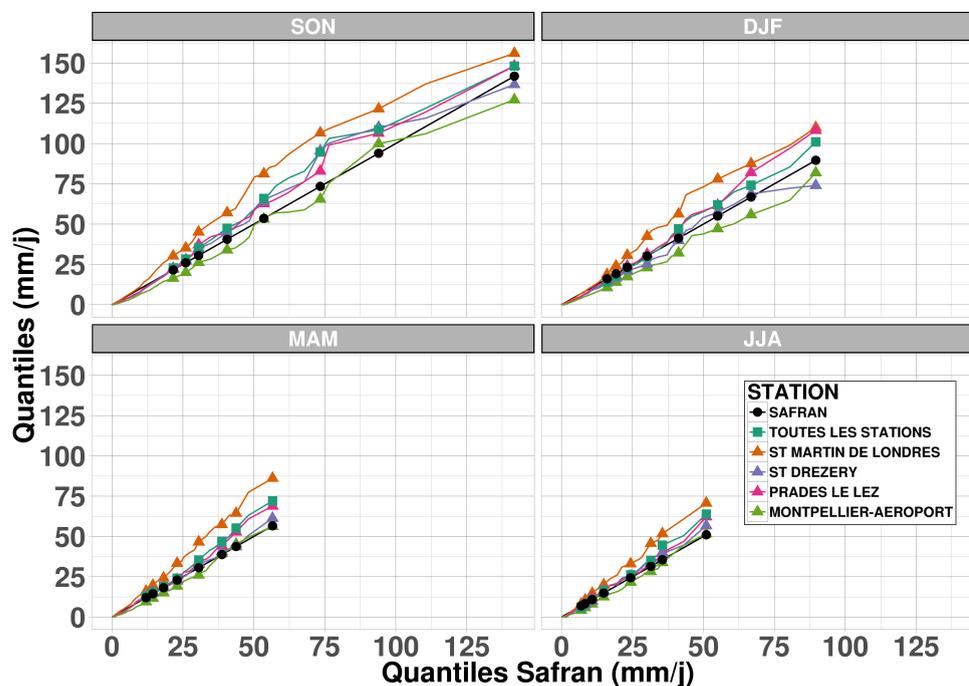


Figure 5: Graphique quantile-quantile entre les pluviomètres de Météo-France et les données de SAFRAN par saison pour le bassin versant du Lez. La droite de contrôle, en noir, est issue des données SAFRAN, les données de Météo-France sont en couleurs. Les symboles colorés représentent les rangs de centiles 95, 96, 97, 98, 99, 99.5, 99.7 et 99.9, dans l'ordre.

jusqu'à 35 mm.j^{-1} en automne pour la station de SAINT MARTIN DE LONDRES qui est la plus au nord, soit environ 35% de sous-estimation. Une telle différence peut avoir un impact non négligeable sur l'amplitude de la crue générée par l'événement pluvieux.

Ce constat, en accord avec les conclusions de [Quintana-Seguí et al. \(2008\)](#), s'applique à tous les rangs de quantiles supérieurs à 95, et à toutes les saisons, de façon plus ou moins prononcée. Nous pouvons donc considérer que l'utilisation des pluviomètres de Météo-France comme référence dans le bassin du Lez améliorera la représentation des événements extrêmes de précipitations à l'origine des crues évaluées.

2.2.3 Comparaison des quantiles sur l'Aude

Le bassin de l'Aude couvre un ensemble de 84 mailles SAFRAN représentées sur la figure 7. Étant donnée la forte variabilité spatiale du bassin, la comparaison des quantiles de précipitations de l'ensemble des mailles SAFRAN aux données des pluviomètres ne serait pas adéquate. À l'inverse, la comparaison de chaque maille aux stations qu'elle inclue représente une tâche fastidieuse et difficile à interpréter. Finalement, l'idée est d'établir des zones jugées homogènes selon deux critères :

- l'intensité de pluie des quantiles de précipitation 95, 97 et 99 (seul le quantile 97 est montré ici sur la figure 6) ;
- le relief.

Une fois ces zones définies, elles sont comparées aux pluviomètres inclus dans chacune d'entre elles.

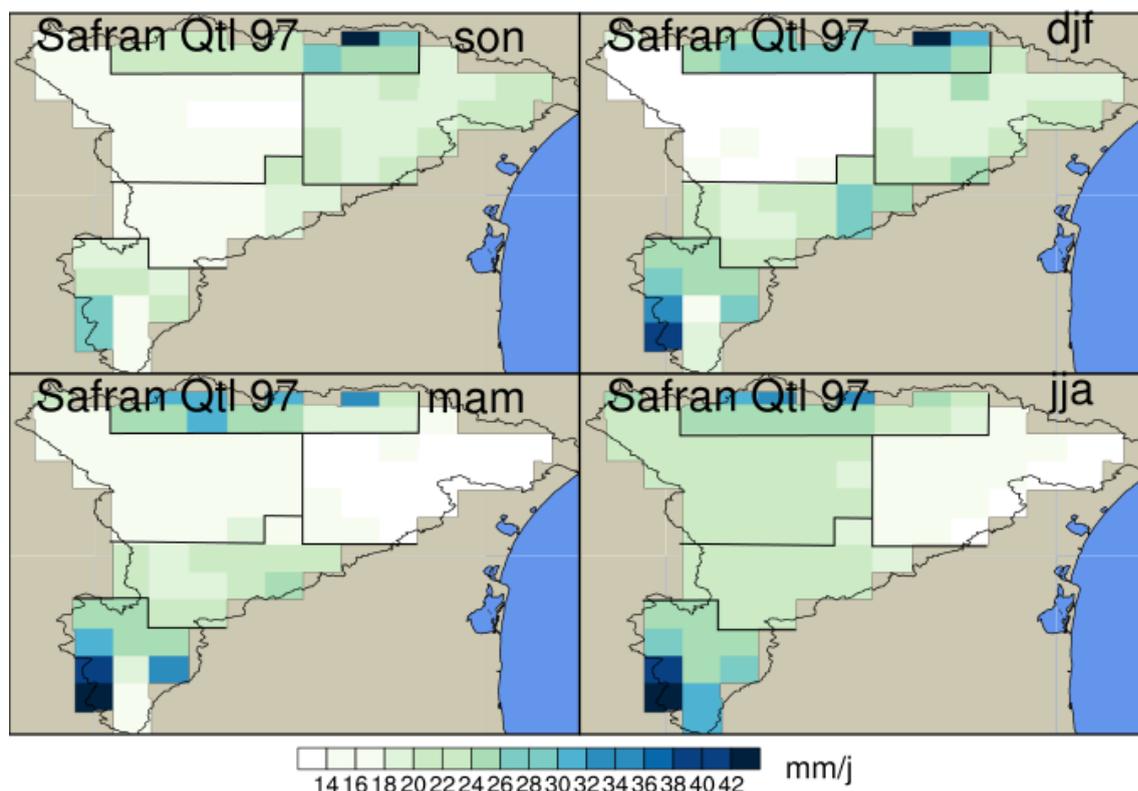


Figure 6: Répartition spatiale saisonnière du quantile de rang 97 de précipitations d'après les données de SAFRAN. Les traits noirs représentent le découpage zonal du bassin versant selon ce critère.

La figure 6 montre que la barre des Cévennes, au Nord du bassin, se dénote avec des intensités de pluies supérieures à celles de la plaine. La même distinction apparaît pour les montagnes pyrénéennes au sud. La plaine présente une frontière Est/Ouest au centre du bassin. Cela peut s'expliquer par un comportement sous l'influence des flux humides marins à l'Est et, au contraire, une influence de la Tramontane plus sèche à l'ouest.

Lorsque le relief se superpose aux zones prédéfinies, une bonne corrélation apparaît pour la barre des Cévennes et les Pyrénées. Une zone de piémont vient même s'ajouter dans la zone de plaine, en accord avec les cartes des différents quantiles. Ainsi, comme le montre la figure 7, 5 zones homogènes selon les critères ci-dessus sont définies dans le bassin de l'Aude et nommées comme suit :

- SudMontagne en rouge,
- CentrePiemont en violet,

2 COMPARAISON ET VALIDATION STATISTIQUE DES DONNÉES DE PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES DE MÉTÉO FRANCE ET DE SAFRAN

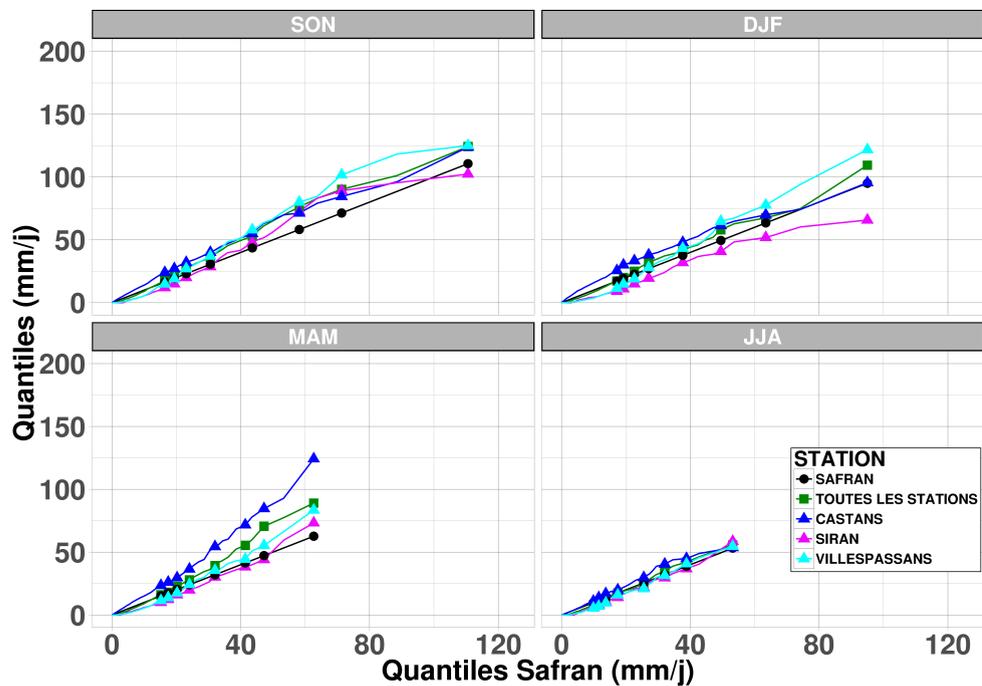


Figure 8: Graphique quantile-quantile entre les pluviomètres de Météo-France et les données de SAFRAN par saisons pour la région Nord Cévennes définies précédemment. Les données de SAFRAN sont en noir et celles des pluviomètres de Météo-France en couleurs. Les marqueurs colorés représentent, respectivement, les rangs de quantiles 95, 96, 97, 98, 99, 99.5, 99.7 et 99.9.

Pour conclure, au vu de ces résultats, nous considérons que les zones définies sont homogènes selon les critères choisis. Puis, d'une façon générale, nous constatons que SAFRAN tend à sous estimer les quantiles extrêmes de précipitation dans la plupart des zones étudiées. Ces résultats vont dans le sens de l'utilisation des données pluviométriques journalières de Météo-France comme référence.

2 COMPARAISON ET VALIDATION STATISTIQUE DES DONNÉES DE PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES DE MÉTÉO FRANCE ET DE SAFRAN

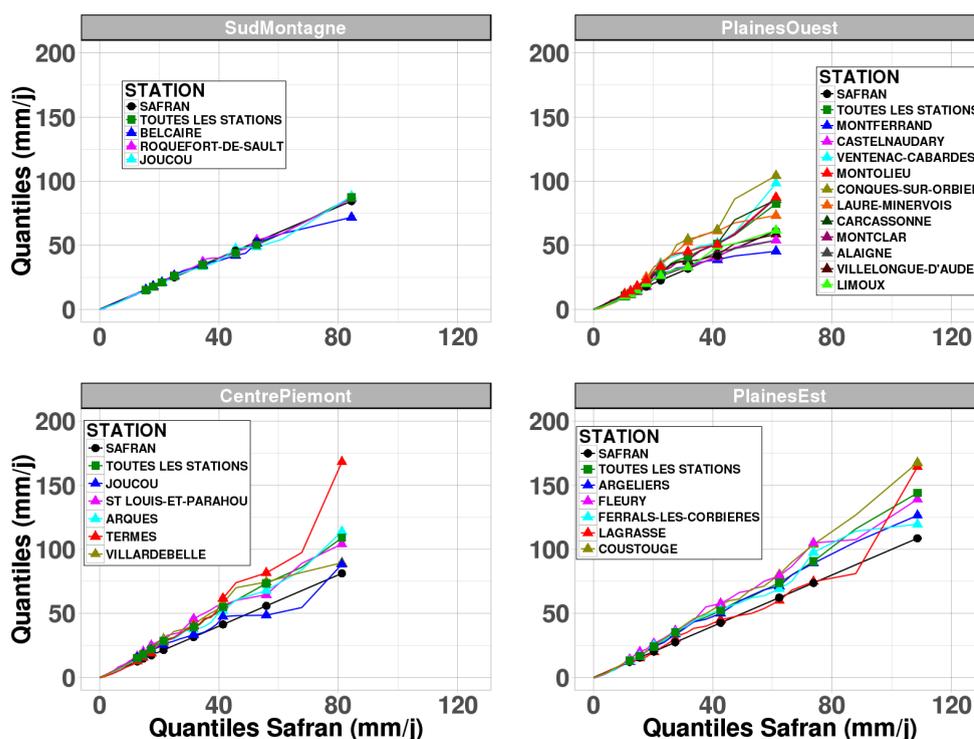


Figure 9: Graphique quantile-quantile entre les pluviomètres de Météo-France (axe vertical) et les données de SAFRAN (axe horizontal) pour l'automne, par zones définies précédemment. Les données de SAFRAN sont en noir et celles des pluviomètres de Météo-France en couleurs. Les marqueurs colorés représentent, respectivement, les rangs de quantiles 95, 96, 97, 98, 99, 99.5, 99.7 et 99.9

3 Discrétisation et distribution des événements courts de précipitations

3.1 Origine et choix des épisodes

Les différents événements courts de pluie sur les bassins du Lez et de l'Aude considérés dans le cadre de l'étude ont eu lieu entre 1994 et 2014. Pour le moment, ils sont extraits de différentes sources de données :

- Pour le bassin versant de l'Aude :
 - Uniquement des stations SPC et les données couvrent la période 2002-2014 avec l'épisode de crue de 1999 en plus ;
- Pour le bassin versant du Lez :
 - stations SPC entre 2004 et 2014 ;
 - stations Météo-France entre 1994 et 2008 ;

Ces épisodes ont été sélectionnés par F. Raynaud (doctorant à HSM), et répertoriés dans un fichier que nous appelons "Fichier de Félix", selon ces critères :

- Sélection avec un seuil de $50\text{mm}\cdot\text{j}^{-1}$ sur les pluies cumulées en 24h glissantes et avec un nombre minimum de pluviomètres atteignant ce seuil (2) ;
- Une sélection réalisée à partir des débits mesurés à la station fluviométrique de Mirepeisset avec un seuil de $50\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$;
- Pour le bassin du Lez s'y ajoute des données issues de la thèse de [Coustau \(2011\)](#).

Afin d'homogénéiser la source de ces données, et suite à la mise à disposition des pluviomètres de Météo-France, les données de précipitations pour les périodes sélectionnées pourraient toutes être extraites de ce jeu de données. Cependant, comme précisé auparavant, la couverture spatiale du réseau de mesures de Météo-France et des SPCs est différente et pourrait s'avérer complémentaire.

3.2 Discrétisation et distribution des événements courts journaliers selon les deux bases de données de référence.

Est-ce que le type d'événements courts observés est bien discrétisé à travers la distribution des quantiles de référence établie selon les pluviomètres Météo-France ou les données SAFRAN ?

Afin de répondre à cette question, les figures 10 et 11 sont tracées. Les valeurs des intensités de pluie correspondant aux intervalles de quantiles que nous avons choisis sont établies dans chaque bassin à partir de séries de 30 ans de données de SAFRAN (en rouge), ou de l'ensemble des pluviomètres de Météo-France (en bleu). Puis, chaque valeur journalière d'un événement court du "Fichier de Félix" est classée selon son intensité dans un de ces intervalles de quantiles. Cette analyse est faite par saison. Le premier quantile représenté correspond à la première valeur de précipitations non nulles. L'unité est en pourcentage du nombre d'événements par saison.

Idéalement, la discrétisation en quantiles représente correctement notre distribution si les différents événements observés sont équitablement répartis, donc si le diagramme présente un profil plat ([Talagrand et al., 1997](#); [Anderson, 1996](#)).

La figure 10 présente la répartition des événements courts de pluies du "Fichier de Félix" pour le bassin versant du Lez. Les constats suivants peuvent y être faits :

- Q82 à Q99 : les épisodes se répartissent de façon homogène.

3 DISCRÉTISATION ET DISTRIBUTION DES ÉVÉNEMENTS COURTS DE PRÉCIPITATIONS

- Q99 à Q99.9 : pour certaines saisons, il y a beaucoup plus d'épisodes dans cet intervalle. Il est donc discrétisé de façon plus fine. Les résultats ne sont pas montrés ici.
- Supérieur à Q99.9 : Les épisodes dans cet intervalle ne pourront pas être plus finement discrétisés pour des raisons statistiques. Mis à part pour le printemps et l'été, il n'y a que très peu d'épisodes dans cet intervalle.

La répartition des événements en quantiles ne diffère pas de plus de 5% entre un intervalle défini avec les séries de Météo-France ou celles de Safran. Cependant, le nombre d'épisodes dans l'intervalle supérieur au 99.9^{ème} quantile est systématiquement moins élevé selon les pluviomètres de Météo-France que selon les données SAFRAN. Donc, la discrétisation de la distribution des épisodes courts journaliers du "Fichier de Félix" est plus complète avec les pluviomètres de Météo-France dans le bassin du Lez.

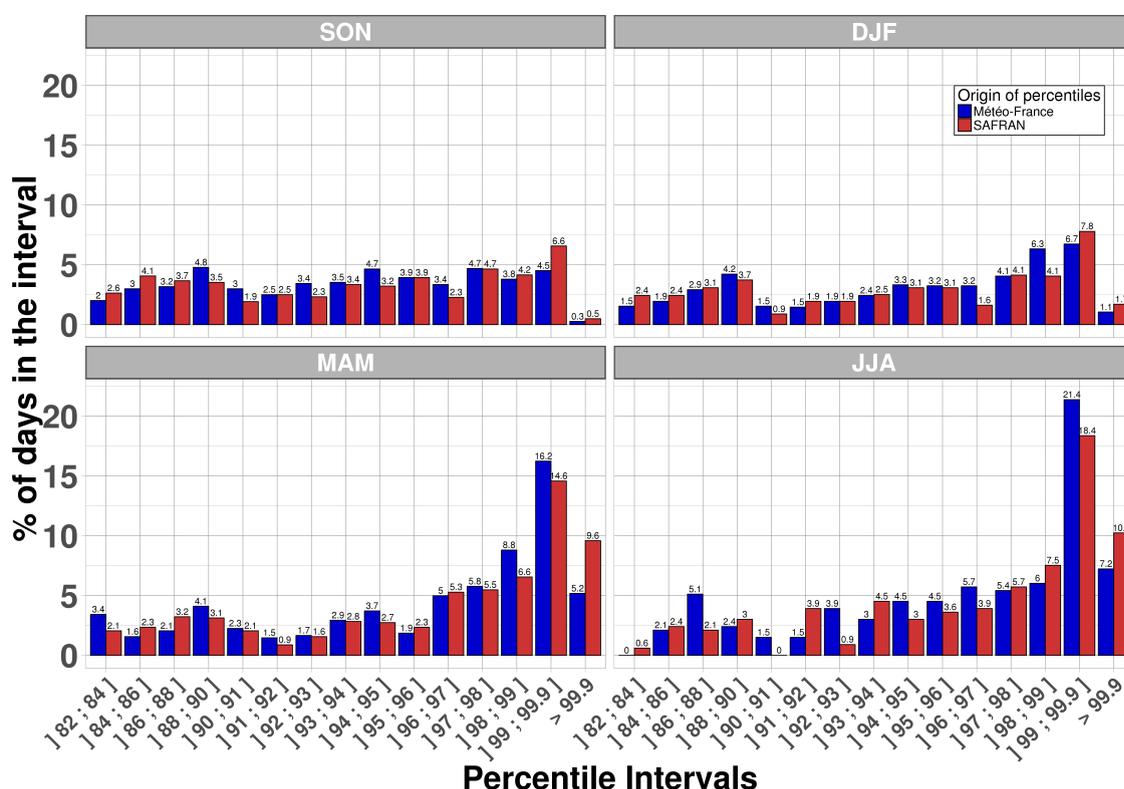


Figure 10: Répartition des épisodes courts journaliers du "Fichier de Félix" selon les intervalles de quantiles calculés avec les pluviomètres de Météo-France (bleu) ou les données de SAFRAN (rouge) pour le bassin versant du Lez. Le premier intervalle correspond aux premières pluies non nulles. L'unité est en pourcentage du nombre d'événements par saison.

La figure 11 présente les résultats obtenus sur le bassin de l'Aude. Les mêmes observations que pour le bassin du Lez peuvent être faites.

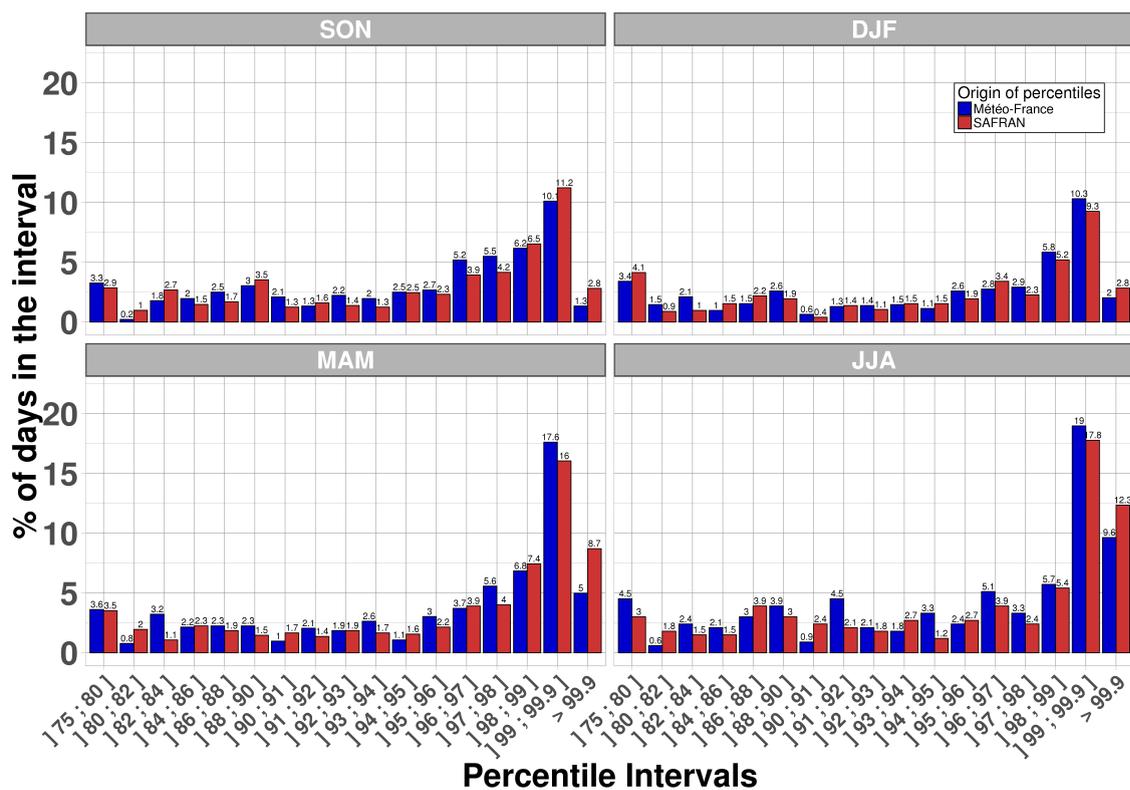


Figure 11: Répartition des épisodes courts journaliers du "Fichier de Félix" selon les intervalles de quantiles calculés avec les pluviomètres de Météo-France (bleu) ou les données de SAFRAN (rouge) pour le bassin versant de l'Aude. Le premier intervalle correspond aux premières pluies non nulles. L'unité est en pourcentage du nombre d'événements par saison.

Conclusion

La discrétisation des épisodes courts de pluies à l'origine des crues éclair étudiées dans ce projet nécessite une longue période de données de référence (au moins 30 ans) afin d'assurer une validité statistique des quantiles utilisés. Actuellement, les données grillées de SAFRAN jouent ce rôle. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la valeur ajoutée de l'utilisation des longues séries de mesures des pluviomètres de Météo-France, au pas de temps journalier, comme nouvelle référence dans la classification des quantiles de précipitations extrêmes.

La comparaison spécifique aux intensités extrêmes de précipitation entre SAFRAN et ces stations a permis d'identifier : i) une variabilité spatiale importante dans le bassin de l'Aude et ii) une meilleure représentation de ce type d'événements par les données des pluviomètres dans ce bassin, et celui du Lez. Un découpage zonal a été établi pour mieux représenter cette variabilité spatiale dans le bassin de l'Aude. Il sera utilisé dans la caractérisation des pluies.

Cette étude met en avant, pour les deux bassins versants, une meilleure représentation des extrêmes par les pluviomètres de Météo-France, et donc, une couverture plus complète de la distribution des événements courts étudiés.

Pour conclure, l'utilisation des données de Météo-France permettra de mieux caractériser les pluies étudiées dans le bassin du Lez d'une part, et dans le bassin de l'Aude par un redécoupage spatial d'autre part.

Remerciements

Nous remercions Météo-France pour la mise à disposition des données pluviométriques utilisées dans ce rapport. Les figures ont été établies avec NCAR Command Language Software.

Références

- Jeffrey L Anderson. A method for producing and evaluating probabilistic forecasts from ensemble model integrations. *Journal of Climate*, 9(7) :1518–1530, 1996.
- P. Bechtold and E. Bazile. The 12–13 November 1999 flash flood in southern France. *Atmospheric Research*, 56(1) :171–189, 2001. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809500000971>.
- Henri Caussinus and Olivier Mestre. Detection and correction of artificial shifts in climate series. *Journal of the Royal Statistical Society : Series C (Applied Statistics)*, 53(3) :405–425, 2004.
- Mathieu Coustau. *Contribution à la prévision des crues sur le bassin du Lez : modélisation de la relation pluie-débit en zone karstique et impact de l'assimilation de débits*. PhD thesis, 2011. URL <http://www.theses.fr/2011MON20229>. Thèse de doctorat dirigée par Bouvier, Christophe et Thual, Olivier Eaux Continentales et Société Montpellier 2 2011.
- Véronique Ducrocq, Gaëtan Aullo, and Patrick Santurette. Les précipitations intenses et les inondations des 12 et 13 novembre 1999 sur le sud de la France. 2003. URL <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/36293>.
- Y Durand, E Brun, L Mérindol, G Guyomarc'h, B Lesaffre, and E Martin. A meteorological estimation of relevant parameters for snow models. *Annals of glaciology*, 18 : 65–71, 1993.
- Eric Gaume, Marc Livet, Michel Desbordes, and J.-P. Villeneuve. Hydrological analysis of the river Aude, France, flash flood on 12 and 13 November 1999. *Journal of Hydrology*, 286(1) :135–154, 2004. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169403003780>.
- Filippo Giorgi, Colin Jones, Ghassem R Asrar, et al. Addressing climate information needs at the regional level : the cordex framework. *World Meteorological Organization (WMO) Bulletin*, 58(3) :175, 2009.
- Elizabeth Harader. *L'impact du changement climatique sur les événements hydrologiques extrêmes des petits bassins versants méditerranéens : le cas du bassin versant du Lez*. PhD thesis, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier, 2015.
- Arthur Marchandise. *Modélisation hydrologique distribuée sur le Gardon d'Anduze ; étude comparative de différents modèles pluie-débit, extrapolation de la normale à l'extrême et tests d'hypothèses sur les processus hydrologiques*. PhD thesis, Université Montpellier II, 2007.
- P Quintana-Seguí, P Le Moigne, Yves Durand, Eric Martin, Florence Habets, Martine Baillon, Claire Canellas, Laurent Franchisteguy, and Sophie Morel. Analysis of near-surface atmospheric variables : Validation of the safran analysis over france. *Journal of applied meteorology and climatology*, 47(1) :92–107, 2008.
- O Talagrand, R Vautard, and B Strauss. Evaluation of probabilistic prediction systems. In *Proc. ECMWF Workshop on Predictability*, volume 1, page 25, 1997.
- Jean-Philippe Vidal, Eric Martin, Laurent Franchistéguy, Martine Baillon, and Jean-Michel Soubeyrou. A 50-year high-resolution atmospheric reanalysis over france with the safran system. *International Journal of Climatology*, 30(11) :1627–1644, 2010.