



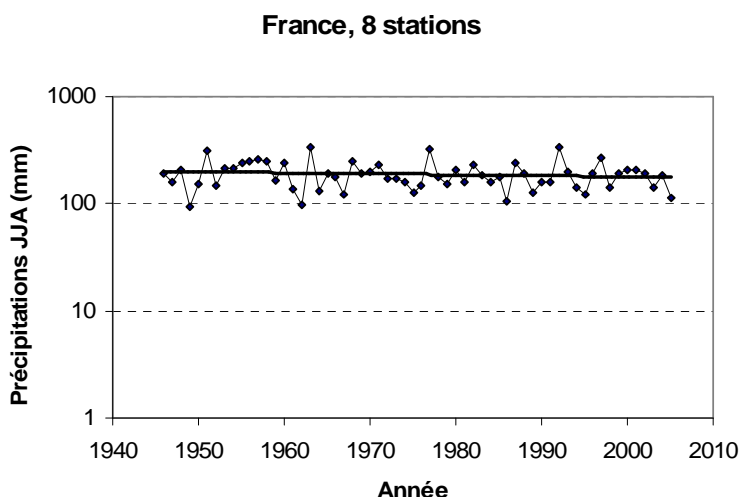
Evolution des précipitations estivales en France et dans le Sud-Ouest

La sécheresse de l'été 2005 a de nouveau soulevé la question de savoir si cette situation était liée aux changements climatiques, et si elle pouvait être aggravée dans certains départements par les activités de lutte contre la grêle. L'examen de séries chronologiques des cumuls de précipitation permet d'apporter des éléments précis de réponse à cette double question.

1- Série nationale : France

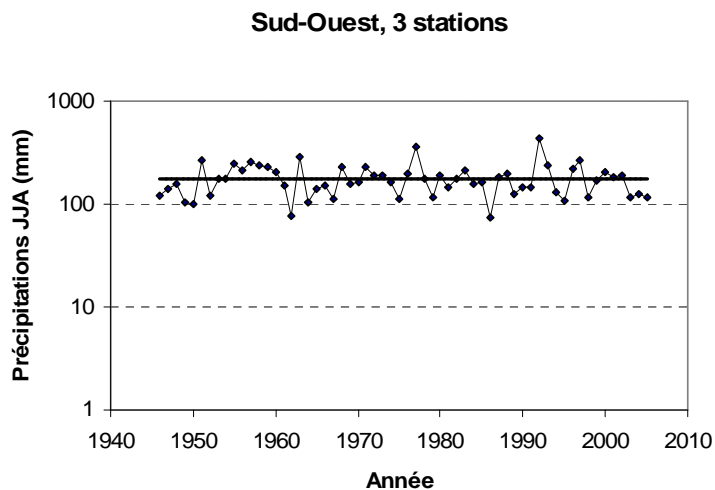
Pour examiner la pluviométrie estivale en France, on établit une série nationale avec les valeurs chronologiques moyennes des cumuls de précipitation en juin-juillet-août sur un ensemble de stations réparties sur le territoire. On choisit des stations principales de Météo-France implantées sur des aéroports où l'urbanisme proche reste peu développé. Dans le cas présent, les 8 stations retenues sont Beauvais, Besançon, Bordeaux, Mâcon, Montélimar, Pau, Toulouse (Francal) et Tours.

Le premier graphique présente les valeurs annuelles de cette série de 1946 à 2005. L'échelle logarithmique adoptée permet de mieux visualiser les variations interannuelles et la tendance à long terme. Une première constatation est qu'il n'y a aucune évolution sur la période considérée, la droite de régression calculée étant pratiquement horizontale (elle descend de 189 mm en 1946 à 185 mm en 2004). La deuxième observation est que les étés secs (de l'ordre de 100 mm en 1949, 1962, 1986 et 2005) et les étés humides (de l'ordre de 300 mm en 1951, 1963, 1977 et 1992) se répartissent régulièrement sur l'ensemble de la période.



2- Série régionale : Sud-Ouest

Le sud-ouest de la France constitue la base la plus ancienne et la plus fournie en réseaux de générateurs au sol, et il est donc intéressant d'examiner comment la pluviométrie a évolué dans cette région. On établit une série régionale avec Bordeaux, Pau, et Toulouse. Le second graphique présente les valeurs de cette série, et on observe que la moyenne est également très stable : elle passe de 177 mm en 1953 à 182 mm en 2001. Les étés les plus secs (dont 1962 et 1986) et les étés les plus humides (dont 1977 et 1992) se répartissent à peu près régulièrement sur l'ensemble de la période. Cependant, un fait notable sur ce graphique est que les années 2003, 2004 et 2005 constituent la seule série avec trois étés consécutifs secs.



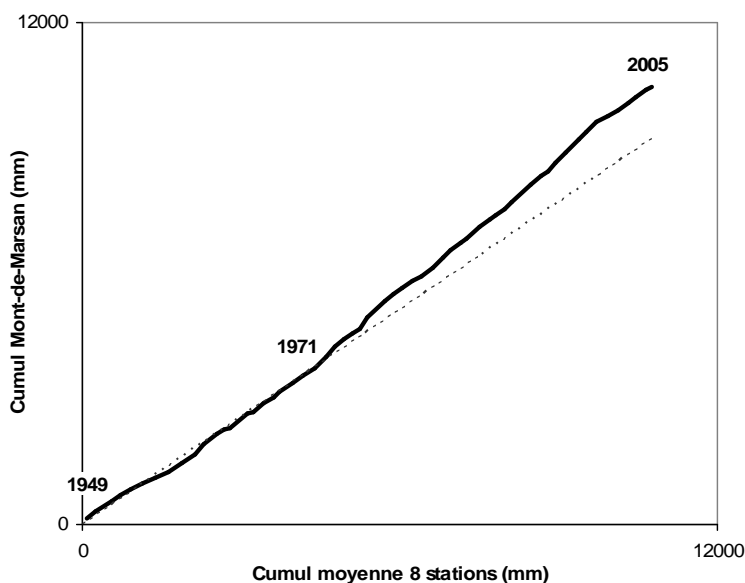
3- Séries locales : stations individuelles

A partir de la série nationale ou d'une série régionale, on peut rechercher des évolutions sur des séries locales à l'aide de courbes double-masse, et en chiffrer la signification avec le test statistique bivariable de Maronna et Yohai (1978) développé par Potter (1981). De telles courbes comparent le cumul des précipitations depuis l'origine de la série, la série dite régionale (plusieurs stations moyennées) étant portée en abscisse, et la série test en ordonnée. S'il existe une évolution différenciée dans les deux séries, on observe une dérive de la courbe, ou une rupture de pente si l'évolution s'est produite à une période déterminée. Cette méthode permet en particulier de déceler les effets de changements dans l'environnement de la station test, ou dans son climat local.

On peut ainsi tester les stations implantées dans des réseaux de générateurs à l'aide de la série nationale moins la station à tester. On observe quelques faibles dérives récentes à Bordeaux (augmentation relative des précipitations depuis 1992), à Montélimar (diminution depuis 1979), à Pau (augmentation depuis 1971) et à Toulouse (augmentation depuis 1974). Le test bivariable indique qu'aucune de ces évolutions n'est statistiquement significative. Elles peuvent être dues à des dérives climatiques différenciées, à des modifications de l'environnement de la station, à des déplacements de la station...

Dans le cadre d'une recherche effectuée il y a une vingtaine d'années (Dessens 1985), une augmentation des précipitations avait été décelée à Mont-de-Marsan pendant la saison des ensemencements (mai à septembre) de 1969 à 1983. Avec l'allongement des séries de données, il est intéressant de revenir sur cette anomalie.

Précipitations en été, 1949-2005



Le troisième graphique présente la courbe double-masse entre les 8 stations et Mont-de-Marsan, et un changement de pente est effectivement observé, cette fois à partir de 1971 (la série régionale utilisée pour la publication de 1985 était différente, de même que la saison considérée). Le test bivariable indique que ce changement est presque significatif au seuil de 5%.

Le réseau de générateurs des Landes s'est développé autour de 1971, passant de 34 unités en 1968 à 64 en 1974, de sorte que la rupture de pente peut être due aux ensemencements. Des recherches complémentaires sont nécessaires : enquête détaillée sur la tenue de la station, évaluation sur les autres saisons, étude des stations voisines...

4- Conclusion

En résumé, aucune évolution significative dans le régime des précipitations estivales n'est observée, ni dans l'ensemble de la France, ni dans le Sud-Ouest. Cette conclusion est plutôt rassurante dans le cadre des changements climatiques. Elle indique également que les activités de lutte contre la grêle ne modifient pas le régime des précipitations. Ce résultat est logique dans la mesure où, même si l'ensemencement d'un orage à grêle peut théoriquement augmenter d'environ 10% la quantité des précipitations (Farley et al. 1996), les ensemencements ne sont pratiqués qu'une

dizaine de jours chaque été, et ils ne peuvent donc avoir d'effet que sur un faible pourcentage des épisodes pluvieux. La série de Mont-de-Marsan suggère cependant que les ensemencements peuvent être responsables dans certains cas d'une augmentation locale des précipitations en limite d'être mesurable.

Références

Dessens, J., 1985: Does a large hail suppression project by ground seeding have an effect on the rainfall regime ? Fourth WMO Scientific Conference on Weather Modification, Honolulu, 12-14 August 1985, 597-600

Farley, R.D., Hui Chen, H.D. Orville and M.R. Hjelmfelt, 1996: The numerical simulation of the effects of cloud seeding on hailstorms. 13th AMS Conference on Weather Modification, Atlanta, 28 January- 2 February 1996, 23-30

Maronna, R., and V.J. Yohai, 1978: A bivariate test for the detection of a systematic change in mean. *J. Amer. Statis. Assoc.*, 73, 640-645

Potter, K.W., 1981: Illustration of a new test for detecting a shift in mean in precipitation series. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 2040-2045