

## LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU EN BRETAGNE : LES RÉSULTATS DU PROGRAMME DEMOCLIM AIC 2022

Louis AMIOT<sup>1</sup>, Vincent DUBREUIL<sup>2</sup>, Josette LAUNAY<sup>3</sup>, Florence MASSA<sup>4</sup>, Enora KEROMNES<sup>5</sup>, Elodie BARDON<sup>6</sup>, Franck BARAER<sup>7</sup>

<sup>1</sup> LETG-Rennes, UMR 6554 CNRS - Université Rennes-2, Place Recteur H. Le Moal, 35043 Rennes Cedex – France. [louis.amiot@univ-rennes2.fr](mailto:louis.amiot@univ-rennes2.fr)

<sup>2</sup> LETG-Rennes, UMR 6554 CNRS - Université Rennes-2, Place Recteur H. Le Moal, 35043 Rennes Cedex – France. [vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr](mailto:vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr)

<sup>3</sup> CRESEB, 283 avenue du Général Patton, CS 21101 35711 Rennes Cedex 7.

[josette.launay@agrocampus-ouest.fr](mailto:josette.launay@agrocampus-ouest.fr)

<sup>4</sup> Région Bretagne, 283 avenue du Général Patton, CS 21101 35711 Rennes Cedex 7.

[florence.massa@bretagne.bzh](mailto:florence.massa@bretagne.bzh)

<sup>5</sup> Région Bretagne, 283 avenue du Général Patton, CS 21101 35711 Rennes Cedex 7.

[ENORA.KEROMNES@bretagne.bzh](mailto:ENORA.KEROMNES@bretagne.bzh)

<sup>6</sup> Région Bretagne, 283 avenue du Général Patton, CS 21101 35711 Rennes Cedex 7.

[ELODIE.BARDON@bretagne.bzh](mailto:ELODIE.BARDON@bretagne.bzh)

<sup>7</sup> Météo-France, 27 r Jules Vallès, 35136 Saint Jacques de la Lande, [franck.baraer@meteo.fr](mailto:franck.baraer@meteo.fr)

[https://www.pagesjaunes.fr/carte?code\\_etablissement=08933772&code\\_localite=03528100&code\\_rubrique=](https://www.pagesjaunes.fr/carte?code_etablissement=08933772&code_localite=03528100&code_rubrique=)

**Résumé :** Le climat change, c'est le constat qui est fait depuis déjà plusieurs décennies par les scientifiques du monde entier. Les tendances d'évolutions des températures sont bien connues avec +1,1°C en France depuis 1900. Cependant les tendances en termes d'évolution des précipitations ne sont pas aussi faciles à déterminer. Une grande incertitude plane sur l'évolution future de la ressource en eau. En Bretagne, région réputée bien arrosée, le manque d'eau peut exister et inquiète les gestionnaires notamment en vue de la gestion future de cette ressource notamment en période d'été.

Cette étude vise à élaborer une méthode d'analyse des effets du changement climatique sur la ressource en eau en région Bretagne. Différents indicateurs sont présentés pour suivre l'évolution des cumuls pluviométriques ou du risque de sécheresse. Il y a deux phases de travail : d'abord un regard sur les données passées et les tendances observées, puis une approche du climat futur avec des modélisations issues du portail Drias.

**Mots-Clés :** Pluie, sécheresse, gestion de l'eau

### Introduction

L'eau est le grand enjeu du XXI<sup>ème</sup> siècle dans le monde, la tension sur la ressource en eau ne cesse de s'accroître. En effet, la consommation en eau dans le monde a été multipliée par 5 en 50 ans et va continuer d'augmenter au regard de l'évolution démographique (Mutin, 2000). En parallèle, le risque de sécheresse augmente au niveau mondial (GIEC, 2021), national (Soubeyroux et al., 2011) et régional (Dubreuil 1993, Dubreuil 1997, Merot et al. 2013, Lamy 2013). La caractérisation de l'évolution climatique à échelle fine est donc indispensable pour les gestionnaires de l'eau afin d'anticiper les évolutions des besoins en eaux pour adapter la gestion actuelle afin de garantir à tous les secteurs un accès suffisant à la ressource.

## 1. Données et méthodes

### 1.1. Les objectifs de l'étude

L'objectif du programme DEMOCLIM est d'élaborer une méthode d'analyse des effets du changement climatique sur la ressource en eau à l'échelle des bassins versants bretons. Cela a été développée dans un guide méthodologique à destination des gestionnaires de l'eau notamment (Amiot et al., 2021). Il s'agit de réaliser un Diagnostic Climatique Territorial (DCT) afin de mieux caractériser la disponibilité future de la ressource en eau sur ces territoires. Ces résultats aideront les acteurs locaux à construire la définition locale d'un partage durable de la ressource en eau pour contribuer à anticiper les effets du changement climatique par une gestion équilibrée et économe de la ressource en eau. Cette méthodologie s'appuie sur les résultats d'une recherche exploratoire menée en amont dont l'objectif était de mener une étude climatologique d'exploration d'indicateurs climatiques. L'étude a été menée à l'échelle de la région Bretagne en collaboration avec le Centre de Ressources et d'Expertise Scientifique sur l'Eau en Bretagne (CRESEB), Météo-France et la région Bretagne. Elle s'intègre dans une volonté régionale d'étudier les impacts des changements climatiques sur la ressource en eau en Bretagne à des horizons allant de 25 à 100ans.

Le paramètre principal est la ressource en eau, considérée ici comme les arrivées d'eau sur un territoire, c'est-à-dire les précipitations. Par cohérence avec le souhait de la région de s'adresser aux gestionnaires de l'eau, il a été décidé de travailler à l'échelle des bassins versants. C'est en effet à cette échelle hydrographique que s'effectue la gestion de l'eau. De plus, des situations climatiques similaires peuvent se retrouver dans plusieurs bassins versants, l'étude se limite donc à 4 bassins versants dont les critères de choix ont été : une taille intermédiaire et similaire autour de 1 000 à 2 000 km<sup>2</sup> pour permettre une comparaison efficace entre eux ; représenter la diversité climatique (gradient ouest-est, marqué par un écart de cumuls de précipitations important), géographique (littoral-intérieur) et hydrogéologique bretonne. Cette sélection s'est effectuée sur la base des données climatiques observées disponibles, mais aussi sur les résultats de différentes études qui montrent cette différence spatiale (Merot et al, 2012 ; Belleguic et al, 2012 ; Mounier 1965 ; ...). Les bassins versants sélectionnés sont ceux de l'Odet, du Blavet, de la Rance et de la Seiche (Figure 1).

### 1.2. Base de données

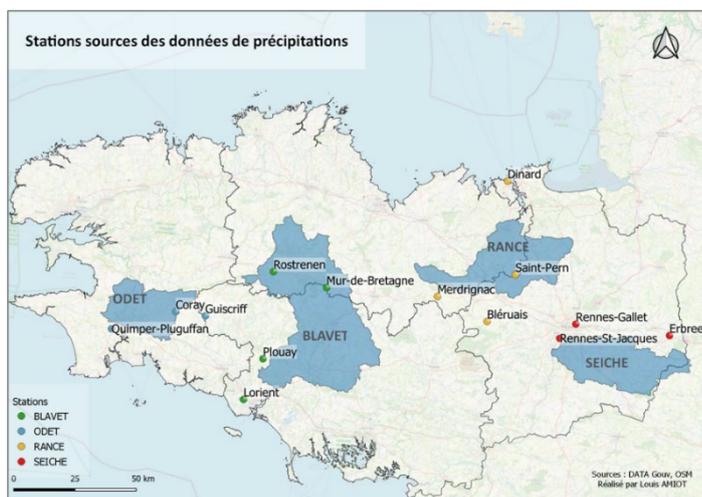
Les séries de données climatiques ont été fournies par Météo-France, le paramètre climatique le plus important est la pluviométrie. Différents critères de sélection des stations ont été considérés ici : le choix de ces sources de données a donc été motivé par la longueur de la série, la continuité des données et l'homogénéité statistique. Il est essentiel d'avoir des séries de données homogènes et sans données manquantes pour considérer la série comme étant fiable (Bigot, 2002). L'homogénéité statistique d'une série se traduit par une absence de rupture dans la série de données. Une série hétérogène marquée par de nombreuses ruptures peut présenter des biais de près de 2°C dans l'analyse des températures et plus de 10% pour les cumuls de pluie (Moisselin et al., 2002). La longueur de la série est essentielle pour identifier des tendances d'évolution dans le temps. De plus il faut des séries de données d'au moins trente ans (OMM, 2017), la longueur de série recherchée était ici de soixante ans pour pouvoir comparer deux périodes et voir les évolutions moyennes. Des critères géographiques comme la proximité de la station avec un bassin versant, la situation amont/ aval ont aussi été pris en compte pour permettre d'identifier la situation climatique propre à un bassin versant.

La figure 1 dévoile les 14 stations sélectionnées sur 4 bassins versants, avec 3 ou 4 stations par bassin versant retenu. Le tableau 1 montre la disponibilité des différents paramètres climatiques. Les données de précipitations sont recherchées en priorité et 4 stations synoptiques ont d'autres éléments climatiques comme la température.

**Tableau 1.** Données climatiques disponibles par stations

Bassin versant	Station (d'Ouest en Est)	Paramètre climatique disponible			
		P	T	ETP	INST
ODET	Quimper				
	Coray				
	Guiscriff				
BLAVET	Lorient				
	Plouay				
	Rostrenen				
	Mur				
RANCE	Merdrignac				
	Bléruais				
	Saint-Pern				
	Dinard-Pleurtuit				
SEICHE	Rennes-St Jacques				
	Rennes Gallet				
	Erbrée				

P Précipitation (en mm)  
 T Températures (en °C)  
 ETP EvapoTranspiration Potentielle (en mm)  
 INST Insolation (en Joule/cm<sup>2</sup>)

**figure 1 :** Répartition des séries de données

### 1.3. Méthode

À partir des données climatiques, plus d'une vingtaine d'indicateurs ont été testés pour étudier la ressource en eau d'un point de vue climatique. Les indicateurs sélectionnés peuvent se diviser en deux catégories : des indicateurs pour décrire le climat moyen actuel et des indicateurs pour évaluer les risques de sécheresses et inondations. Ces indicateurs ont été déclinés à différentes échelles temporelles, il a été démontré que l'année hydrologique (octobre (n-1) – septembre (n)), les saisons hydrologiques qui correspondent à la saison de recharge des cours d'eau (octobre (n-1) – mars (n) ) et la saison d'étiage (avril (n) – septembre (n) ) sont les échelles temporelles les plus pertinentes pour travailler sur la ressource en eau (Amiot 2020). Les indicateurs ont donc été calculés et analysés sur l'ensemble des stations sur la période passée historique (1951-2019) et le futur modélisé à l'aide des données du portail Drias (2031-2100). Pour la modélisation climatique, les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 ont été sélectionnés pour avoir deux futurs contrastés probables qui donnent une gamme de futurs possibles. Toujours dans l'idée d'avoir un ensemble de futurs possibles, deux modèles contrastés ont été sélectionnés : il s'agit du modèle CNRM-ALADIN plutôt chaud et assez sec avec le modèle IPSL-WRF plus humide et frais (DRIAS 2014,2020). Les données modélisées ont été corrigées de leurs biais moyens par rapport aux données observées sur la période 1976-2005 avant d'être analysées.

## 2. État de la ressource en eau

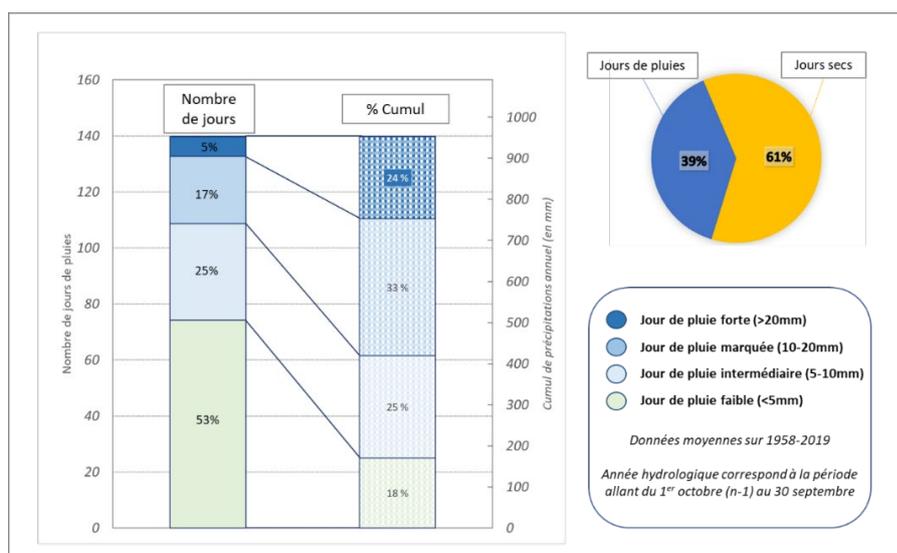
### 2.1. Une variabilité de la ressource pluviométrique

La pluviométrie est un paramètre très variable spatialement et temporellement. Cette grande variabilité s'observe en Bretagne avec des cumuls qui vont du simple au double sur la région, de environ 600 mm sur le bassin rennais à plus de 1 200 mm sur le Massif armoricain en moyenne sur une année hydrologique (Belleguic *et al.*, 2012). Au sein même d'un bassin versant, la différence pluviométrique n'est pas négligeable avec parfois près de 500 mm d'écart qui intervient d'autant plus lorsque le relief est plus marqué. La variabilité s'exprime aussi temporellement au sein d'une année où deux tiers du cumul intervient sur la saison de recharge des cours d'eau. L'écart entre les saisons de recharge et d'étiage est de l'ordre de 100 à 400mm sur une année, il est accentué sur l'Ouest de la Bretagne. La variabilité pluviométrique s'exprime aussi d'une année à l'autre, par exemple à Mur-de-Bretagne, le cumul sur une année hydrologique peut varier de 100 à 200mm d'une année à l'autre.

### 2.2. L'importance des fortes pluies dans les variabilités spatiales et temporelles

La décomposition des pluies selon leur apport quotidien permet de séparer les cumuls selon le type de pluie. Cette méthode de décomposition en apports d'intensité donnée a été décrite par Mounier et Péguy en 1968 afin de montrer l'importance des précipitations intenses (Mounier et Péguy, 1968). Une étude régionale a aussi été menée en utilisant cette méthode pour l'étude des précipitations intenses en Bretagne (Dubreuil *et al.*, 1996).

Le nombre de jours de pluie selon l'intensité (figure 2) est mis en parallèle avec le cumul moyen de pluie à Mur-de-Bretagne. Sur une année hydrologique, il y a environ 74 jours de fortes pluies qui représentent 25 % du cumul annuel et 74 jours de pluie faible qui représentent 18 % du cumul. Plus de la moitié du cumul est apporté par une trentaine de jours de pluie de plus de 10 mm. L'autre partie (autour de 40 % du cumul) est apportée par près de 110 jours de pluie. Donc, le cumul de précipitation dépend fortement de quelques jours de fortes pluies. La ressource en eau disponible dépend fortement de ces quelques jours de fortes pluies c'est pourquoi il est nécessaire d'identifier les périodes où interviennent ces fortes pluies et leurs évolutions. Ces observations se retrouvent sur les autres stations, l'apport des fortes pluies est d'autant plus important que le cumul est important. Par exemple à Coray (station la plus arrosée), 35% du cumul annuel est apporté par 15 jours de fortes pluies ou  $P > 20\text{mm}$ .



**figure 2 :** Nombre de jours de pluie et fréquence de cumul moyen sur une année hydrologique à Mur-de-Bretagne (1958-2019)

Les fortes pluies sont donc essentielles pour l'apport pluviométrique total. Autrement dit, le cumul total dépend de quelques jours de fortes pluies. Elles forgent ainsi le régime pluviométrique des différentes stations bretonnes et contribuent ainsi à accentuer la variabilité spatiale et temporelle de la pluviométrie.

### 3. Variabilité pluviométrique historique et future

#### 3.1. Une tendance à la hausse du cumul porté par une intensification des pluies :

Le cumul annuel tend à augmenter sur l'ensemble des stations bretonnes cette hausse est située autour de + 10% et est plus forte sur le littoral sud-breton. La figure 3 précise la situation à Mur-de-Bretagne qui est la plus longue série de la base de données. La tendance à la hausse y est significative avec +1,97mm / an d'après le test t mais cette tendance est marquée par une grande variabilité interannuelle. Des pics de cumul annuel à plus de 1 200 mm sont de plus en plus fréquents depuis 1990. Cette évolution semble assez liée avec celle du cumul des fortes pluies. Ce cumul est situé en moyenne autour de 200 mm, mais varie de 50 à 450 mm. Depuis les années 90, des pics de cumul annuel de forte pluie  $\geq 350$  mm s'observent davantage. Parallèlement, le cumul des pluies faibles tend aussi à augmenter mais présente une variabilité interannuelle moins importante. La hausse du cumul est annuelle est donc portée principalement par ces pics de cumul de fortes pluies.

À échelle mensuelle, l'évolution est plus variable spatialement. La hausse du cumul intervient plus en fin d'automne/ début d'hiver et juillet-août tandis qu'une baisse des cumuls est observée sur l'ensemble des stations en mars et mai.

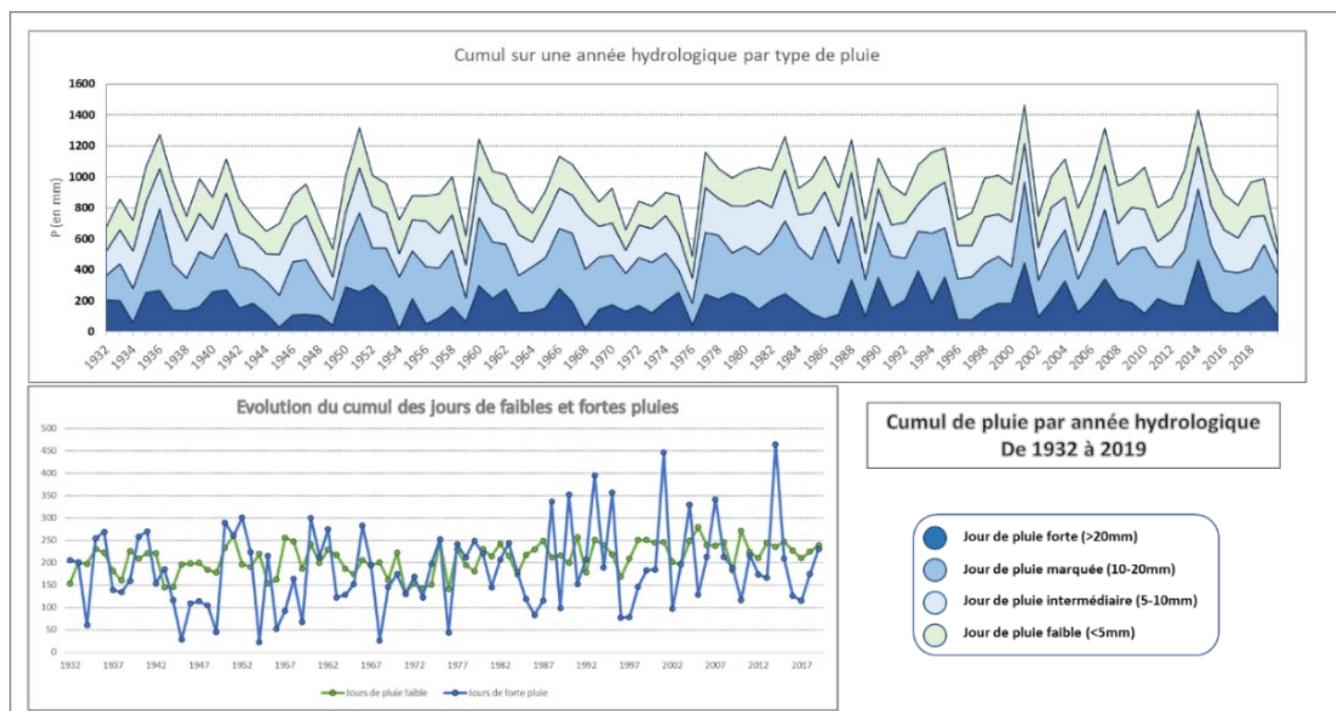


figure 3 : Évolution du cumul par année hydrologique à Mur-de-Bretagne de 1932 à 2019

#### 3.2. De nombreuses incertitudes sur l'évolution future de la pluviométrie

L'évolution de la pluviométrie est difficile à cerner puisque celle-ci dépend de quelques jours de fortes pluies à l'année. De plus, l'étude des biais des modèles CNRM et IPSL a montré une grande différence entre les modèles, mais aussi selon le lieu et la période de l'année considérés. À échelle annuelle, les écarts sont

de moins de 10% ; cependant des écarts mensuels de plus de 20 mm sont parfois observés pour les deux modèles. C'est notamment le cas de novembre dont le cumul est fortement surestimé pour le modèle IPSL et août fortement sous-estimé par le modèle du CNRM. Donc malgré une correction des données par le biais moyen observé, une incertitude subsiste sur l'analyse de ces données corrigées du fait de la grande diversité des écarts selon le lieu, le modèle et la période de l'année.

### 3.3. Une convergence de tendances saisonnières

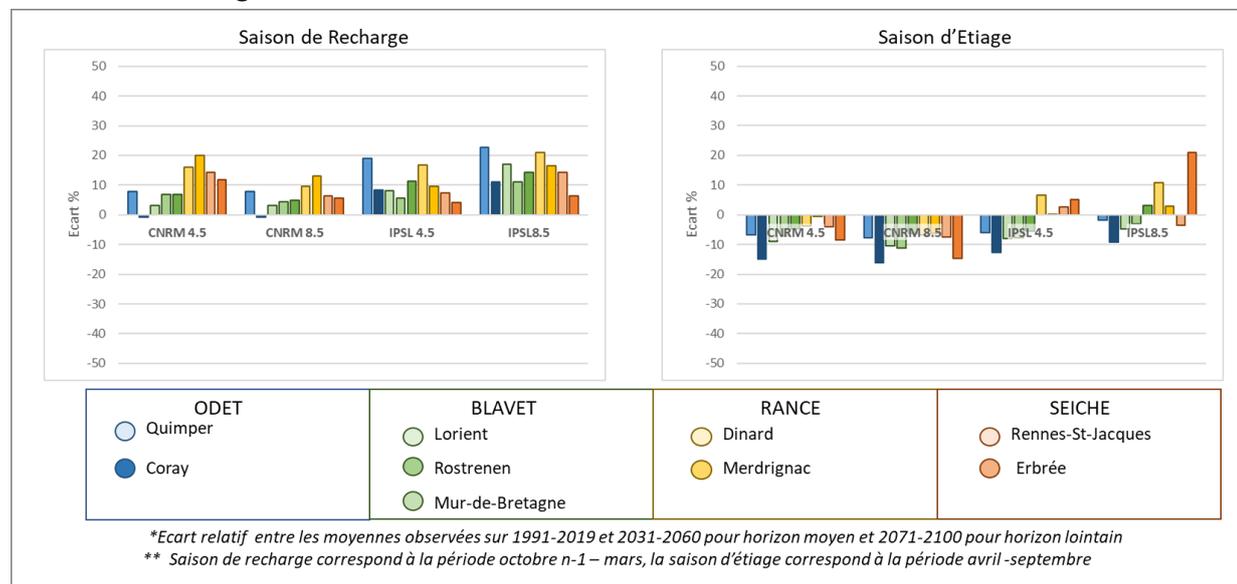


figure 4. Évolution relative du cumul saisonnier à horizon moyen sur différentes stations

C'est un des résultats majeurs de cette étude, indépendamment du modèle et du scénario, le cumul tend à augmenter en saison de recharge (octobre (n-1) – mars (n) ) et diminuer ou stagner en saison d'étiage (avril (n) - septembre (n) ). À l'horizon moyen, cette hausse est située autour de + 10% du cumul saisonnier avec quelques différences dans l'intensité et la distribution spatiale de cette hausse selon le modèle. C'est-à-dire l'apport d'un mois de pluie de décembre supplémentaire sur la seule saison de recharge. La convergence est nette vers une hausse de cumul selon les deux modèles et deux scénarios plus importante entre les modèles (figure 4). Pour la saison d'étiage, tendance est à la baisse de cumul, autour de 8% au moins sur l'Ouest de la Bretagne. Cela induit une amplification de l'écart saisonnier

## Conclusion

Le programme DEMOCLIM a permis de définir une méthode d'analyse des effets du changement climatique sur la ressource en eau à l'échelle de bassins versants. L'étude exploratoire a montré l'importance des fortes pluies dans l'apport du cumul total, ces jours de fortes pluies sont rares mais essentiels dans l'apport du cumul total. Quelques jours de fortes pluies en moins suffisent à réduire le cumul annuel parfois de plusieurs centaines de millimètres. C'est aussi ces quelques jours de fortes pluies qui expliquent la différence entre l'est et l'ouest de la Bretagne.

L'évolution future de la pluviométrie est pleine d'incertitude. Ce premier travail exploratoire rend compte de toute la difficulté de mener une étude climatique. Il a été complété par un guide méthodologique à destination des gestionnaires de l'eau. Ce guide communique toutes les étapes de la mise en place de ce diagnostic climatique : la sélection des stations, la sélection des indicateurs, l'analyse de la série historique puis l'évolution du climat futur. L'objectif est de donner les clés aux gestionnaires pour mener des études climatiques cohérentes et conscientes des biais et incertitudes du climat futur.

**Remerciement** : Merci à la région Bretagne d'avoir financé le programme et merci à météo France pour sa participation notamment pour avoir fourni les données. Sans ces deux éléments essentiels, l'étude n'aurait pas pu avoir lieu.

## Bibliographie

- Amiot L., 2020, *Impacts des changements climatiques sur la ressource en eau en Bretagne : Approche exploratoire à partir des données historiques et des données du portail Drias*, Mémoire de Master Géographie, Aménagement Environnement, Développement Parcours Environnement, Territoires, Université Rennes 2.
- Amiot L., Dubreuil V., Launay J., Bardon E., Massa F., Keromnes E., 2021, *DIAGNOSTIC CLIMATIQUE TERRITORIAL FOCUS « RESSOURCE EN EAU » Guide méthodologique*, CRESEB et région Bretagne.
- Belleguic K., Conseil C., Eveno T., Lorge S., Baraer F., 2012, *Le Changement climatique en Bretagne*, Météo-France
- DRIAS, 2014, *Simulations climatiques - CNRM2014 - ARPEGE / ALADIN52*
- DRIAS, 2014, *Simulations climatiques - IPSL2014 - IPSL -CM5A / WRF*
- Dubreuil V., 1994, *La sécheresse dans la France de l'ouest : étude au moyen des bilans hydriques et des données NOAA-AVHRR*, Thèse de Doctorat de Géographie
- Dubreuil V., Lamy C., Planchon O., 2018, *Les sécheresses à Rennes : passé, présent et futur, Les risques naturels dans le contexte de changement climatique*, 2018, Cluj, Roumanie, 15-21
- Jouzel J., Ouzeau G., Déqué M., Jouini M., Planton S., Vautard S., 2014, *Le climat de la France au XXIe siècle Volume 4 scénarios régionalisés : édition 2014 pour la métropole et les régions d'outre-mer*, Direction générale de l'Energie et du Climat
- Lamy C., 2013, *Impact du changement climatique sur la fréquence et l'intensité des sécheresses en Bretagne*, Thèse de doctorat de Géographie, Université Rennes 2
- Merot P., Dubreuil V., Delahaye D., Desnos P., 2012, *Changement climatique dans l'Ouest : évaluation, impacts, perceptions*, Presses universitaires de Rennes, 458 pages
- Mounier J., Peguy P., 1968, Une méthode de recherche climatique : l'analyse fréquentielle des précipitations tombées en 24 heures, *Annales de géographie*, **424**, 711-720
- Mutin G., 2000, De l'eau pour tous ?, *Documentation photographique*, 18 pages
- OMM. (2017). Directives de l'OMM pour le calcul des normales climatiques, OMM-N° 1203
- Soubeyroux J-M., Vidal J-P., Najac J., Kitova N., Blanchard M., Dandin P., Martin E., Pagé C., Habets F., 2011, *Projet Climsec, Impact du changement climatique en France sur la sécheresse et l'eau du sol*, Rapport final du projet, Météo-France