

Note de synthèse sur la faisabilité d'intégration des produits CHIRPS et SMAP dans la chaine Alertes - Sécheresse

Projet EO4DM - Fonds Pacifique

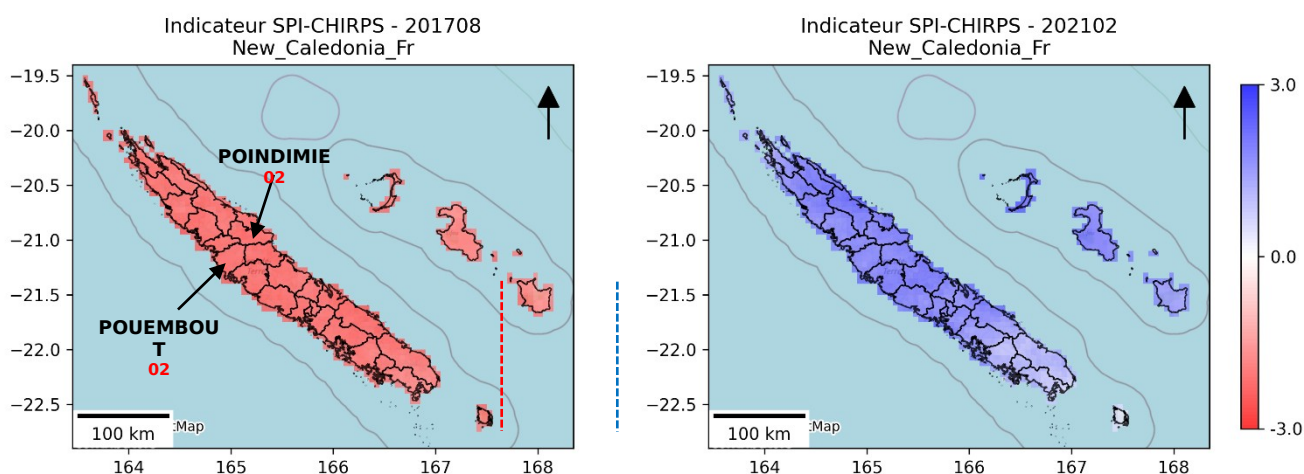
1 Contexte et Objectifs

La chaine sécheresse EO4DM produit à ce jour différents indicateurs de sécheresse (VHI, VAI, MAI, SPI, SPEI) tous les 10 jours ou tous les mois, de manière continue sur les 33 communes du territoire. L'évaluation de ces indicateurs a été réalisée dans le cadre du projet SCO EO4DM, dont le détail est décrit dans le rapport de mi-parcours du SCO (SCO_France_2021_EO4DroughtMonitoring_RAPPORT_MIPARCOURS.pdf).

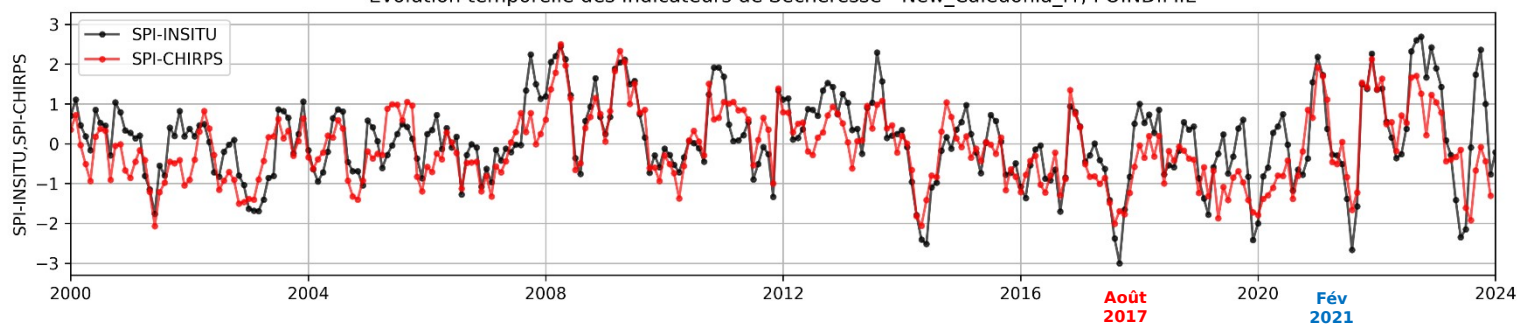
Pour le présent projet, une étude a été menée sur la Nouvelle-Calédonie afin d'évaluer de nouveaux produits météorologiques SPI (*Standardized Precipitation Index*) et d'humidité du sol MAI (*Moisture Anomaly Index*), accessibles via Google Earth Engine (GEE), en vue de leur utilisation dans la chaine Alertes sur d'autres territoires du Pacifique. Cela permettrait d'une part de disposer des produits SPI sur ces nouveaux territoires (pour le moment accessibles uniquement via les stations Météo-France sur la NC) mais également de faciliter leur accès en ne passant que par une seule plateforme (GEE).

2 Nouveaux produits météorologiques SPI-CHIRPS

Le nouvel indicateur SPI a été obtenu sur la Nouvelle-Calédonie en appliquant la méthode proposée par MCKEE ET AL. (1993) et adaptée par GUENANG AND KAMGA (2014) puis par FUENTES ET AL. (2022) pour son application aux données de précipitations [CHIRPS via Google Earth Engine](#). Les cumuls de pluie ont été estimés sur une période de 3 mois, période présentant d'après la littérature les meilleurs scores de corrélation avec la végétation (JI ET PETERS, 2003). Puis, une standardisation selon une loi de distribution gamma a été appliquée sur ces cumuls, en considérant l'ensemble du jeu de données comme référence (01/1981 – 12/2023).



Évolution temporelle des Indicateurs de Sécheresse - New_Caledonia_Fr, POINDIMIE



Évolution temporelle des Indicateurs de Sécheresse - New_Caledonia_Fr, POUEMBOU

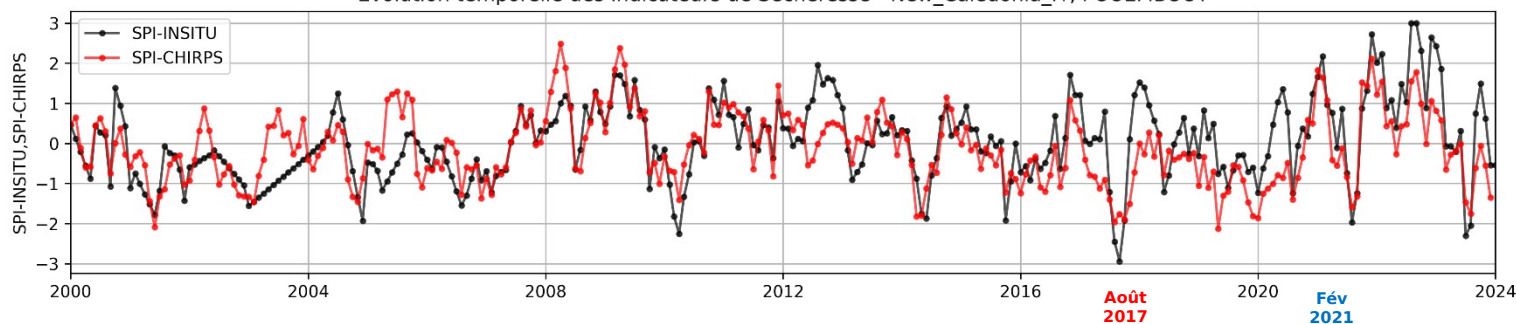


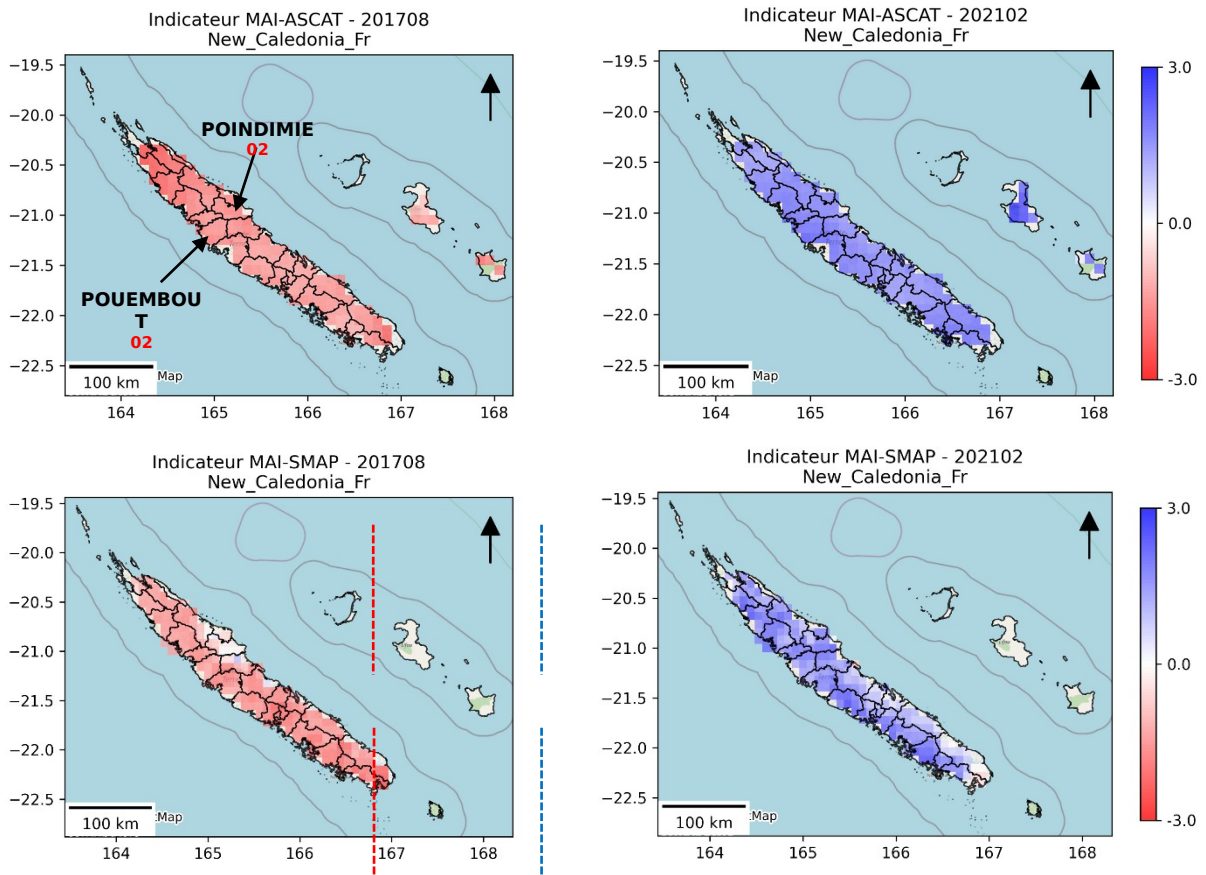
Figure : Cartes sur la Nouvelle-Calédonie de l'indicateur de sécheresse météorologique SPI-3 mois calculé à partir des données CHIRPS, pour les mois d'août 2017 et février 2021. Les séries temporelles correspondent aux données SPI-CHIRPS et SPI-INSITU (stations Météo-France) agrégées sur deux communes : Poindimié (côte Est) et Pouémbout (côte Ouest).

La figure 1 présente les cartes de **SPI-CHIRPS (5 km) obtenues pour l'ensemble du territoire**, lors d'un épisode de sécheresse (août 2017) et lors d'un épisode humide (février 2021). Nous constatons que ces deux épisodes sont bien retranscrits par l'indicateur SPI-CHIRPS. Les séries temporelles comparent les dynamiques des SPI-CHIRPS et SPI-INSITU pour deux communes : Pouembout située sur la côte Ouest, et Poindimié sur la côte Est. Les SPI-INSITU correspondent aux indicateurs SPI-3 mois produits par Météo-France au niveau des stations situées dans chacune des communes. Pour une date (ici un mois donné), les valeurs des stations de la commune sont moyennées pour donner une valeur de SPI à la commune. Pour les deux communes, les séries temporelles présentent des dynamiques comparables, avec des épisodes sécheresses détectées à la fois par le SPI-CHIRPS et le SPI-INSITU, correspondant à des $SPI < -1$ en 2014, 2017, 2019. Certaines différences sont observées pour quelques dates, avec notamment un SPI-CHIRPS présentant des valeurs moins extrêmes que le SPI-INSITU comme en 2017 où les SPI-CHIRPS des deux communes sont compris en -1 et -2, alors que les SPI-INSITU sont égaux à -3. A l'inverse, pour certaines dates, le SPI-CHIRPS semble détecter des épisodes de sécheresse là où les données stations n'en détectent pas forcément (premiers mois des années 2019 et 2020 sur Pouembout par exemple).

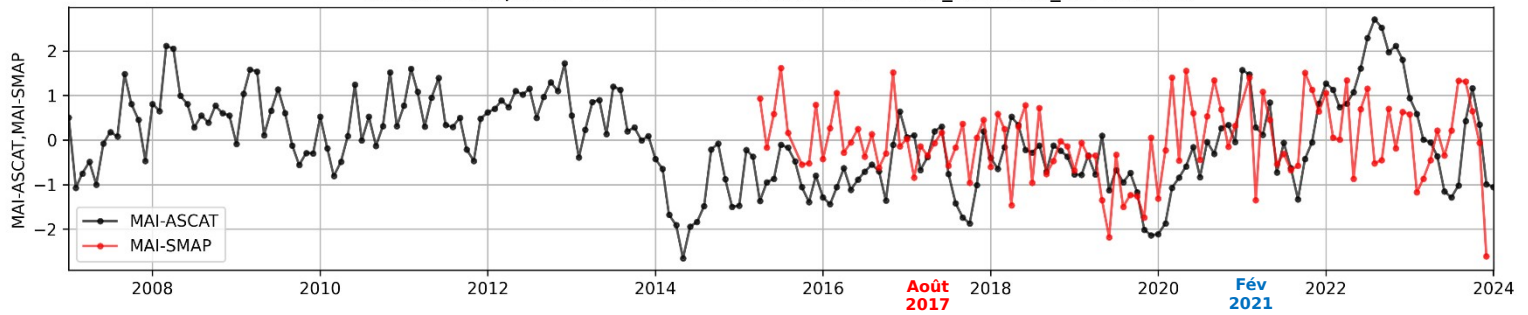
3 Nouveaux produits d'humidité MAI-SMAP

Concernant les anomalies d'humidité du sol, **deux indicateurs MAI ont été calculés afin d'informer sur le déficit d'humidité du sol**. D'une part, nous avons les anomalies d'humidité MAI-ASCAT (12 km) initialement produites par la chaîne Alertes sur la Nouvelle Calédonie et qui sont obtenues à partir des indices journaliers d'humidité du sol SWI-T20 (*Soil Water Index* correspondant à une humidité en zone racinaire) fournis par le [Copernicus Global Land Service](#). D'autre part, nous avons intégré les anomalies d'humidité MAI-SMAP (9 km) obtenues à partir des [humidités du sol journalières SMAP fournies par Google Earth Engine](#) (il s'agit des produits *soil_moisture_am*, correspondant aux humidités acquises le matin). Pour chaque indicateur, les anomalies ont été calculées en agréant les humidités au mois, puis en les standardisant selon une loi normale pour l'ensemble du jeu de données disponible, à savoir (01/2007 – 12/2023) pour ASCAT et (04/2015 – 12/2023) pour SMAP.

La figure 2 présente les cartes de MAI-ASCAT et MAI-SMAP, correspondant aux épisodes sécheresse (août 2017) et humide (février 2021) qui ont pu être préalablement observés et détectés par les SPI (figure 1). Dans l'ensemble, les deux indicateurs MAI détectent bien les deux épisodes, pour les différentes communes. Le nouvel indicateur MAI-SMAP semble néanmoins présenter des valeurs moins extrêmes sur certaines communes. Cela peut s'observer à partir des séries temporelles sur Poindimié : le MAI-SMAP présente en août 2017 une valeur moyenne proche de 0 (pas de sécheresse), alors que le MAI-ASCAT présente une valeur inférieure à -1 (sécheresse). Une raison à cela pourrait être la longueur temporelle du référentiel historique qui est bien plus courte pour SMAP (9 ans) que pour ASCAT (17 ans). Notons que le MAI-SMAP ne fournit pas de données sur les îles Loyautés (au Nord), possiblement en lien avec la taille trop grande des pixels ces zones. Les produits MAI-ASCAT fournissent tout de même ces produits sur ces îles. Cela peut être lié aux post-traitements qui pourraient être différents entre les produits d'humidité SMAP et ASCAT. De manière générale, la qualité des produits SMAP ou ASCAT pour les îles de petites tailles est par nature moins bonne en raison du nombre limité de pixels et de l'effet de la mer sur les pixels situés à cheval entre continent et mer (affectant la valeur d'humidité).



Évolution temporelle des Indicateurs de Sécheresse - New_Caledonia_Fr, POINDIMIE



Évolution temporelle des Indicateurs de Sécheresse - New_Caledonia_Fr, POUEMBOUT

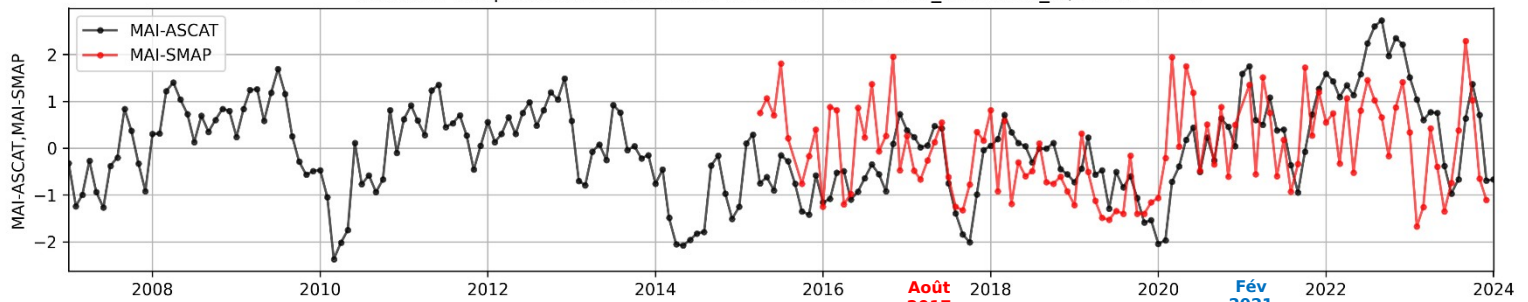


Figure : Cartes sur la Nouvelle-Calédonie des anomalies d'humidité du sol MAI calculées à partir des données ASCAT puis SMAP, pour les mois d'août 2017 et février 2021. Les séries temporelles correspondent aux données agrégées sur deux communes : Poindimié (côte Est) et Pouembout (côte Ouest).

4 Evaluation des indicateurs

La figure 3 présente les **corrélations croisées (décalées)** entre les nouveaux produits et les produits initiaux, pour trois communes de Nouvelle-Calédonie. Concernant les SPI (*gauche*), de bonnes corrélations sont obtenues, avec des valeurs maximales de R scores allant de 0.7 pour Pouembout à 0.8 pour Bourail (Côte Ouest, au Sud de Pouembout). Les pics de corrélations étant obtenus pour un décalage nul, les deux produits sont donc synchronisés, ce qui était attendu. Concernant les MAI (*droite*), les scores sont moins bons, avec des valeurs maximales comprises entre 0.38 (Poindimié) et 0.6 (Bourail). Cela peut s'expliquer par la nature différente des produits satellites utilisés : micro-ondes actives en bande C pour ASCAT vs micro-ondes passives en bande L pour SMAP. Les micro-ondes en bande C ne permettent pas d'accéder à l'humidité du sol lorsque la végétation est trop importante, ce qui expliquerait pourquoi les deux indicateurs présentent de moins bonnes corrélations sur Poindimié où la végétation est majoritairement composée de forêt dense, alors que de meilleures corrélations sont obtenues pour Bourail et Pouembout qui sont composées en plus grande partie de végétation basse (fourrés, savanes, terres agricoles). De plus, les R score max sont obtenus pour un décalage d'un mois, ce qui signifierait ici que le MAI-SMAP serait en avance par rapport au MAI-ASCAT. Cela peut s'expliquer par les produits d'humidités qui sont artificiellement retardés pour ASCAT afin de modéliser le temps d'infiltration en zone racinaire (*SWI-T20*), là où les données SMAP correspondent directement aux humidités observées (*soil_moisture_am*).

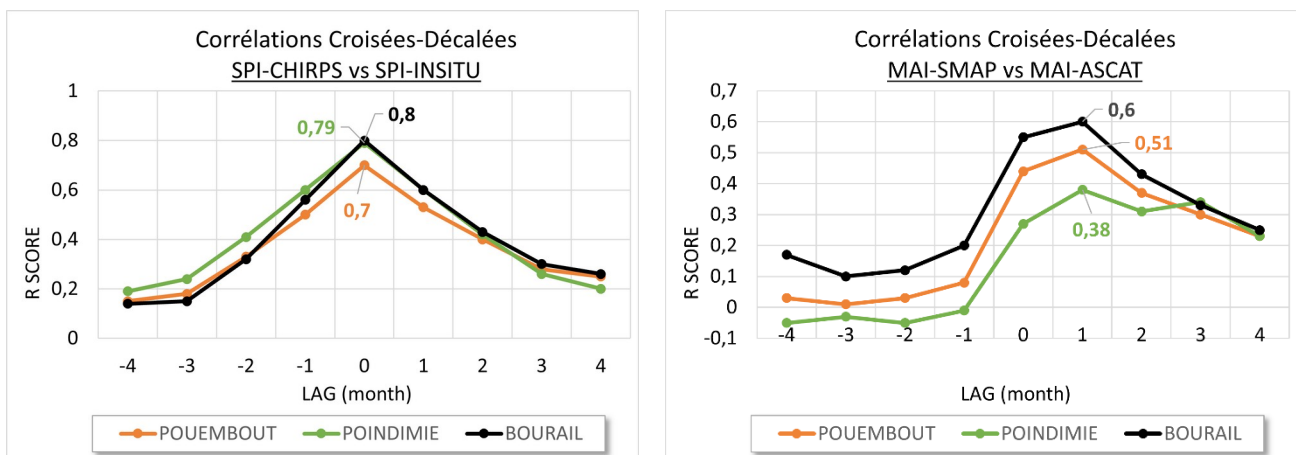


Figure : Corrélation croisée-décalée entre les SPI-CHIRPS et SPI-INSITU (gauche) et entre les MAI-SMAP et MAI-ASCAT (droite), pour les communes de Pouembout, Poindimié et Bourail.

5 Conclusion et préconisations

L'évaluation sur la Nouvelle-Calédonie des nouveaux produits SPI (produits CHIRPS) a montré de bonnes corrélations avec les produits in-situ. En revanche, les nouveaux produits MAI (produits SMAP) ont révélé de moins bonnes corrélations. Cela implique que les nouveaux produits SPI-CHIRPS pourraient donc être utilisés à la place des données stations sur d'autres territoires, mais que les produits MAI-SMAP présentent des différences trop importantes pour remplacer les produits MAI-ASCAT dans la chaîne Alertes telle qu'elle a été conçue initialement. Cependant, ces données d'humidité peuvent apporter une information complémentaire intéressante, notamment pour confirmer des sécheresses végétales détectées par les indicateurs biophysiques (VHI, VAI) qui ne seraient pas détectées par l'indicateur météorologique (SPI).

Il serait donc intéressant de garder ces nouveaux indicateurs sur les territoires du Pacifique (hors NC), mais, dans le cas des MAI, de les utiliser plus comme des données complémentaires, plutôt que des les intégrer tel quel dans la chaîne Alertes.

6 Références bibliographiques

- Amri, R., Zribi, M., Lili-Chabaane, Z., Wagner, W., & Hasenauer, S. (2012). Analysis of C-Band Scatterometer Moisture Estimations Derived Over a Semiarid Region. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 50(7), 2630-2638. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2012.2186458>
- Fuentes, I., Padarian, J., & Vervoort, R. W. (2022). Spatial and Temporal Global Patterns of Drought Propagation. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 788248. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.788248>
- Guenang, G. M., & Kamga, F. M. (2014). Computation of the Standardized Precipitation Index (SPI) and Its Use to Assess Drought Occurrences in Cameroon over Recent Decades. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 53(10), 2310-2324. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-14-0032.1>
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, 17(22), 179-183.
- Peters, A. J., Walter-Shea, E. A., Ji, L., Vina, A., Hayes, M., & Svoboda, M. D. (2002). Drought monitoring with NDVI-based standardized vegetation index. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 68(1), 71-75.
- Sepulcre-Canto, G., Horion, S., Singleton, A., Carrao, H., & Vogt, J. (2012). Development of a Combined Drought Indicator to detect agricultural drought in Europe. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(11), 3519-3531. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-3519-2012>