

Proposition de stage Master 2, de 5 à 6 mois en 2024

## Analyse de la dynamique hydrologique de retenues d'eau à partir de données satellite

### Contexte et enjeux généraux

Les retenues à vocation agricole sont des ouvrages artificiels de stockage d'eau de surface ou souterraine, souvent de petite capacité, présentant des surfaces typiquement inférieures à 50 ha. Les fonctions des retenues peuvent être le stockage d'eau pour l'irrigation, le piégeage de sédiments, la recharge des nappes, etc.

Même si ces retenues représentent un volume stocké relativement faible à l'échelle du territoire, elles sont souvent présentées comme une solution possible d'adaptation de l'agriculture à l'aridification croissante. La densité spatiale de retenues dans un territoire donné peut être élevée. L'évaluation du bénéfice des retenues, dans le contexte de changements d'usage de l'eau agricole ou des changements climatiques, nécessite de comprendre leur dynamique hydrologique, c'est-à-dire les processus et flux hydrologiques en jeu lors des phases de remplissage et de récession (baisse des niveaux d'eau). Un des enjeux est de comprendre la diversité de la dynamique hydrologique de retenues dans un même territoire. Le grand nombre et la petite taille de ces ouvrages ne permettant pas de suivre leur dynamique in situ de manière exhaustive, les données de télédétection offrent la possibilité de disposer d'un suivi des surfaces en eau des retenues sur l'ensemble d'un territoire et donc potentiellement de répondre à cet enjeu.

### Contexte spécifique

Nos équipes de recherche étudient deux zones cultivées : le Bassin Versant du Lebna (210 km<sup>2</sup>) en Tunisie et le bassin versant du Berambadi (84 km<sup>2</sup>) en Inde. Le bassin versant du Lebna se caractérise par un climat semi-aride à sub-humide méditerranéen (pluviosité annuelle d'environ 600 mm, évapotranspiration de référence supérieure à 1200 mm) et un système de 12 retenues de surfaces comprises entre 1 ha et 500 ha. Une des retenues est localisée dans le bassin versant de Kamech, un des deux sites de l'observatoire [OMERE](#). Le bassin versant de Berambadi se caractérise par un climat tropical sub-humide à semi-aride (pluviosité annuelle entre 700 et 900 mm) et un réseau de 39 retenues de surfaces comprises entre 0.1 et 46.8 ha. Le bassin appartient à l'observatoire [M-Tropics](#).

Un premier travail réalisé en 2023 s'est attaché à détecter les variations de la surface en eau de quelques retenues dans les 2 sites d'étude sur une période de 6 ans (2017-2023). Ce travail était basé sur l'analyse de séries temporelles de données satellite Sentinel-2 à une résolution spatiale de 10 m à travers six indices spectraux dédiés à la détection des pixels en eau (illustration en Fig. 1).

### Objectifs du stage

Dans ce présent stage, il s'agira d'analyser les phases de récessions entre 2017 et 2023 sur plusieurs retenues sur les 2 sites d'étude (Inde, Tunisie) afin de mettre en évidence et, si possible, quantifier les processus en jeu (évaporation, infiltration, apport de nappe, prélèvement). L'analyse s'appuiera sur des mesures de terrain (mesures de hauteur d'eau) et des surfaces en eau estimées à partir des six indices spectraux issus des données satellite Sentinel-2.

Le travail comprendra deux étapes.

D'abord, la fiabilité des estimations de surface en eau données par chaque indice spectral issues des données Sentinel-2 devra être analysée. Il s'agira notamment de "nettoyer" ces estimations des valeurs aberrantes au regard des conditions météorologiques (pluviométrie) et des variations de retenues proches. Il s'agira ensuite de déterminer si une combinaison de tout ou partie des 6 indices spectraux permet d'apporter une meilleure estimation de la variabilité temporelle de la surface en eau, notamment en phase de récession, que celle estimée à partir d'un seul indice spectral. Pour

cela, le travail bénéficiera de mesures in situ et en continu des niveaux, surface et volume d'eau de la retenue du bassin versant de Kamech (BV Lebna).

La seconde étape du travail portera sur l'analyse hydrologique à proprement parler des phases de récession. Pour chaque retenue, la dynamique de la récession sera quantifiée pour chaque année hydrologique. Puis, pour un territoire donné, les différentes retenues seront comparées. Enfin, les résultats seront interprétés en termes de processus hydrologiques : il s'agira en particulier de déterminer si la récession peut être expliquée seulement par l'évaporation ou si d'autres processus entrent en jeu, en particulier les flux entre la retenue et la nappe.

### Profil recherché

Ingénieur ou Master.

Compétences en hydrologie et programmation informatique (type Matlab, Python ou R), avec un intérêt pour la télédétection. Rigueur, esprit de synthèse, sens de l'organisation. Communication orale et écrite afin de partager les démarches et résultats.

### Modalités d'accueil

Indemnité (selon la réglementation en vigueur en France) : 4.35€/h soit ~600 €/mois.

Durée du stage : 5 à 6 mois en 2024 sans préférence sur la période

Temps de travail : 35h/sem.

Le stagiaire sera accueilli à l'UMR LISAH à Montpellier et sera encadré par Jérôme Molénat (INRAE, LISAH, Montpellier) et Laurent Ruiz (INRAE, Geau, Montpellier), avec le support de Cecile Gomez (IRD, LISAH, Montpellier) et Justin Louis (VIA, Bangalore, Inde).

Le stage s'intègre dans le projet de recherche MonStockDo («Monitoring des Stocks d'eaux Bleues Agricoles en milieu cultivé») financé par le CNES-TOSCA (2023-2024). Il bénéficie également de l'infrastructure et des données du site de Kamech (Tunisie) de l'Observatoire OMERE et du site de Berambadi (Inde) de l'Observatoire M-Tropics.

### Modalité de candidatures

Envoi CV et lettre de motivation à :

laurent.ruiz@inrae.fr / jerome.molenat@inrae.fr / cecile.gomez@ird.fr

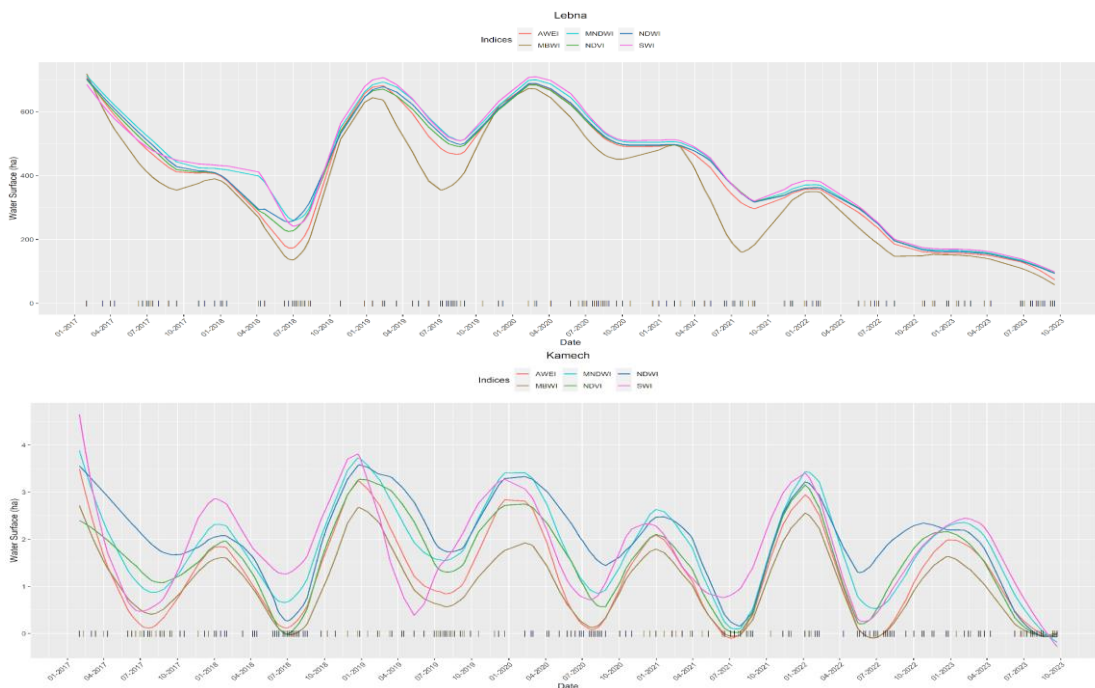


Figure 1 : Chroniques lissées des surfaces en eau (en ha) entre 2017 et 2023, issues d'estimations par télédétection, en utilisant 6 indices spectraux et des données Sentinel-2, sur 2 réservoirs en Tunisie (Lebna, en haut ; Kamech, en bas).