

Chapitre 5

Conclusion

Les résultats de ce travail sur les possibilités d'application des modèles en cascades multifractales en hydrologie ne sont pas entièrement concordants :

La **non-normalité des séries pluviométriques** apparaît de façon claire sur la base des données étudiées. La théorie probabiliste des valeurs extrêmes permet de disposer d'outils statistiques exploratoires qui révèlent, sur la base des séries pluviométriques étudiées, une **bonne adaptation des modèles de type algébrique**, notamment pour l'estimation des grandes périodes de retour. Il est à noter que cette qualité d'ajustement est conservée aussi sur les grands pas de temps (séries annuelles).

L'application de l'outil semi-paramétrique développé dans ce travail à des données pluviométriques aboutit à la conclusion de l'**invariance d'échelle paramètre de décroissance algébrique**. Ce résultat n'est toutefois vérifié que sur une gamme d'échelle supérieure à l'heure, l'invariance n'apparaissant pas aux fines gammes d'échelle. Les estimations issues d'autres méthodes statistiques développées dans la théorie probabiliste des valeurs extrêmes (telles que le maximum de vraisemblance) ou d'une régression sur l'estimation de la fonction de survie ne permettent d'appuyer quant à eux qu'une quasi-invariance de ce paramètre.

Ces deux résultats pratiques sont en accord avec les résultats théoriques. En effet, comme on a pu le constater sur le plan stochastique, une structure de dépendance de type cascade multiplicative couplée à une loi de type Pareto implique la conservation du type de loi (lois de type Pareto à tous les stades de développement de la cascade), et mieux encore, l'invariance du paramètre de Pareto. **Cette étude incite donc à l'emploi de modèles en cascades multifractales des séries pluviométriques.**

En plus des grandeurs continues telles que les cumuls de pluie, les lois de type algébriques décrivent aussi des **caractéristiques discontinues** des champs de pluie telles que l'occurrence de pluie ou le nombre de basculements d'auget.

L'analyse des 232 séries annuelles nous a montré que le paramètre de décroissance algébrique est à **invariance spatiale**, ce qui peut signifier, à première vue, une homogénéité spatiale des séries de dépassements relatifs. Il conviendrait cependant d'être prudent et d'étayer cette hypothèse par une interprétation physique de cette homogénéité qui, de prime abord, ne cadre pas avec la diversité des régimes climatiques.

Par contre, la propriété de longue dépendance, qui est censée démarquer les pro-

cessus en cascades multifractales de la plupart des modèles classiques, n'est au contraire pas présente dans toutes les cascades. La longue dépendance ne constitue donc pas un critère d'appréciation de la qualité d'ajustement d'un modèle en cascade multifractal. De plus, l'étude des séries de débits hydrologiques fait apparaître que cette propriété n'est pas présente sur la totalité d'entre elles (il est cependant possible que ce soit dû au fait que les séries étudiées sont trop courtes ou possèdent une trop forte saisonnalité). Ajoutons que la présence d'une longue dépendance dans une série de débit ne garantit pas la présence d'une longue dépendance au sein de la série de pluie correspondante, car cette propriété ne se conserve pas par transformation (dans notre cas la transformation pluie→débit).

Sur un plan pratique, ces conclusions suggèrent des approches nouvelles pour l'estimation des grandes périodes de retour, pour l'agrégation et la désagrégation des séries pluviométriques (jusqu'à toutefois un niveau limite) et éventuellement pour l'extrapolation spatiale de l'information hydrologique ponctuelle.

Les répercussions de ce résultat concernent aussi la non-validité des modèles et des outils statistiques classiques. La justification théorique de la modélisation par la loi normale (ou par toute loi de la famille exponentielle) repose sur les propriétés de stabilité et d'attraction de cette dernière (entre autres le théorème de la Limite Centrale). La présence d'une longue dépendance couplée à la grande variabilité des séries pluviométriques invalide le théorème de la Limite Centrale aux faibles pas de temps et diminue considérablement sa vitesse de convergence aux pas de temps supérieurs.

Pour que les conclusions de ce travail concernant les possibilités d'application des modèles en cascades multifractales pour les champs de pluie soient plus tranchées, il est donc nécessaire d'analyser avec plus de précision la forme de dépendance des séries de pluie, et pour cela de développer des outils statistiques de détection et d'estimation de la longue dépendance, adaptés à ces courtes séries à forte saisonnalité et intermittence.