



PAQ-PromESSE



# Atelier de clôture du projet



**AssurCereals**

Elaboration d'indices de sécheresse pour l'aide à la décision concernant la gestion de la productivité céréalière en Tunisie

Suivi / élaboration d'indices de sécheresse pour l'aide à la décision concernant la gestion de la productivité céréalière en Tunisie

Projet financé par Fonds Compétitif d'Innovation pour soutenir les projets de valorisation au sein et autour des technopôles ([mes.tn](http://mes.tn))

## Partenaires



Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis (Amphi 307),

18-19 Septembre 2024

**T A B L E**

**D E S**

**M A T I E R E S**

# MERCREDI, 18 SEPTEMBRE 2024

Session 1 > 09:00 – 10:30

## Résumés des communications : Sécheresse et circulation générale

---

- 1/ Impact of urban land-surface on meteorological conditions and climate. **Peter Huszàr**, conférence invitée **Université Charles de Prague, Tchèque**.....1
- 2/ Circulation atmosphérique et épisodes de sécheresse en Tunisie. **Bassem Ennahli**, **Institut National de la Météorologie, Tunisie**.....2
- 3/ Prévion à moyen terme par intelligence artificielle de la sécheresse au bassin de la Medjerda. **Rim Ouachani**, conférence invitée **Université de Sousse, Tunisie**.....3
- 4/ Archetypal Analysis & Application to drought identification. **Abdelwaheb Hannachi**, conférence invitée **Université de Stockholm, Suède**.....4

Session 2 > 10:50 – 11:30

## Résumés des communications : Indices de sécheresses basés sur les données in-situ

---

- 5/ Utilisation de statistiques robustes pour l'identification de la sécheresse. **Zoubeida Bargaoui, Nesrine Abid, Abdelwaheb Hannachi (PAQ-COLLABORA-ENIT), Université de Stockholm, Suède**.....5
- 6/ Estimation par l'indice des précipitations standardisées (SPI) et l'indice des précipitations et évapotranspiration standardisées (SPEI). **Nesrine Abid, Zoubeida Bargaoui (PAQ-COLLABORA-ENIT), Tunisie**.....6

## Session 3 > 11:30 – 11:50

### Résumés des communications : Indices de sécheresse calculés à partir d'observations satellitaires

---

- 7/ Évaluation à long terme de l'évapotranspiration réelle MOD16 et LSA SAF à l'aide de la courbe de Budyko **Nesrine Abid, Zoubeida Bargaoui (PAQ-COLLABORA-ENIT), Tunisie.....7**
- 8/ Système d'information géographiques des ressources en sols en Tunisie (SIGREST 2020-2023) **Amal Matoussi, (PAQ-COLLABORA-CNCT) Centre National de Cartographie et de Télédétection., Tunisie.....8**
- 9/ Estimation par l'indice d'humidité du sol standardisé, Cas du Mozambique, **Samuel Massart** conférence invitée **Université de Vienne, Autriche.....9**

# JEUDI , 19 SEPTEMBRE 2024

Session 4 > 09.00-10.00

## Résumés des communications : Episodes de sécheresse et assurance

---

10/ Effet du risque de sécheresse sur la productivité céréalière en Tunisie : degré d'adaptation et comportement des agriculteurs pour la gestion de ce risque. **Samir Ben Ali**, (PAQ-COLLABORA-ENIT) Bureau d'études Agroservices...Tunisie.....10

11/ Fonds d'indemnisation des dommages agricoles causés par les calamités naturelles (FIDAC). conférence invitée **Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche Maritime, Tunisie**.....11

12/ Choix optimal de la stratégie de réassurance. **Mohammed Mnif** conférence invitée Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, **Université Tunis El Manar, Tunisie**.....13

Session 5 > 10.00-11.20

## Résumés des communications: Plateformes pour le suivi de la sécheresse

---

13/ Ranking and projection of CMIP6 based on Climatic Extremes performance over Central Europe. **Saoussen Dhib**, conférence invitée **Université Charles de Prague, Tchèque** .....14

14/ Developing a Global Climate Services Unit (LCSC) for Assessing Drought and Its Impacts on Food Production and Water Resources. **Ahmed Kenawy**, conférence invitée **Instituto Pirenaico de Ecología, Spain** .....15

15/ Le pôle de compétitivité de Bizerte : une interface d'échange et de réflexion pour une dynamique collective dans le secteur de l'agroalimentaire. **Leila Douggui**, conférence invitée **Pôle de compétitivité de Bizerte, Tunisie**.....16

**RÉSUMÉS  
DES  
COMMUNICATIONS**

## SESSION 1 • Sécheresse et circulation générale

---

### Impact of urban land-surface on meteorological conditions and climate

Huszar, P., Karlicky, J., Villalba-Pradas, A.

[peter.huszar@matfyz.cuni.cz](mailto:peter.huszar@matfyz.cuni.cz)

Université Charles de Prague,  
Tchèque

Urbanization or rural-to-urban transition represents a significant modification of the land-surface. It introduces artificial surfaces like concrete, asphalt, brick, glass, metal etc. aligned in specific geometries forming buildings and street-canyons. Moreover, urban land-surface can encompass

partly some vegetation within streets but also in parks and other urban green areas. It is clear that these changes in land-surface introduce modified fluxes of heat, water vapor, radiation and momentum altering the overall earth-surface exchange.

Here, we demonstrate how the introduction of urban land-surface influences the local and regional meteorological conditions like temperature, humidity, wind-speed

including some cloud and rain parameters over the area of central Europe. To achieve this, we applied regional climate models (RCM) coupled with so called urban canopy models (UCM). These later sub-models in RCMs are able to capture some degree of detail of the urban meteorological phenomenon like urban heat island, radiation trapping, increased turbulence etc.

We show substantial increase of near surface temperature due to urban surfaces manifesting itself in the so called urban heat island effect. On the other hand, humidity tends to decrease over urban areas due to reduced evaporation. Regarding the planetary boundary layer (PBL) dynamics, we showed that PBL is thicker over cities and the vertical turbulent transport also increased, however urban scale wind-speeds tend to decrease due to enhanced drag. The impact on clouds are also statistically significant and the convective precipitation is clearly increased in summer along with more sub-grid scale cloudiness, especially during afternoon/evening hours.

Besides impact on the meteorological conditions, our simulations demonstrated also impact on the local and regional climate and we showed that due to urbanization, the climates of whole regions can be altered contributing to the global climate change.

# Circulation atmosphérique et épisodes de sécheresse en Tunisie

**Bassem Nahhali**  
[bassem.nahhali@meteo.tn](mailto:bassem.nahhali@meteo.tn)

**Institut National de la Météo, Tunisie**

La circulation atmosphérique générale joue un rôle crucial dans la régulation des conditions météorologiques en Tunisie, y compris les épisodes de sécheresse. Située dans une région soumise à des influences variées telles que la Méditerranée, le Sahara et à l'influence des systèmes météorologiques globaux, la Tunisie est sujette à des variations climatiques marquées. Les épisodes de sécheresse sont souvent exacerbés par des situations particulières au niveau de la circulation atmosphérique, comme les situations de blocage anticyclonique qui agissent contre les systèmes météorologiques porteurs de précipitations et qui sont souvent accompagnées par des périodes prolongées de temps chaud et sec. Pendant les décennies précédentes,

plusieurs épisodes de sécheresse ont été enregistrés et ont impacté l'agriculture et les ressources en eau notamment sur le nord du pays. Ainsi, l'Institut National de la Météorologie dans le cadre de sa veille continue du temps et du climat, surveille la possibilité de l'installation d'une sécheresse météorologique, moyennant plusieurs outils tels que les indicateurs climatiques comme le rapport à la normale des pluies, l'indice de précipitation normalisé SPI et récemment l'indice de précipitation et de l'évapotranspiration normalisé SPEI ainsi que d'autres moyens plus dynamiques comme la prévision saisonnière et aussi le suivi de l'évolution des grands systèmes météorologiques ayant de l'influence sur nos régions.

# Prévision à moyen terme par intelligence artificielle de la sécheresse au bassin de la Medjerda.

**Rim Ouachani**

[rim.ouachani@istls.u-sousse.tn](mailto:rim.ouachani@istls.u-sousse.tn)

Institut Supérieur du Transport et de la Logistique de Sousse, Université de Sousse, Tunisie

La sécheresse est l'un des phénomènes climatiques les plus dévastateurs pour l'agriculture. La prévision de la sécheresse joue ainsi un rôle très important dans la gestion précoce de ce risque et la prévention de la sécheresse sévère. La prévision à petite échelle est un challenge puisque les modèles météorologiques ne sont pas adéquats pour prédire sécheresse des saisons à l'avance. Les modèles pilotés par les données (data-driven models) de type intelligence artificielle comme les apprentissage machine ou les apprentissage profonds sont très performant pour les problèmes de prévision. Pour la prévision du SPI-3 au bassin de la Medjerda, un modèle hybride basé sur une décomposition par

ondelettes à multirésolution (WMR) et un réseau autorégressif non linéaire avec des entrées exogènes (NARX) est développé. Pour améliorer la généralisation du réseau, nous proposons l'approche d'ensemble basée sur la procédure de Bootstrap. D'abord la décomposition par WMR est utilisée pour décomposer les indices climatiques ainsi que les données des SPI-3 selon 5 échelles différentes. Une présélection des données d'entrée est ensuite réalisée par la méthode LASSO. Le modèle d'ensemble NARX a été choisi pour identifier les liens statistiques entre les décomposition des entrées présélectionnées et les décompositions des SPI-3 sur les mêmes échelles temporelles. Pour la prévision opérationnelle, les prévisions obtenues des décompositions sont additionnées pour constituer la vraie valeur de prévision des SPI-3. Les prévisions des indices de sécheresse sont réalisées sur des horizons allant de 1 à 3 mois. Les résultats de prévision montrent que à l'échéance de 1 mois le modèle donne une excellente performance avec un coefficient de corrélation dépassant 0.9 sur les 14 stations d'études. A des échéance de 3 mois, la performance du modèle reste connectée aux variables d'entrées exogènes. Ainsi, le modèle hybride d'intelligence artificielle est recommandé comme modèle robuste pour la prévision de la sécheresse.

## Mots clés :

Prévision, sécheresse, SPI, Indice climatique, Intelligence artificielle, modèle hybride.

## Weather & climate extremes via archetypal analysis

**Abdelwaheb Hannachi**  
[a.hannachi@misu.su.se](mailto:a.hannachi@misu.su.se)

Université de Stockholm, Suède

Weather and climate extremes have witnessed an increase system in intensity, frequency and geographical extent. These extreme events are known to be amongst the deadliest and most costly natural hazards with disastrous effects on societies, the environment and infrastructure. The study of extreme events is known to be difficult and most extreme analyses are conducted based on uni-dimensional time series. This poses challenges given the complex high-dimensional nature of the weather and climate system. This talk presents a relatively new method of machine learning dealing with extremes in high dimensional spaces, namely archetypal analysis (AA). AA finds corners in the sample space summarizing the data

characteristics. AA is based on convex combination of the data in state space and, unlike empirical orthogonal functions (EOFs), can therefore provide a consistent interpretation in physical terms. In addition, the method can be used as an unsupervised machine learning tool to reduce dimensionality. The method is shown to be able to identify specific extreme events with their occurrence probability. The method will be presented and application to climate variables discussed, along with resulting large scale teleconnection.

## SESSION 2 • Indices de sécheresses basés sur les données in-situ

---

### Utilisation de statistiques robustes pour l'identification de la sécheresse

Zoubeida Bargaoui<sup>1</sup>, Nesrine  
Abid<sup>1,2</sup>, Abdelwaheb Hannachi<sup>3</sup>  
[zoubeida.bargaoui@enit.utm.tn](mailto:zoubeida.bargaoui@enit.utm.tn)

<sup>2</sup> PAQ-COLLABORA-École Nationale  
d'Ingénieurs de Tunis ENIT,  
Université de Tunis El Manar, Tunisie

<sup>2</sup> Faculté des sciences de Gafsa,  
Université de Gafsa, Tunisie

<sup>3</sup> Université de Stockholm, Suède

Nous visons à évaluer la sécheresse en analysant la variabilité spatiotemporelle de l'indice de productivité relative (Kv), qui représente le rapport entre l'évapotranspiration réelle et potentielle. La zone d'étude est le gouvernorat de Zaghuan, situé dans le nord de la Tunisie (36°00'N-36°40'N, 9°35'E-10°25'E), connu pour sa production de cultures céréalières. Le gouvernorat est divisé en 48 districts administratifs (Imadas), chacun ayant une taille maximale de 160 km<sup>2</sup>. Les sources

pour identifier les campagnes agricoles des cultures céréalières endommagées par la sécheresses sont des rapports nationaux publiés par le gouvernement tunisien. La période d'étude couvre les années 2000/2001 à 2020/2021, au cours desquelles 11 sécheresses ont été répertoriées. L'indice Kv basé sur la télédétection est estimé à l'aide des données MODIS, dérivé de l'accumulation de l'évapotranspiration pendant la période de croissance des céréales de novembre à mai (désignée par "année" par extension). La matrice de données 21x48 valeurs est analysée à l'aide de divers diagnostics de sécheresse, y compris les statistiques d'ordre, les tracés quantile-quantile (Q-Q) et les analyses archétypales. Les statistiques d'ordre ont identifié une sécheresse fictive, tandis que l'approche par tracé Q-Q a classé trois années de sécheresse comme années normales. Cependant, l'analyse archétypale a identifié trois archétypes représentant toutes les années de sécheresse. Ces résultats soutiennent l'utilisation de l'indice de productivité relative dérivé des observations MODIS comme outil d'identification de la sécheresse sur de grandes surfaces.

# Estimation par l'indice des précipitations standardisées (SPI) et l'indice des précipitations et évapotranspiration standardisées (SPEI)

Zoubeida Bargaoui<sup>1</sup> and Nesrine Abid<sup>1,2</sup>

[zoubeida.bargaoui@enit.utm.tn](mailto:zoubeida.bargaoui@enit.utm.tn)

<sup>1</sup> PAQ-COLLABORA-École Nationale d'Ingénieurs de Tunis ENIT, Université de Tunis El Manar, Tunis, Tunisie

<sup>2</sup> Faculté des sciences de Gafsa, Université de Gafsa, Gafsa, Tunisie

La sécheresse représente un défi majeur pour la productivité agricole mondiale, en particulier dans les régions arides et semi-arides. Cette étude se concentre sur le développement et l'application d'indices de sécheresse, notamment l'Indice de Précipitation Standardisé (SPI) et l'Indice de Précipitation et Évapotranspiration

Standardisé (SPEI), pour identifier les épisodes de sécheresse agricole. En analysant les données pluviométriques de 1950 à 2018 dans le nord de la Tunisie (bassin versant de Medjerda et l'extrême nord Ichkeul), nous évaluons l'efficacité de ces indices pour évaluer les impacts de la sécheresse. L'étude met en évidence les limites de l'utilisation de la distribution Gamma dans les calculs du SPI-3 en conditions climatiques sèches et propose la distribution exponentielle de Weibull comme alternative plus précise. De plus, la recherche compare différentes méthodes d'estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) afin d'améliorer la fiabilité du SPEI dans le contexte tunisien. Nos résultats fournissent une base pour un meilleur suivi et une gestion plus efficace de la sécheresse, dans le but de renforcer la résilience agricole dans les régions vulnérables.

## Mots-clés

Sécheresse, SPI, SPEI, Tunisie, Distribution exponentielle de Weibull, ETP, Gestion de la productivité céréalière, Résilience agricole.

## SESSION 3 • Indices de sécheresse calculés à partir d'observations satellitaires

---

### Évaluation à long terme de l'évapotranspiration réelle MOD16 et LSA SAF à l'aide de la courbe de Budyko

Nesrine Abid<sup>1,2</sup>, Aymen Ben Jaafar<sup>1</sup>, Zoubeida Bargaoui<sup>1</sup> and Chris M. Mannaerts<sup>3</sup>  
[nesrine\\_abid@ymail.com](mailto:nesrine_abid@ymail.com)

<sup>1</sup> PAQ-COLLABORA-École Nationale d'Ingénieurs de Tunis ENIT, Université de Tunis El Manar, Tunisie

<sup>2</sup> Faculté des sciences de Gafsa, Université de Gafsa, Tunisie

<sup>3</sup> Faculty of Geo-Information Sciences and Earth Observation (ITC), University of Twente Enschede, Netherlands

Les estimations de l'évapotranspiration réelle par le capteur MOD16 de Terra, à résolution spatiale de 500 m et résolution temporelle de 8 jours, et par le LSA SAF (Land Surface Analysis Satellite Applications Facility), à résolutions spatiales de 3 à 5 km et résolution temporelle d'un jour, sont utilisées pour évaluer l'adéquation de leur moyenne à long terme dans six bassins versants du

Nord de la Tunisie, avec des superficies variant de 52 km<sup>2</sup> à 416 km<sup>2</sup>. De plus, le modèle hydrologique Bucket Bottom Hole (BBH) est adopté pour évaluer l'évapotranspiration réelle en utilisant des données in situ et des bassins versants jaugés. La comparaison couvre la période allant de 2009 à 2018. Le modèle de Budyko et le modèle de Hsuen-Chun (HC), qui en est une approximation, sont utilisés pour évaluer la précision de l'évapotranspiration réelle moyenne annuelle à l'échelle des bassins versants. Tout d'abord, les estimations de l'évapotranspiration potentielle quotidienne sont réalisées à l'aide du modèle de Riou basé sur les températures maximales mensuelles, ainsi qu'à l'aide des données MOD16. L'écart entre les modèles de Budyko et HC d'une part, et les estimations d'évapotranspiration réelle par MOD16, LSA SAF et BBH d'autre part, a été mesuré à l'aide de l'erreur quadratique moyenne (RMSE). Les résultats montrent qu'en se référant au modèle HC, la plus faible RMSE est obtenue pour le modèle BBH, ainsi que dans le cas du modèle de Budyko. De plus, la RMSE correspondant au LSA SAF est inférieure de 8 % à celle correspondant au MOD16, avec une surestimation du MOD16 par rapport au LSA SAF.

#### Mots-clés

ODD 2, produits d'évapotranspiration réelle par télédétection, modèle BBH, Afrique du Nord

# Système d'information géographiques des ressources en sols en Tunisie (SIGREST 2020-2023)

**Amal Matoussi,**  
[amalmatoussi@gmail.com](mailto:amalmatoussi@gmail.com)

Centre National de Cartographie et de Télédétection. (PAQ-COLLABORA-CNCT), Tunisie

Le projet de réalisation d'un géoportail constitue une avancée significative dans la centralisation et la gestion des données géospatiales liées aux propriétés du sol. Ce rapport expose les étapes clés de cette réalisation, mettant en lumière l'utilisation de données terrain, de mesures spectroscopiques en laboratoire, et de télédétection via des images Prisma. L'objectif ultime est de créer un outil d'aide à la décision intégré au Géoportail. Les données terrains, issues d'échantillons prélevés sur le terrain, incluent des mesures détaillées des paramètres du sol. Simultanément, des mesures spectroscopiques en laboratoire sont effectuées pour obtenir le spectre correspondant. La télédétection à l'aide d'images Prisma, acquises au même moment que les relevés terrains, permet d'établir une correspondance entre les mesures terrain et les spectres d'images. La méthode d'apprentissage automatique PLSR est alors appliquée pour cette corrélation, facilitant la spatialisation des données et la création de cartes des propriétés du sol. Le Géoportail est conçu comme une plateforme complète offrant

aux administrateurs la possibilité d'ajouter des données à la base de données géospatiale. Il permet également la génération de cartes des propriétés de sol pour une zone d'étude spécifique à partir des images Prisma. En mettant en œuvre une architecture solide et complète, ce Géoportail devient un outil essentiel pour la gestion des ressources en sol et la cartographie. Cette initiative repose sur une architecture bien définie, constituée de plusieurs composants essentiels. En première ligne, PostgreSQL et son extension PostGIS forment la base de données géospatiale, organisant les informations relatives aux échantillons de sol et aux images satellitaires. Django, un framework de développement web, prend en charge l'interface utilisateur conviviale et la gestion globale de l'application. Pour la visualisation interactive des données, la bibliothèque JavaScript Leaflet est exploitée. Enfin, GeoServer joue le rôle de diffusion, garantissant l'accessibilité des données géospatiales tout en respectant les normes web. En résumé, cette architecture complète et intégrée offre une plateforme de gestion des ressources en sol et de cartographie, permettant aux utilisateurs d'explorer, analyser et utiliser les données géographiques de manière efficace. Le Géoportail devient ainsi un outil central pour la prise de décision basée sur des informations solides et actualisées. Le géoportail fournit aux utilisateurs 2 grandes services :

- Cartographie des propriétés des sols : argile, carbone ; calcaire, limon, sable, ph,
- Cartographie de l'occupation du sol agricole pour la zone d'étude pour l'année 2022 en utilisant les images sentinel 2.

## Estimation par l'indice d'humidité du sol standardisé, Cas du Mozambique,

**Samuel Massart**

[samuel.massart@geo.tuwien.ac.at](mailto:samuel.massart@geo.tuwien.ac.at)

Université de Vienne, Autriche

Le Mozambique est particulièrement vulnérable aux sécheresses, qui causent des impacts environnementaux, agricoles et économiques dévastateurs. Les pénuries d'eau, causées par des périodes de faibles précipitations et de températures élevées, ont un impact négatif sur la majorité de la population vivant dans les zones rurales. Dans cette étude, nous développons des produits d'humidité des sols basés sur les satellites Sentinel-1 et ASCAT. Les produits générés sont ensuite comparés et validés avec une approche de modélisation hydrologique (ERA5-Land) ainsi qu'avec d'autres produits

satellites classiques (SMAP, WaPOR). Sur la base de l'humidité des sols, nous étudions le potentiel de génération d'indices de sécheresse. Ces indices sont également comparés à des indices traditionnels basés sur les précipitations et la végétation. Cette étude montre que Sentinel-1 est capable de détecter des sécheresses à une résolution sans précédent (1 km).

## SESSION 4 • Episodes de sécheresse et assurance

pour la reconstitution

### Effet du risque de sécheresse sur la productivité céréalière en Tunisie : degré d'adaptation et comportement des agriculteurs pour la gestion de ce risque

**SAMIR BEN ALI**

[benali.samir17@gmail.com](mailto:benali.samir17@gmail.com)

Bureau d'études Agroservices,  
Tunisie

Le risque de sécheresse prend de plus en plus d'ampleur durant les dernières années avec le phénomène du changement climatique. Ses effets sur la productivité des cultures en secs, notamment la céréaliculture, sont remarquables. L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets de ce risque sur les rendements des différentes cultures céréalières en Tunisie et d'apprécier le degré d'adaptation des producteurs et l'évolution de leur comportement pour la gestion de ce risque.

Une enquête par questionnaire a été menée sur un échantillon représentatif des céréaliculteurs implantés dans les régions de Jendouba, Siliana et Zaghuan

historique des données sur l'évolution des rendements et des comportements des agriculteurs sur la période 1995-2023.

Les résultats ont montré que les effets du risque de sécheresse se sont accentués durant les dernières années avec l'enregistrement des niveaux de rendements extrêmement bas durant les années de sécheresse. En effet, pour la période 2015-2023, les rendements obtenus durant une année sèche n'ont pas dépassé 1,6 qtx/ha pour le blé dur et 1 qt/ha pour l'orge contre 8qtx/ha pour ces deux cultures durant les périodes 1995-2004 et 2005-2014.

S'agissant de l'adaptation des agriculteurs, les résultats ont montré une proportion grandissante des agriculteurs qui ont eu recours à l'adaptation des techniques culturales et aux polices d'assurance. Quant à leurs comportements par rapport au suivi du risque de sécheresse, les résultats ont montré que seule la pluviométrie bénéficie d'un suivi élargi avec un taux avoisinant 86%, mais que l'utilisation de ces informations pour la prise de décision d'emblavure des céréales demeure très faible avec un taux ne dépassant pas 8% et ce, en raison de l'horizon de court terme de ces prévisions.

## Fonds d'indemnisation des dommages agricoles causés par les calamités naturelles (FIDAC)

### Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche Maritime, Tunisie

Face à une vulnérabilité croissante du secteur agricole dus aux aléas climatiques, le ministère de l'agriculture a mis en place à partir de 2018 le Fonds d'indemnisation des dommages agricoles dus aux calamités (catastrophes) naturelles (FIDAC). Suite à un appel d'offre « la caisse tunisienne d'assurance mutuelles agricoles (CTAMA) » est l'assurance chargé de la gestion du dit fonds. Le FIDAC est un véritable filet de sécurité pour les divers acteurs du secteur agricole et de la pêche compte tenu de l'ampleur des répercussions négatives des changements climatiques sur la production. Le FIDAC couvre les dégâts causés par les catastrophes naturelles telles que la sécheresse, les inondations, les tempêtes, le vent, la neige et la gelée, en outre ce

fonds est un mécanisme d'assurance complémentaire qui couvre les dommages qui ne sont pas inclus dans le champ d'intervention de l'assurance conventionnelle qui couvre uniquement l'incendie et la grêle et la mortalité des bétails. Le FIDAC améliore le niveau faible de l'intégration du secteur agricole dans le marché de l'assurance en comparaison aux autres secteurs économiques et joue un rôle important dans l'inclusion financière des agriculteurs, puisqu'il couvre les majeurs risques et menaces liées aux changements climatiques et garantie un revenu décent aux agriculteurs. Les ressources financières du Fonds reposent sur trois sources à savoir :

- Contribution de l'Etat à hauteur de 30 millions de dinars par an,
- Prélèvement parafiscal (un droit solidaire) de 1% sur une certaine catégorie de produits agricoles
- Cotisations des adhérents dont le taux est à l'ordre de 2.5% du coût de la production ou de la valeur du produit déclaré,
- Les dons et les aides internes et externes (nouveau)
- 20 % du FODECAP (nouveau)

Le remboursement des dommages est fixé à 60% du coût de la production ou de la valeur du produit déclaré. Un Comité National des catastrophes naturelles présidé par le ministre de l'agriculture est chargé de superviser le Fonds, composé de 12 membres des différents départements et qui représenté respectivement par le Ministère de l'agriculture (3 membres), le ministère du finance (3membres), l'institut national de la météorologie (1 membre), le centre national de la cartographie et de la télédétection (1 membre) et l'Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche (3 membres). La méthodologie d'identifier les principales zones de culture affectée par la sécheresse sont :

- L'indice **(NDVI)** qui permette de générer une image prise par les satellites « sentinel 2 » affichant la couverture végétale
- L'Indice de précipitations **(SPI)**
- Les Rapports élaborés par les comités régionaux.

Les fondements juridiques du Fonds d'indemnisation des dommages agricoles causés par les catastrophes naturelles :

- **Article 17 de la loi n° 66 du 18 décembre 2017** relative à la loi de finances pour l'année 2018.
- **Décret gouvernemental n° 729 du 16 août 2018**, fixant la liste des produits soumis à la taxe de solidarité employés au profit du Fonds d'indemnisation des

dommages agricoles liés aux catastrophes naturelles.

- **Décret gouvernemental n° 821 du 09 septembre 2018**, relatif aux interventions du Fonds d'indemnisation des dommages agricoles liés aux catastrophes naturelles, ses modalités de gestion et les conditions de ses interventions.
- **Décret gouvernemental n° 822 du 09 octobre 2018**, fixant la contribution des déclarants au fonds d'indemnisation des dommages agricoles liés aux catastrophes naturelles et les critères de leur calcul.

Suite aux récurrences des années de sécheresse et dans le but d'assurer la continuité de l'indemnisation et d'honorer l'engagement à l'égard des adhérents, et pour garantir la pérennité du fonds il est primordial de préserver son équilibre financier via la consolidation des ressources.

# Choix optimal de la stratégie de réassurance

**Mohammed Mnif**

[mohamed.mnif@enit.utm.tn](mailto:mohamed.mnif@enit.utm.tn)

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Université Tunis el Manar, Tunisie.

L'activité de l'assurance consiste à proposer à ses assurés un contrat de garantie visant à les protéger contre d'éventuels risques découlant d'événements imprévus. Cette activité présente un risque, car le montant des sinistres peut potentiellement dépasser les prévisions de l'assureur. Pour mieux gérer ce risque, ce dernier se doit de se protéger en se garantissant lui-même auprès d'une compagnie de réassurance, en partageant le montant des sinistres lorsqu'ils surviennent. Parmi les contrats de réassurance, on trouve le contrat de réassurance proportionnelle en quote-part et le contrat de réassurance non proportionnelle en excédent de sinistres. Dans le premier type de réassurance, l'assureur et le réassureur fixent à l'avance un taux de rétention, déterminant la proportion des risques que l'assureur supportera. Le reste sera transféré au réassureur en échange d'une prime. Dans le second type de

réassurance, l'assureur et le réassureur fixent à l'avance un seuil de rétention au-dessus duquel le réassureur prend en charge les pertes excédentaires. En contrepartie, le réassureur perçoit une prime. Dans cet exposé, nous allons déterminer pour chacun des deux types d'assurance le taux de rétention et le seuil de rétention optimaux en choisissant comme critère la minimisation de la probabilité de défaut de l'assureur. Le modèle que nous proposons repose sur la récupération des montants des sinistres et le nombre de sinistres sur une année. Une fois les données récupérées, nous classifions les sinistres en sinistres attritionnels et sinistres graves. L'étape suivante consiste à déterminer les lois régissant les montants des sinistres pour chaque type, ainsi que des lois régissant les nombres de sinistres pour chaque type. Par la suite, nous simulons des sinistres selon les lois déjà déterminées et estimons le montant cumulé des sinistres net ainsi que le montant des primes net après réassurance. Enfin, la dernière étape consistera à approximer la probabilité de ruine et à déterminer la stratégie optimale de réassurance qui minimise la probabilité de ruine pour chacun des deux types de réassurance.

## SESSION 5 : Plateformes et suivi de la sécheresse climatique

(R20mm), (ii) R10mm, (iii) consecutive

### Ranking and projection of CMIP6 based on Climatic Extremes performance over Central Europe (ESGF-DKRZ portal)

**Dhib Saoussen, Tomas Halenka ,  
Eva Holtanova, Shruti Verma,  
Michal Belda**  
[saoussen.dhib@matfyz.cnu.cz](mailto:saoussen.dhib@matfyz.cnu.cz)

Université Charles de Prague,  
Tchèque

We evaluated CMIP6 Global Climate Models (GCMs) based on their accuracy in replicating the observed mean, spatial correlation, and variability of selected climate extreme indices over Central Europe. We analyzed simulations under four socio-economic scenarios, using two historical periods and two future periods. The study considered three air temperature indices: (i) the number of days with daily maximum temperature over 34 °C (Su34), (ii) Su25, and (iii) the number of tropical nights with daily minimum temperature over 20 °C (TN). Additionally, we analyzed four rainfall indices: (i) number of days with very heavy precipitation over 20 mm

dry days (CDD), and (iv) consecutive wet days (CWD) for precipitation thresholds of 1 mm and 2 mm. Our ranking method assigned scores to the models from 1 to 39 for each climate extreme index based on the evaluation metrics. The total rank for each GCM was determined by summing these scores across all indices and metrics. For far future, the median of the multi-model ensemble (MME) indicates an important increase in the very heavy and heavy precipitation while the number of CWDs shows minimal change. CDDs are projected to increase significantly. There is also a marked rise in the number of summer days and tropical nights, with more pronounced changes in the southern regions of the study area. We selected the top ten models ensemble (BME). For historical periods, the BME showed improved accuracy for the mean of all indices except Su34. For future projections, the BME indicates greater positive changes in very heavy precipitation and CWDs compared to the MME. Conversely, the BME shows smaller changes for Su34 and Su25 indices, particularly for the far future period. Regarding tropical nights, the BME reduces the IQR across all scenarios while maintaining the MME medians.

**Keywords:** CMIP6, extreme indices, evaluation, ranking, projection

## **Developing a Global Climate Services Unit (LCSC) for Assessing Drought and Its Impacts on Food Production and Water Resources**

**Ahmed Kenawy**  
[kenawy@ipe.csic.es](mailto:kenawy@ipe.csic.es)

**Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC,  
Spain**

We provide a preliminary summary of the key achievements of a newly developed climate services unit hosted by the IPE-CSIC in Spain. This Global Climate Services Unit provides a science-based framework for drought assessment and prediction at local, regional, and global scales. It provides policymakers, farmers, and water resource managers with accurate, real-time data using cutting-edge technologies and data analytics. This unit allows for making informed decisions, mitigate risks, and implement effective adaptation strategies. The unit uses cutting-edge techniques and

ground-based observations to forecast and assess droughts using well-established indices like the Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), the Standardized Evapotranspiration Deficit Index (SEDI), and streamflow standardized indices. The unit examines drought conditions, crop water availability to assess agricultural system vulnerabilities and resilience. It helps develop food security and water management strategies. Importantly, the unit enhances climate collaboration through training climate scientists and stakeholders to use the tools and data effectively. Also, the unit works with international organizations, research institutions, and governments to improve regional sharing of best practices and innovative solutions.

## Le pôle de compétitivité de Bizerte : une interface d'échange et de réflexion pour une dynamique collective dans le secteur de l'agroalimentaire

**Leila Douggui**  
[Douggui.leila@polebizerte.com.tn](mailto:Douggui.leila@polebizerte.com.tn)

### Pôle de compétitivité de Bizerte

Le Pôle de Compétitivité de Bizerte, est une société à responsabilité limitée fondée sur le principe du partenariat public-privé. Il a pour mission de développer un écosystème favorable au développement et à la croissance des entreprises du secteur agroalimentaire en ciblant les activités innovantes. Il est le facilitateur-coordonateur du secteur agroalimentaire tunisien et complète les différentes organisations et institutions existantes. Le Pôle repose sur 3 piliers nationaux : 1. Recherche & développement ; 2. Formation ; 3. Production ; l'interaction entre ces 3 éléments favorise la création de synergies, la promotion de l'innovation et l'augmentation de la compétitivité.

De part son positionnement stratégique, le pôle se veut un point d'excellence rassemblant diverses sources de compétences à travers un réseau de partenaires industriels et scientifiques pour un transfert de technologies et de savoir. Le pôle a été co-bénéficiaire et coordinateur d'un Work Package dans cinq pays méditerranéens (Italie, Grèce, Egypte, Liban, Tunisie) dans le cadre du projet « Agro-clusters locaux pour les produits laitiers typiquement méditerranéens et innovants (Lactimed) » et a géré un budget de 750 000,00 EUR. Le Pôle est chef de file au « Projet collaboratif pour le développement de la filière artichaut dans le gouvernorat de Bizerte », il gère un budget de 500 000,00 EUR. Le pôle a animé plusieurs Journées techniques sur la filière céréalière, d'envergure nationale et internationale. Le dernier en 2016 a organisé avec le Syndicat des Agriculteurs de Tunisie et en collaboration avec la Plateforme Blé Dur en France un Séminaire Franco-Tunisien « Mobiliser les savoirs pour un développement durable des filières blé dur en Méditerranée ». Développer la coopération euro-méditerranéenne en matière de recherche, de formation et de développement autour de thèmes stratégiques pour la filière blé dur tel que le suivi de la sécheresse est une des priorités stratégiques du Pôle.

# **RESUMES DES TUTORIAUX**

## MERCREDI, 18 SEPTEMBRE 2024

14:00 – 17:00

---

1/ Regional climate model exercise with RegCM: impact of urban land-surface on meteorology. **Peter HUSZAR, Université Charles de Prague, Tchèque**.....19

2/ Archetypal Analysis & Application to drought identification. **Abdelwaheb HANNACHI, Université de Stockholm, Suède**.....20

## Jeudi, 19 SEPTEMBRE 2024

13:00 – 16:00

3/ Produits d'humidité des sols par télédétection active micro-onde pour la surveillance de la sécheresse. **Samuel MASSART, Université de Vienne, Autriche**.....21

4/ Climate indices: Significance, opportunities, and challenges. **Ahmed KENAWY, Instituto Pirenaico de Ecología, Spain**.....22

# Regional climate model exercise with RegCM: impact of urban land- surface on meteorology.

**Peter HUSZAR,**  
[peter.huszar@matfyz.cuni.cz](mailto:peter.huszar@matfyz.cuni.cz)

Université Charles de Prague,  
Tchègue

The tutorial aims to introduce the RegCM regional climate model and its implementation for the study of the effects of urban land-surface on meteorological (climate) conditions over Tunisia and in general middle Mediterranean region for a selected summer. The tutorial covers the whole modelling chain from the necessary preparatory works for successful installing the model ending with the actual running the model and performing basic analysis of the results. Namely we will cover: 1. obtaining the model code and installing the prerequisites (e.g. netcdf libraries), 2. compiling the model source code, 3. setting up the model domain, 4. preparing the boundary conditions and land-

surface data, 5. running the model simulations, 6. basic analysis of the results (using tools as cdo, nco, ncvview etc.). Within step 5., two simulations will be carried out: one with urban land-surface considered and one replacing urban land-surface with rural one. This enables us to calculate the urban impact as the difference of the corresponding simulations.

# Archetypal Analysis & Application to drought identification

**Abdelwaheb HANNACHI**

[a.hannachi@misu.su.se](mailto:a.hannachi@misu.su.se)

Université de Stockholm, Suède

This talk presents a relatively new method of machine learning dealing with extremes in high-dimensional spaces. Archetypal analysis finds corners in the sample space summarizing the data characteristics. The method will be presented and application in various fields of science discussed.

# Produits d'humidité des sols par télédétection active micro-onde pour la surveillance de la sécheresse

**Samuel Massart**

[samuel.massart@geo.tuwien.ac.at](mailto:samuel.massart@geo.tuwien.ac.at)

Université de Vienne, Autriche

Ce tutorial/séminaire offre un aperçu du potentiel de produits d'humidité des sols par télédétection active micro-onde. Le tutoriel passe en revue les différents produits et leurs spécificités. Dans un deuxième temps, une liste d'applications est décrite pour lesquels les produits peuvent être utilisés: tels que la génération d'indices de sécheresse, la cartographie d'inondation, l'estimation de rendement agricole, d'irrigation et de précipitation. Le séminaire se concentrera particulièrement sur la génération d'indices de sécheresses et montrera le potentiel et les difficultés relatives à la génération de ce type d'indices.

# Climate indices: Significance, opportunities, and challenges

**Ahmed KENAWY**  
[kenawy@ipe.csic.es](mailto:kenawy@ipe.csic.es)

Instituto Pirenaico de Ecología,  
CSIC, Spain

Climate indices are valuable tools for the comprehension and monitoring of numerous components of the Earth's climate system. These indices, which are derived from meteorological and oceanographic data, provide invaluable insights into climate variability, trends, and extreme events. The objective of this tutorial is to offer a thorough examination of climate indices, with a focus on their importance in climate science, their applications in policy-making, and the implications for a variety of sectors, including agriculture, water resources, and disaster management. The tutorial will initially investigate the fundamental concepts that underlie climate indices, such as the methods by which they are computed and the types of data that are employed. We will examine the significance of key

indices in the context of global and regional climate patterns. The tutorial will also investigate the opportunities that have been presented by advancements in climate science, including enhanced computational models, improved data collection methods, and increased collaboration among scientific communities. These advancements have the capacity to enhance the precision and dependability of climate indices. Nevertheless, the utilization of climate indices is not without its obstacles. The tutorial will address a variety of topics, including the necessity for localized indices that can more accurately represent regional climate dynamics, the complexity of interpreting indices in a rapidly changing climate, and the quality of data. Participants will have a comprehensive comprehension of the significance of climate indices, the opportunities they offer for the advancement of climate science, and the obstacles that must be surmounted to guarantee their effective application in resolving climate-related issues by the conclusion of the tutorial.