

Étude des précipitations extrêmes avec Veolia Eau Valence

Youssof Sane (1), Céline Déandréis (1,2), Pascale Braconnot (1,4), Serge Planton (2), Christian Pagé (3),

Mathieu Vrac (4), Julien Malandain (5), Nicolas Drut (5), Philippe cantet (6), Patrick Arnaud (6)

- 1- IPSL, Paris, France
- 2- CNRM, Toulouse, France
- 3- CERFACS, Toulouse, France
- 4- LSCE, Paris, France
- 5- VEOLIA EAU, Valence, France
- 6- CEMAGREF, Aix-en-Provence, France

INTRODUCTION

Cette étude de cas s'appuie sur le questionnement de notre partenaire industriel VEOLIA EAU VALENCE à propos de l'existence d'un lien entre l'intensité des précipitations et les débordements sur le réseau d'eau usée. Dans la première phase du projet INVULNERABLE, l'analyse des données de la station d'épuration et les ré-analyses SAFRAN (Le Moigne, 2002), avaient permis de mettre en évidence le lien très fort entre le volume de débordement et le cumul journalier des précipitations. Ce premier volet du projet n'a pas permis de définir un indicateur simple pour traiter cette vulnérabilité. En effet, le lien entre les précipitations et les débordements sur le réseau d'eau est fortement non linéaire. Cette étude propose de réaliser une étude en amont permettant d'acquérir une connaissance plus fine et actualisée des régimes de précipitations sur la région, d'évaluer leur représentation dans les modèles de climat et identifier comment utiliser les résultats des simulations pour répondre à la question posée.

OUTILS ET ÉTUDES

- Données horaires autour de Valence de 18 stations de Météo-France.
- SCRATCH2010 (8km x 8km) pour la France (Pagé, 2010); désagrégation à petite échelle des simulations de modèles globaux couplés (CMIP3) réalisée par le CERFACS.
- Analyse des événements pluvieux (Arnaud *et al.*, 2009 ; Sane *et al.*, 2011)
- Modèle statistique de descente d'échelle CDF-t (Cumulative Distribution Function transform), (Lavaysse *et al.*, 2012)

Présentation de la zone d'étude

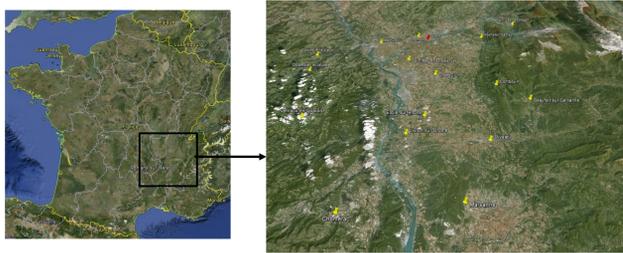


Figure 1: Réseau d'eaux usées de la ville de Romans-sur-Isère avec les stations de Météo-France



Figure 2: Occupation de la ville de Romans-sur-Isère (environ 33 000 habitants sur environ 33 km²)

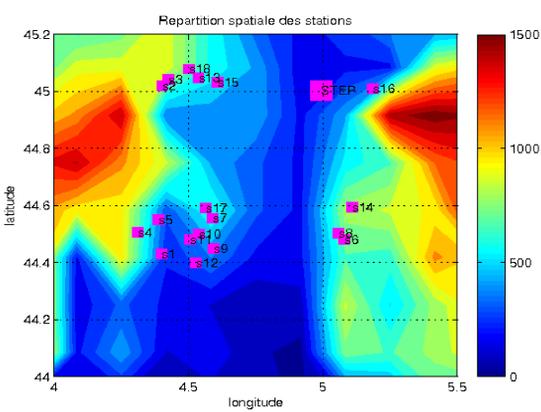


Figure 3: Répartition spatiale des stations Météo-France autour de la région de Valence

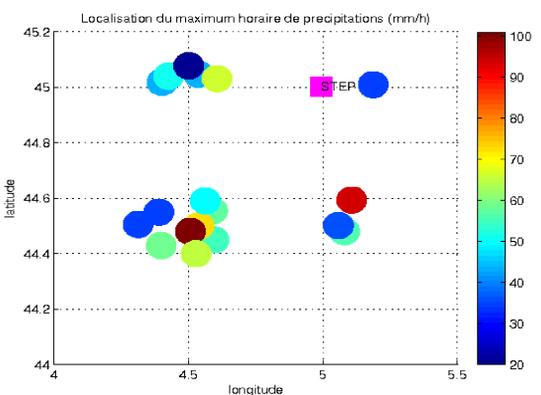


Figure 4: Variabilité spatiale du maximum horaire des précipitations autour de Valence

La figure 3 montre géographiquement de l'étude (44°N - 45°2N ; 4°E - 5°E) incluse dans la zone méditerranéenne. La station d'épuration de Romans-sur-Isère représentée par le carré le plus grand sur la figure se situe au point 45°N ; 5°E dans la vallée du Rhône délimitée par le massif central et les Alpes. Les petits carrés représentent les stations avec leur numéro.

La figure 4 représente le maximum de précipitations horaires enregistrées par les stations sur l'ensemble des événements pluvieux. On note ainsi une grande variabilité des précipitations dans cette région, certainement à cause du relief. La répartition des événements pluvieux est non homogène.

Caractérisation des événements pluvieux

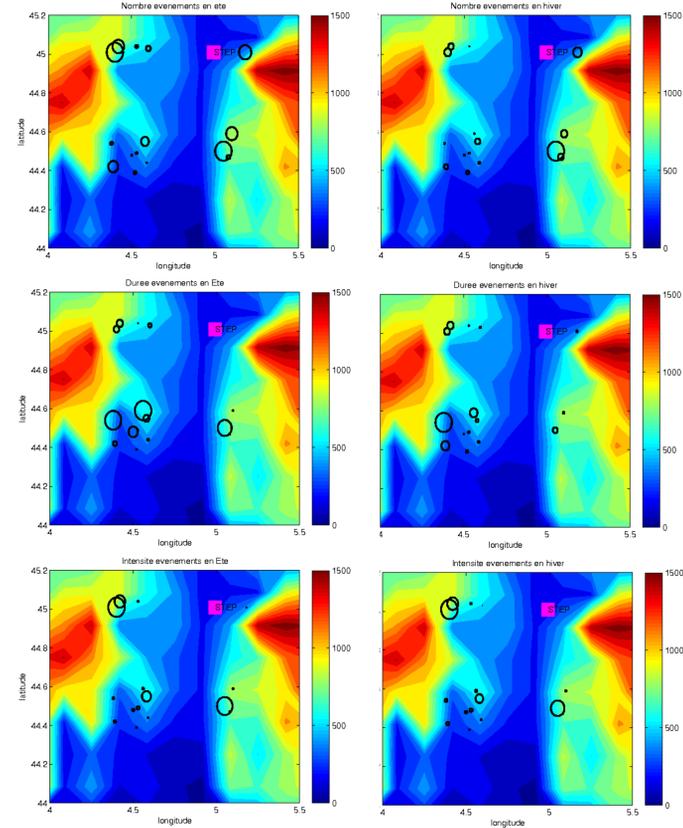


Figure 3: Occurrence (haut), durée (milieu) et intensité (bas) des événements pluvieux

Les stations sont classées suivant leur nombre d'événements pluvieux, intensité et durée par une classification hiérarchique et aussi par la méthode kmeans.

Classes	Nom stations	Nombre événements	Intensité événements	Durée événements
C1	s5, s11, s17	faible en Été, Hiver	faible en Été, Hiver	longue durée en Été, Hiver
C2	s9,s10,s12	faible en Été, Hiver	faible en Été, Hiver	faible durée en Été, Hiver
C3	s1,s6	moyen en Été, Hiver	faible en Été, Hiver	faible durée en Été, Hiver
C4	s2,s3	élévé en Été, Hiver	forte en Été, Hiver	durée moyenne en Été, Hiver
C5	s8	élévé en Été, Hiver	forte en Été, Hiver	longue durée en Été, Hiver

Nombre événement faible = [20-26]; moyen = [27-35]; élevé = [36-40]
 Intensité faible = [30-45mm]; moyenne = [46-69mm]; forte = +70mm
 Durée faible = [3h-4h]; moyenne = [5h-6h]; longue = +7h

Lien entre débordements et événements pluvieux

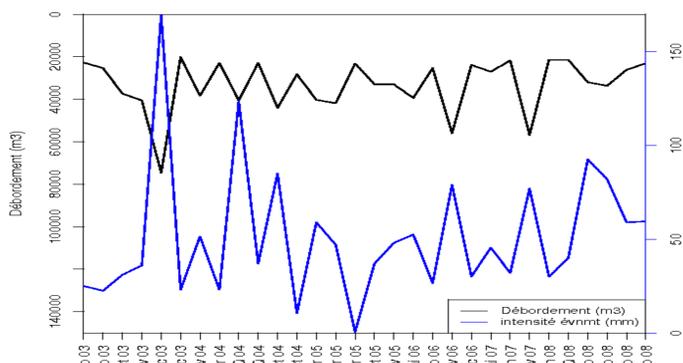


Figure 4: Débordements (m3) vs. intensités événements pluvieux (mm)

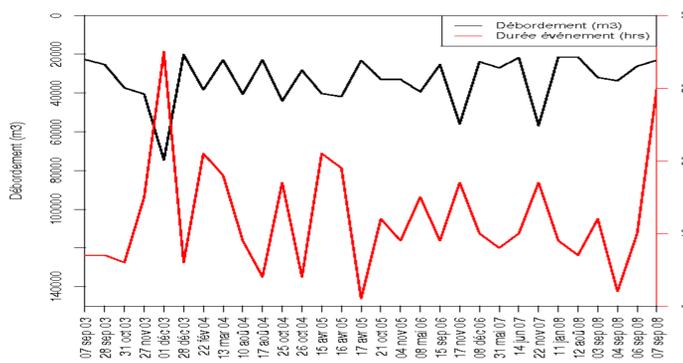


Figure 5: Débordements (m3) vs. durée événements pluvieux (hrs)

La comparaison entre les débordements de plus de 20000 m3 au niveau de la station d'épuration et l'intensité des événements pluvieux (figure 4) montre une corrélation de 76% alors que celle avec la durée de l'événement pluvieux (figure 5) donne une corrélation de 61%. Ces résultats obtenus à partir de la caractérisation des événements pluvieux traduisent une non linéarité entre les événements pluvieux et les débordements et que les événements pluvieux intenses et longues entraînent un débordement.

Analyse des simulations historiques et futures

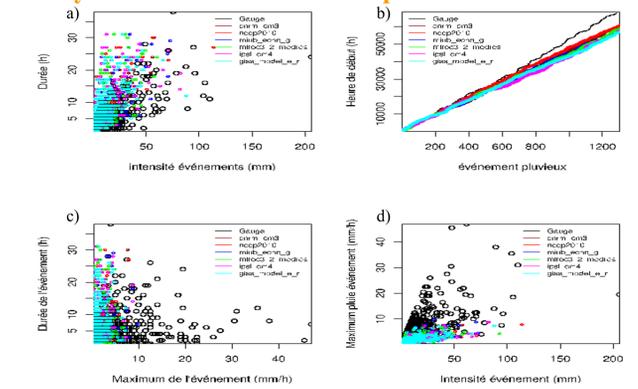


Figure 6: Comparaison SCATCH2010 et observations des stations de Météo-France autour de Valence pour la période 1993 - 2000.

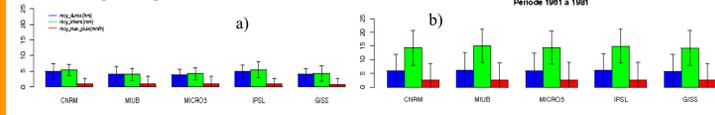


Figure 7: Moyenne durée (hrs), intensité événement (mm), maximum de l'événement (mm/h); avec descente d'échelle à la station par CDF-t (a); sans descente d'échelle (b)

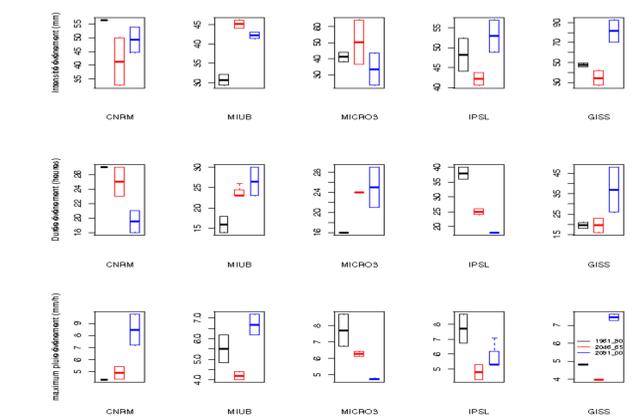


Figure 8: Amplitude de changement des événements pluvieux (q99) sur SCRATCH2010 (8km x 8km)

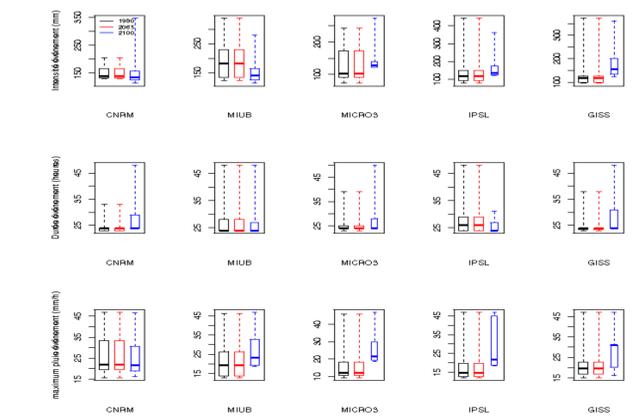


Figure 9: Amplitude de changement des événements pluvieux (q99) sur SCRATCH2010 appliquées à CDF-t (descente d'échelle à la station)

La figure 6 compare les scénarii SCRATCH2010 et les observations Météo-France autour de Valence. En fig.6.b, les événements débutent prématurément dans SCRATCH2010. Sur la fig.6.a, on montre que la durée des événements pluvieux est du même ordre que les observations. Sur la fig.6.c et fig.6.d, on note une sous-estimation du maximum de pluie des événements dans SCRATCH2010. Avec sa résolution, les valeurs représentent une moyenne d'une surface de 64 m² et sous-estiment nécessairement par rapport à la valeur de la station. Il serait alors nécessaire de faire une correction sur le maximum de l'événement pluvieux. La figure 7 montre la moyenne de la durée, intensité événement et du maximum de l'événement; non corrigés (fig.7.a) et corrigé par la méthode CDF-t (fig.7.b). On note une augmentation des moyennes corrigées.

Les figures 8 et 9 montrent la distribution des événements pluvieux du quantile 99 sur les périodes 1961-1980, 2046-2065 et 2081-2100 permettant de voir la tendance des événements pluvieux extrêmes dans le futur. Ainsi, aucune tendance précise est notée sur l'intensité, la durée ainsi que le maximum de l'événement sur l'ensemble des simulations SCRATCH2010 (figure 8). En appliquant CDF-t sur SCRATCH2010, seuls 60% des modèles surestiment le maximum de l'événement et l'intensité totale des événements pluvieux pour les périodes futures.

CONCLUSION

L'analyse des observations fournies par Météo-France a permis de caractériser les événements pluvieux dans la région de Valence. Cette analyse est faite à partir du calcul du nombre d'événements pluvieux, l'intensité et durée en utilisant la méthode du CEMAGREF (Arnaud *et al.*, 2009) et par une méthode classique de détermination des événements pluvieux (Sane *et al.*, 2012). Cette étude a permis de voir l'hétérogénéité spatiale de la région sur la représentation des événements pluvieux. L'autre résultat important, est que l'intensité totale de l'événement pluvieux est plus importante que le maximum de l'intensité horaire de l'événement, dans l'explication du débordement au niveau de la station d'épuration. Ainsi 76% du débordement au niveau de la station d'épuration sont expliqués par l'intensité totale des événements pluvieux. Quant à l'analyse des simulations, les scénarii SCRATCH2010 sous-estiment l'intensité des pluies mais la durée des événements est du même ordre que les observations. Il est nécessaire de faire des corrections sur l'intensité pour une bonne exploitation des projections climatiques. La correction par CDF-t a permis d'avoir des distributions des simulations conforme aux observations. Ainsi, les modèles ne sont pas unanimes sur une tendance des événements pluvieux extrêmes (quantile 99) dans le futur.

Références:

- Arnaud, P., J. Lavabre, B. Sol et C. Desouches. Regionalization of an hourly rainfall generating model over metropolitan France for flood hazard estimation. *Hydrological Sciences journal*, 53:1 34-47, 2009
- Lavaysse C., Vrac M., Drobninski P., Lengaigne M., Vischel T., 2012. Statistical downscaling of the French Mediterranean climate: assessment for present and projection in an anthropogenic scenario. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 12, 651-670.
- Pagé, C. et L. Terray (2010). Nouvelles projections climatiques à échelle fine sur la France pour le 21^{ème} siècle: les scénarii SCRATCH2010. Technical Report TR/CMGC/10/58, SUC au CERFACS, URA CERFACS/CNRS No1875CS, Toulouse, France.
- Sane, Y., M. Bonazzola, C. Rio, P. Chambon, T. Fiolleau, I. Musat, F. Hourdin, R. Roca, J.-Y. Grandpey et A. Diedhiou: An analysis of the diurnal cycle of precipitation over Dakar using local rain-gauge data and general circulation model. *JQRMS*, 2011 (in press)

