

L'impact du changement climatique sur le cycle de l'eau à partir du nouveau portail DRIAS-Eau

Par Jean-Michel SOUBEYROUX

Directeur adjoint scientifique de la Climatologie et des Services climatiques de Météo-France

Le changement climatique provoque à l'échelle planétaire des évolutions importantes du cycle de l'eau, notamment en accentuant la variabilité des composantes hydrologiques moyennes et les extrêmes. En France, l'augmentation des températures moyennes sous l'effet du changement climatique se traduit par une hausse de l'évapotranspiration et une diminution globale de la ressource en eau. En climat futur, les nouvelles simulations hydrologiques préparées dans le cadre du projet Explore2, confirment la poursuite et l'accentuation de cette tendance au moins jusqu'en milieu de siècle avec des impacts sur les variables hydrologiques nuancés par les incertitudes sur l'évolution des précipitations. Le nouveau portail DRIAS-Eau ouvert en mars 2023, permet de préciser les futurs de l'eau et les incertitudes associées à l'échelle locale et de mettre à disposition les données et indicateurs pour faciliter la prise en compte du changement climatique par les acteurs de l'eau.

Introduction

Le 6^e rapport du GIEC sur les bases physiques (GIEC, 2021) a dédié un chapitre aux évolutions du cycle de l'eau. Il a notamment été démontré que les changements climatiques en cours provoquent des modifications profondes du cycle de l'eau.

En France, l'impact du changement climatique sur la ressource en eau est un enjeu majeur pour l'adaptation des activités socio-économiques et la préservation de la biodiversité, réaffirmé dans le Plan Eau¹, présenté au printemps 2023. La connaissance de l'évolution de la ressource en eau en climat futur et sa large diffusion auprès des différents acteurs et le grand public constituent un élément important d'appropriation pour le passage à l'action. La mise à jour des simulations hydrologiques sur la France fait actuellement l'objet d'un projet national nommé Explore2², lancé à l'été 2021. Ce projet s'appuie pour la diffusion de ses résultats sur un nouveau portail de données, DRIAS-Eau³ développé par Météo-France en lien avec les gestionnaires de l'eau dans le cadre du projet LIFE Eau&Climat. Ouvert en mars 2023, le portail DRIAS-Eau reprend les principes d'accès aux informations du service climatique DRIAS, les futurs du climat lancé en 2012. Cet article vise à illustrer les évolutions attendues de la ressource en eau en France et les incertitudes associées en s'appuyant sur les jeux de données

et informations mises à disposition sur le nouveau portail DRIAS-Eau.

L'évolution du cycle de l'eau à l'échelle planétaire dans le 6^e rapport du GIEC

Si le constat du changement climatique est sans équivoque, ainsi que la responsabilité entière des activités humaines à ce changement, le 6^e rapport du GIEC insiste sur le fait que « les changements climatiques récents sont sans précédents depuis des milliers d'années. La concentration du CO₂ dans l'atmosphère, en hausse de 50 % depuis l'ère préindustrielle, est inédite depuis au moins 800 000 ans. Les événements extrêmes sont plus fréquents et plus graves, amplifiés dans chaque région et la hausse du niveau des mers dépasse déjà + 20 cm ».

Par ailleurs, le GIEC explique que le changement climatique induit des modifications profondes du cycle de l'eau, contrôlées par le contenu maximal en eau de l'atmosphère, la demande évaporative et l'effet direct du CO₂ sur la transpiration des plantes. Ces évolutions se traduisent notamment par une augmentation globale des contrastes entre saisons sèches et saisons humides. Un autre élément essentiel à prendre en compte concerne les extrêmes de la variabilité du cycle de l'eau qui évoluent plus vite que les valeurs moyennes, tant pour l'intensité des pluies extrêmes que pour les sécheresses.

¹ <https://www.gouvernement.fr/preservons-notre-ressource-en-eau/les-53-mesures-du-plan-eau>

² <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>

³ <https://drias-eau.fr/>

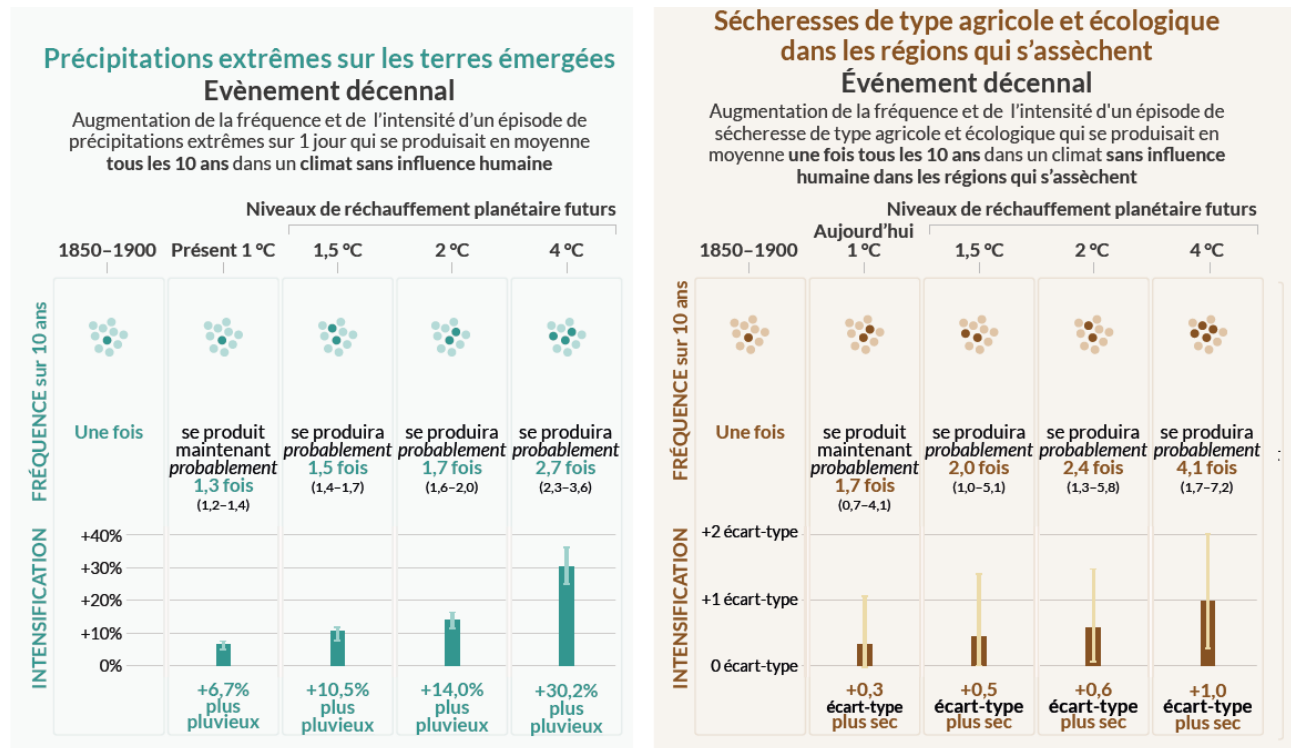


Figure 1 : Évolution de la fréquence et intensité d'un événement décennal de précipitations extrêmes ou sécheresse agricole en fonction de niveaux de réchauffement planétaire futurs (source : GIEC (2021), résumé à l'intention des décideurs, version française).

En lien avec les objectifs d'atténuation du changement climatique et de neutralité carbone, il convient aussi de noter qu'à l'échelle planétaire, l'intensité des changements est fonction du niveau de réchauffement global atteint (voir la Figure 1 ci-dessus). Avec un réchauffement global de + 2°C comme attendu à l'horizon 2050, l'intensité des pluies extrêmes aura augmenté d'environ 14 % et les pluies décennales seront devenues 1,7 fois plus fréquentes. Côté sécheresse des sols, la projection est pire encore, avec un facteur 2,4 pour la récurrence des événements de durée décennale.

Évolutions observées et attendues de la ressource en France

Le constat du changement climatique en France est aujourd'hui parfaitement mesurable à partir des observations disponibles. En matière de température, le réchauffement observé dépasse + 1,7°C depuis 1900, dont + 1,5°C depuis les années 1960, avec une hausse plus forte l'été (source : Climat^{HD}). La hausse des températures se répercute aussi sur la demande évaporative, représentée par l'évapotranspiration potentielle, en hausse de près de + 20 % sur la même période.

Si le cumul annuel moyen de précipitation est stable depuis 1960, des différences sont visibles entre le nord du pays connaissant des tendances majoritaires à la hausse et le sud, connaissant de nombreuses baisses (source : Climat^{HD}). La fréquence et l'intensité des événements extrêmes s'accroissent également. Des pluies extrêmes plus intenses (+ 10 à + 20 %) sont obser-

vées dans plusieurs régions : Méditerranée (Ribes *et al.*, 2019), mais aussi Bretagne, Centre, tiers Nord-Est (Dubuisson *et al.*, 2020). La fréquence de la sécheresse des sols s'est aggravée, d'un facteur deux en moyenne nationale, et même d'un facteur trois dans le sud (source : Climat^{HD}).

Les projections climatiques régionalisées sur la France ont été mises à jour en 2020 par Météo-France et commentées dans le rapport DRIAS-2020 (Soubeyrou *et al.*, 2021). Ces projections s'appuient sur trois scénarios climatiques définis par le GIEC : RCP2.6 (émissions faibles de GES et atteinte de la neutralité carbone après 2050), RCP4.5 (émissions modérées et stabilisées après 2050) et RCP8.5 (émissions fortes dans la poursuite des tendances actuelles). Nommé DRIAS-2020, ce jeu de projections propose une sélection de douze simulations climatiques représentatives des évolutions à venir de température et précipitation sur la France, obtenues avec des ensembles plus larges de modèles climatiques (Soubeyrou *et al.*, 2021)

Une hausse continue des températures annuelles est attendue *a minima* jusqu'en 2050, atteignant + 1,7°C⁵ (RCP4.5) à + 2,2°C⁶ (RCP8.5) pour la moyenne de l'ensemble mais jusqu'à + 2,7°C dans les simulations les plus chaudes. Cette hausse sera plus forte l'été (+ 2,6°C en RCP8.5) mais aussi plus forte sur le Sud-Est que le Nord-Ouest et en montagne. En milieu de siècle, on ne note pas de signal clair pour l'évolution du cumul annuel des précipitations, mais un contraste saisonnier est attendu, avec une hausse en hiver dont la valeur médiane de l'en-

⁴ <https://meteofrance.com/climathd>

⁵ Référence 1976-2005.

⁶ Idem.

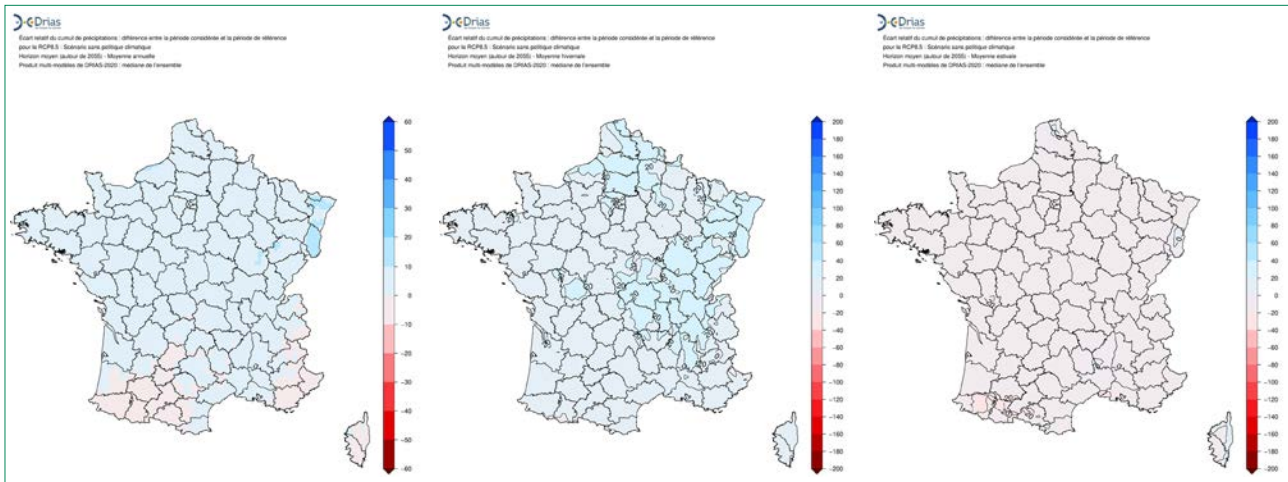


Figure 2 : Évolution du cumul de précipitation (annuel à gauche, hiver au centre, été à droite) à l'horizon milieu de siècle, scénario RCP8.5, médiane de l'ensemble DRIAS-2020 (source : DRIAS).

semble DRIAS-2020 est de l'ordre de + 15 % (RCP4.5 et RCP8.5) et une baisse en été de l'ordre de - 10 % (voir la Figure 2 ci-dessus pour le RCP8.5).

Mais ces évolutions présentent toutefois de grandes incertitudes selon les modèles climatiques considérés,

qui peuvent se propager ensuite dans les autres composantes du cycle de l'eau. Ainsi pour les pluies efficaces, (voir la Figure 3 ci-dessous), différences entre précipitation et évaporation, représentant la capacité de réalimentation des nappes, la médiane de l'ensemble DRIAS-2020 indique de faibles évolutions alors que les

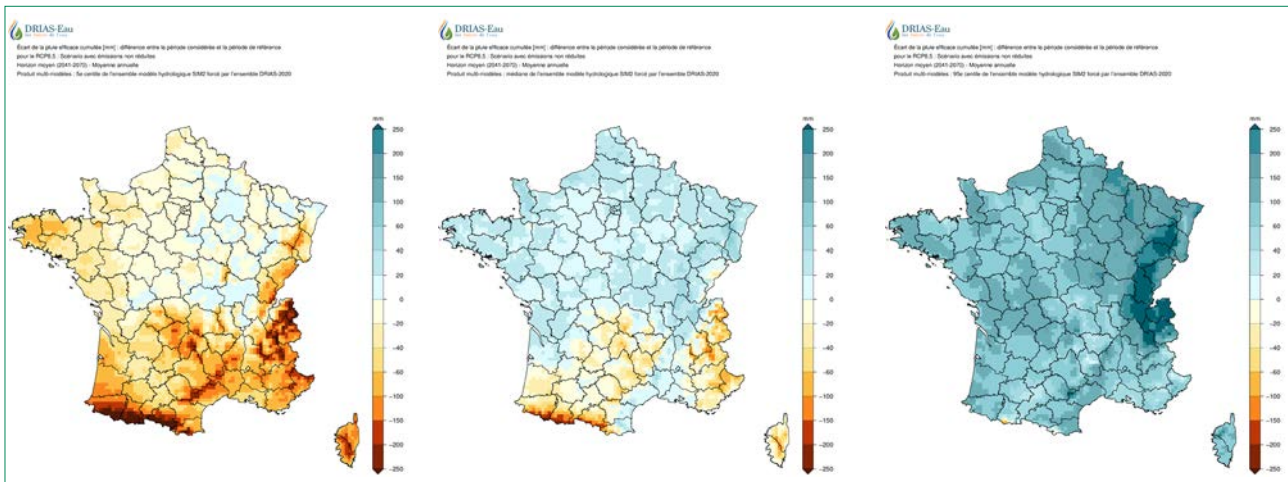


Figure 3 : Évolution des pluies efficaces (5^e quantile à gauche, médiane au centre, 95^e quantile à droite) à l'horizon milieu de siècle, scénario RCP8.5, avec l'ensemble DRIAS-2020 et le modèle SIM2 (source : DRIAS-Eau).

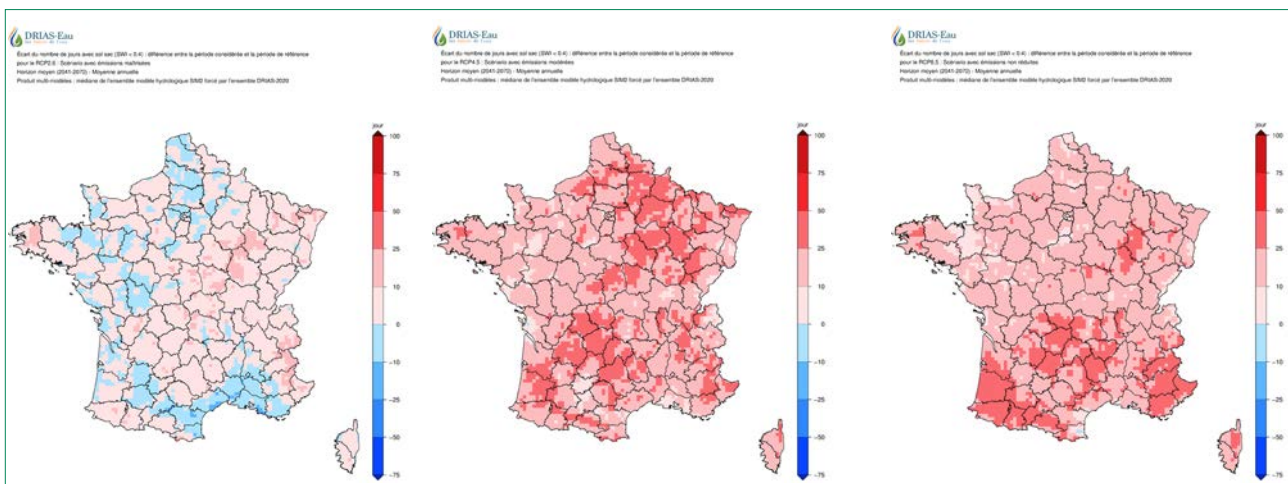


Figure 4 : Évolution du nombre de jours de sol sec (médiane RCP2.6 à gauche, médiane RCP4.5 au centre, médiane RCP8.5 à droite) à l'horizon milieu de siècle avec l'ensemble DRIAS-2020 et le modèle SIM2 (source : DRIAS-Eau).

enveloppes basse et haute des simulations présentent des signes contraires.

Une augmentation des événements extrêmes en intensité et/ou fréquence est également attendue. Ceci est en particulier vrai pour les événements thermiques tels que les vagues de chaleur mais se retrouve aussi pour les pluies intenses avec une hausse jusqu'à + 10 % en moyenne et + 20 % dans les simulations les plus pessimistes. Des sécheresses estivales plus longues sont aussi à prévoir, de 5 à 10 jours en RCP4.5 et RCP8.5, plus fortes sur l'Ouest et le Sud. Avec la hausse de la demande évaporative de l'ordre de + 10 % portée par la hausse des températures, les sols vont s'assécher en été et le nombre de jours de sol sec pourra augmenter de l'ordre + 10 jours en RCP4.5 jusqu'à + 25 jours en RCP8.5 (voir la Figure 4 page précédente). Seul le

RCP2.6 permettrait de conserver des valeurs proches du climat actuel.

De nouvelles simulations hydrologiques sont en cours de mise à jour dans le cadre du projet national Explore2. Les résultats complets ne seront publiés qu'en 2024 mais une première simulation basée sur le modèle SIM2 de Météo-France et le jeu de simulations DRIAS-2020 annonce une évolution contrastée des débits des cours d'eau avec une hausse en hiver et une baisse sensible en été coïncidant avec un élargissement de la période de basses eaux, dites période d'étiage. La Figure 5 ci-dessous présente ces évolutions pour le scénario RCP8.5. Des baisses des débits moyens annuels se retrouvent également sur les principaux cours d'eau du sud de la France, comme la Garonne (baisse de l'ordre de - 10 %).

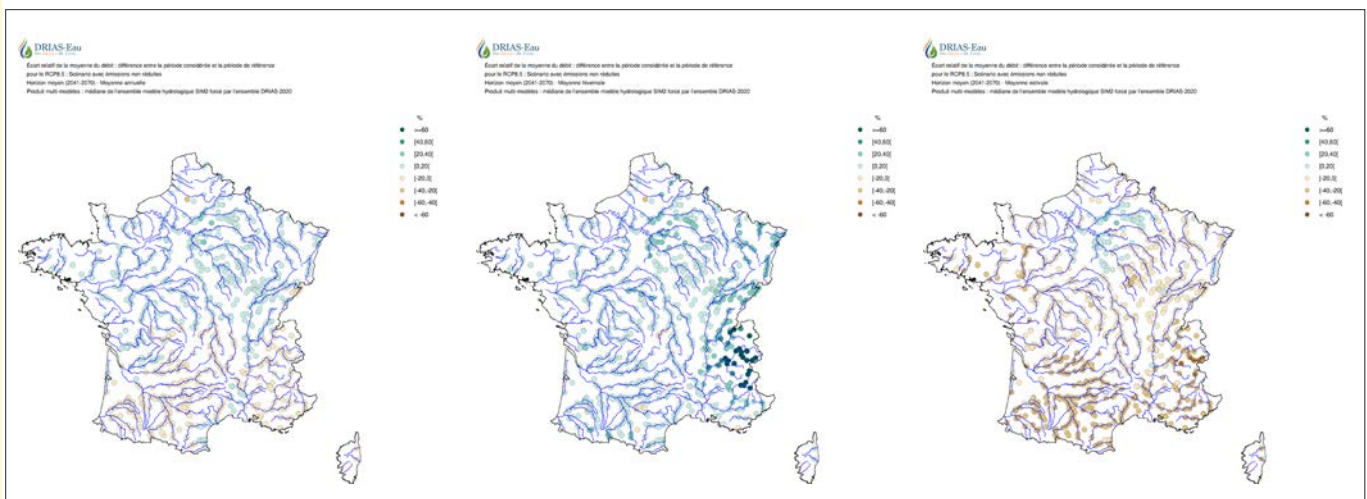


Figure 5 : Évolution du débit moyen (annuel à gauche, hiver au centre, été à droite) à l'horizon milieu de siècle sous RCP8.5 avec l'ensemble DRIAS-2020 et le modèle SIM2 (source : DRIAS-Eau).

Le portail DRIAS-Eau

Le portail DRIAS-Eau, développé dans le cadre du projet Européen LIFE Eau&Climat, vise à favoriser une utilisation large des données de simulations hydrologiques en accès libre et gratuit.

Il s'appuie sur trois espaces différents (cf. la Figure 6 page suivante) offrant des outils de téléchargement (espace données et produits) mais aussi un espace Accompagnement⁷ avec la description des données disponibles et des recommandations sur leur bon usage ainsi qu'un espace Découverte⁸ permettant de visualiser un grand nombre d'indicateurs hydrologiques et de produire des cartes à façon pour tout type de rapports.

Parmi les nombreuses ressources documentaires décrivant les différents types de données et indicateurs présents dans l'espace d'accompagnement du portail DRIAS-Eau, il est à noter le menu « diagnostics hydro-

climatiques⁹ » dont sont issues les analyses présentées dans cet article. De même les illustrations de cet article ont été pour la plupart produites par l'outil cartographique de l'espace Découverte.

La première version du portail DRIAS-Eau proposée en mars 2023 ne contient que les données du seul modèle hydrologique SIM2 de Météo-France mais il sera complété d'ici à l'été 2024 par les jeux de données de huit modèles hydrologiques de surface et trois modèles pour les eaux souterraines.

Conclusion

En cohérence avec les messages du 6^e rapport du GIEC, le constat du changement climatique en France confirme la diminution de la ressource en eau et l'augmentation des besoins en eau, déduite de la hausse de la demande évaporative, non compensée par des cumuls de précipitation. L'année 2022 record en termes de chaleur et sécheresse est une parfaite illustration

⁷ <https://drias-eau.fr/accompagnement/getMenu>

⁸ <https://drias-eau.fr/decouverte>

⁹ <https://drias-eau.fr/accompagnement/sections/301>

Figure 6 : Page d'accueil du portail DRIAS-Eau.

des évolutions attendues en climat futur. Les projections climatiques et hydrologiques aujourd'hui disponibles, annoncent en effet une répartition plus inégale de la ressource en eau, temporellement entre hiver et été ainsi que spatialement entre le nord et le sud du pays, renforçant la compétition entre les usages et la nécessité d'adaptation des pratiques plus économes en eau. Des diagnostics plus complets sont attendus en 2024 avec la publication des résultats du projet Explore2 qui contiendront de nombreuses données mobilisables pour l'évaluation de différentes stratégies d'adaptation pour une gestion de l'eau plus résiliente aux probables futures crises climatiques.

Bibliographie

DUBUISSON B., BERNUS S., CORRE L. & DROUIN A. (2020), *Évolution des précipitations en France métropolitaine au cours des dernières décennies*, XXXIII^e colloque de l'Association Internationale de Climatologie, pp. 247-252, http://www.climato.be/aic/colloques/actes/Rennes2020_actes.pdf

GIEC (2021), « Résumé à l'intention des décideurs » *In Changement climatique 2021 : les bases scientifiques physiques : contribution du Groupe de travail I au sixième*

Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [publié sous la direction de MASSON-DELMOTTE V., ZHAI P., PIRANI A., CONNORS S.L., PÉAN C., BERGER S., CAUD N., CHEN Y., GOLDFARB L., GOMIS M.I., HUANG M., LEITZEL K., LONNOY E., MATTHEWS J.B.R., MAYCOCK T.K., WATERFIELD T., YELEKÇI O., YU R. & ZHOU B.], Cambridge University Press.

RIBESA., THAO S., VAUTARD V., DUBUISSON B., SOMOT S. *et al.* (2019), "Observed increase in extreme daily rainfall in the French Mediterranean", *Climate Dynamics*, Springer Verlag, 52(1-2), pp. 1095-1114, <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4179-2>

SOUBEYROUX J.-M., BERNUS S., CORE L., DROUIN A., DUBUISSON B., ETCHEVERS P., GOUGET V., JOSSE P., KERDONCUFF M., SAMACOITS R. & TOCQUER F. (2021), « Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS-2020 pour la métropole », <http://www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf>