



**HAL**  
open science

# Vers une modélisation bayésienne de la sécheresse en Cévennes : Conception d'un outil d'aide à la gestion des bassins versants

H. Di Costanzo, Philippe Martin

## ► To cite this version:

H. Di Costanzo, Philippe Martin. Vers une modélisation bayésienne de la sécheresse en Cévennes : Conception d'un outil d'aide à la gestion des bassins versants. Les territoires de montagne face aux risques et aux changements climatiques : Enjeux, approches et perspectives., Jul 2021, Grenoble, France. hal-03426556v2

**HAL Id: hal-03426556**

**<https://hal.science/hal-03426556v2>**

Submitted on 27 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Vers une modélisation bayésienne de la sécheresse en Cévennes : Conception d'un outil d'aide à la gestion des bassins versants

DI COSTANZO Hadrien, MARTIN Philippe

hadrien.di-costanzo@univ-avignon.fr / philippe.martin@univ-avignon.fr  
Avignon Université, UMR ESPACE 7300 CNRS  
74 rue Louis Pasteur, F-84029 Avignon Cedex 1



## Problématiques scientifiques

- Une **évaporation** qui croît en secteur méditerranéen ; des **précipitations** qui pourraient diminuer ou changer de rythme ; des **besoins en eau** qui augmentent (Milano et al., 2013)
- Modéliser conceptuellement la sécheresse comme une **tension sur la ressource en eau** (offre du milieu vs demande anthropique) (Martin et Di Costanzo, 2020)
- Construire les **variables causales** (probabilité conditionnelle) du niveau de la tension et les articuler dans un **réseau bayésien** (Pearl, 2008)
- Réduire les **incertitudes** en inférant le niveau de tension et en actualisant systématiquement les distributions de probabilité (DP)



$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

## Données et méthodes

### Types de sécheresse

Type	Données	Variables	Indicateurs
Sécheresse atmosphérique	Publithèque Météo France	P (mm), ETP (mm) en quotidien 1850/2020	Séquences sèches (nb jours) (Peiris, 2011)
Sécheresse édaphique	MODIS Terra (Running et al., 2019)	ETR (mm), ETP (mm), NDVI (%) - en quotidien 2000/2020, 500 m <sup>2</sup>	VCI (%) (Kogan, 1985) et DE (%)
Sécheresse hydrologique	Programme HydroPop (Martin et al., 2019) et Banque Hydro	Q (l/s) en quotidien 2015-2021	Anomalie de Q (l/s) et étiage
Demande sociale en eau	BNPE, INSEE, AGRÉSTE	Types de culture (hec), 1972/2013 Population (habitant), 1968/2015 Prélèvements (m <sup>3</sup> /an), 1997/2019	Demandes (l/j) AEP/Agricole (Allen et al., 1998) et Prélèvements (l/j) AEP/Agricole (EVP, 2018)

### Les Cévennes : secteur amont du bassin versant du Gardon

## Premiers résultats

1. Détermination des DP pour les variables dont on dispose de l'information (ex. DP impluviosité et DP stock aquifère).

2. Elicitation des DP pour les variables pour lesquelles on ne dispose pas d'information.

3. DP conditionnelle pour la construction d'un indice de la tension sur la ressource en eau.

### 1 Distribution du nombre de jours sans pluie à Nîmes

### Distribution des coefficients de tarissement sur le Gardon d'Anduze

### 3 Matrice de la sécheresse

Humide	3σ	Normale	Abondance
	σ	Vigilance	Abondance
	-σ	Tension forte	Normale
Offre	-2σ	Pénurie d'eau	Normale
	-3σ	Pénurie d'eau	Normale
Sec	3σ	Normale	Normale
	2σ	Normale	Normale

## Conclusion

Un outil d'aide à la décision permettant de :

- Proposer sous forme d'un graphe bayésien une modélisation de la sécheresse pour les gestionnaires de bassin
- Faire des **élicitations** des DP sur les variables qui ne peuvent pas être déterminées par des données
- Faire de l'**inférence** au sein du réseau
- Calculer un **intervalle de crédence** sur les valeurs inférées et élicitées
- Modèle toujours fonctionnel même dans des situations où un certain nombre de variables sont indisponibles.
- Déterminer la meilleure **politique de gestion** étant donné la formalisation de connaissances sur le système à un instant t

## A suivre...

- Déterminer les **relations de causalité** entre les variables afin d'améliorer la capacité d'inférence du modèle
- Simuler** la tension et sa variation entre 2015 et 2021
- Scénarios** horizons 2050 (changement climatique, population, consommation)
- Comparaisons des résultats avec les historiques des arrêts sécheresse (inférence empirique humaine)

## Références

Kogan, F.N., 1995. Droughts of the Late 1980s in the United States as Derived from NOAA Polar-Orbiting Satellite Data. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 76, 14.

Martin, P., Ayrat, P.-A., Cillile, P., Didon-Lescot, J.-F., Douguedroit, A., Sauvagnargues, S., 2019. HydroPop-1: De l'hydrologie populaire et participative? (2017 - 2018). Avignon.

Martin, P., Di Costanzo, H., Canovas, I., 2020. Aridité et sécheresse : heuristique d'une modélisation parétienne et bayésienne de la tension sur la ressource en eau dans le sud-est de la France. *J. Int. Sci. Tech. Eau Environ.* 2.

Milano, M., Ruelland, D., Fernandez, S., Dezetter, A., Fabre, J., Servat, E., Fritsch, J.-M., Ardoin-Bardin, S., Thivet, G., 2013. Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes. *Hydrol. Sci. J.* 58, 498-518.

Pearl, J., 2008. Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference. Rev. 2. print., 12. [Dr.] ed, The Morgan Kaufmann series in representation and reasoning. Kaufmann, San Francisco, Calif.

Peiris, T., 2011. Critical Evaluation of Dry Spell Research 11, 8. Plan de gestion de la ressource en eau des Gardons : Programme d'actions, 2018. . EPTB Gardon.

Running, S.W., Mu, Q., Zhao, M., Moreno, A., n.d. MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration (ET) Product 23.