

Avec le soutien de :



# COLLOQUE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

Du 15 au 17 février 2023  
à l'ENSEGID - Bordeaux INP

## MODELES D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE POUR LA PREDICTION DU NIVEAU DES NAPPES

Marjorie BERTRAND, Jean LUCHIER  
IMAGEAU, filiale du groupe SAUR



# EMI, une solution pour préserver les ressources en eau

Une solution numérique couplée à une expertise environnementale



Anticiper les risques de sécheresse pour prendre des actions de sécurisation



Garantir une exploitation durable des ressources en eau et du patrimoine en toute transparence



Maintenir et garantir les capacités de production de vos captages

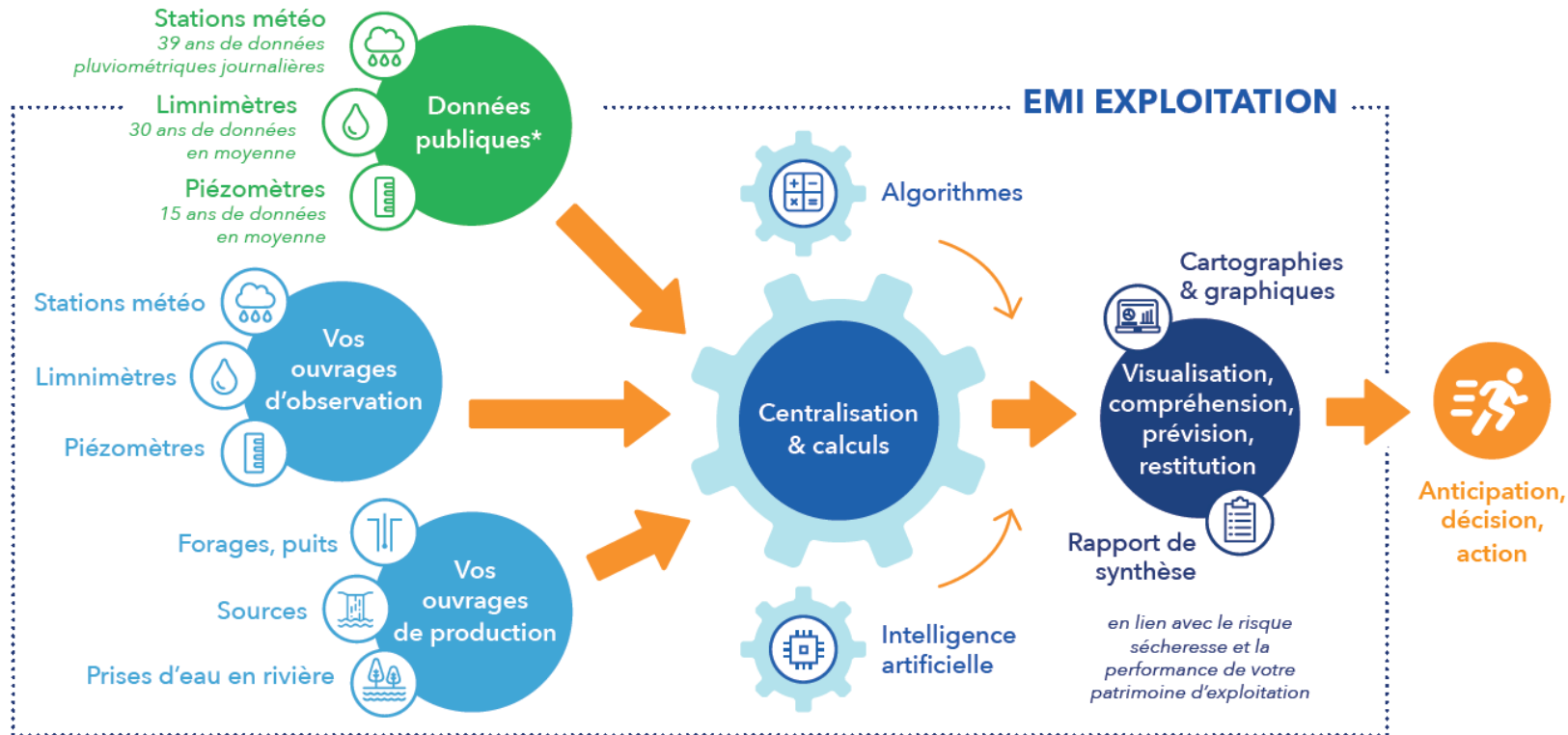


Optimisez vos investissements et réduisez vos coûts liés à votre patrimoine de production d'eau



Faciliter la communication vis-à-vis des administrés et des services de l'Etat

# Comment fonctionne EMI ?



\*Données issues de :



# Objectifs des modèles de prédiction



La prediction  
quotidienne du niveau  
piézométrique pour les  
90 jours à venir

# Le fonctionnement de la prédiction

EMI prédiction est structuré autour d'une pipeline dont les étapes sont :

- ✓ **Feature engineering** : création de features à partir des données collectées et sélection des meilleures variables.
- ✓ **Calibration** et choix des **paramètres optimaux** pour chaque modèle.
- ✓ **Mesure** des **performances** et sélection du modèle le plus performant pour chaque piézomètre.
- ✓ **Mesure** post apprentissage des performances des modèles et réentraînement des modèles.

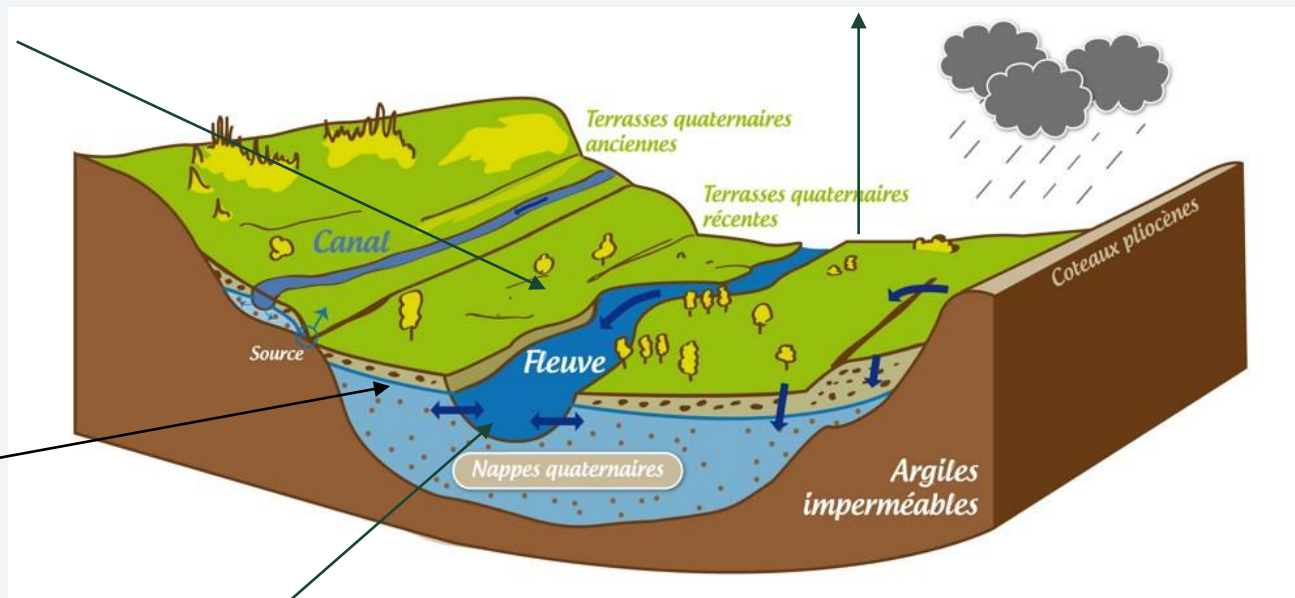


# Feature creation : données d'entrée

Teneur en eau dans les sols

Evaporation

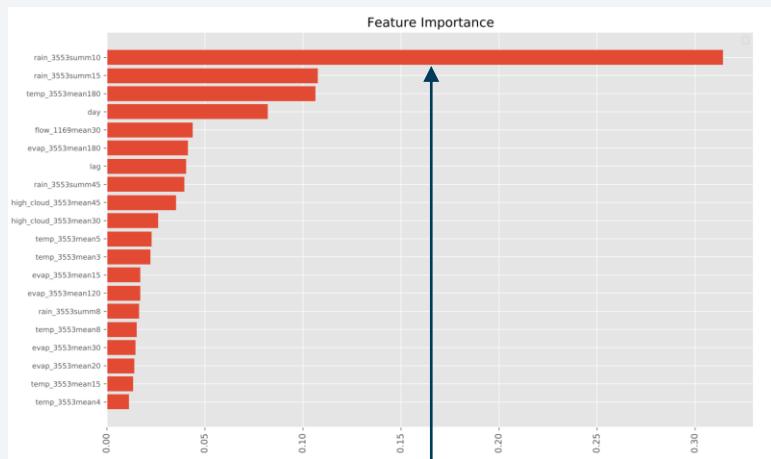
Ensoleillement  
Nébulosité  
Pluviométrie  
Températures. . .



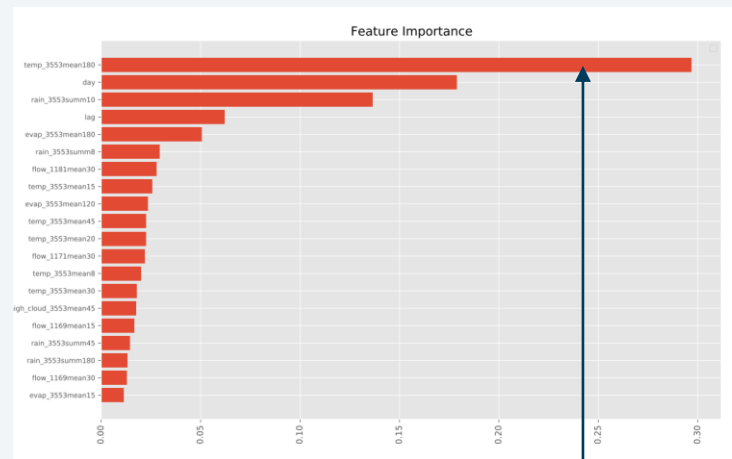
Niveau de la nappe

Débit du cours d'eau

# Feature selection



A J+10 : Cumul de precipitations



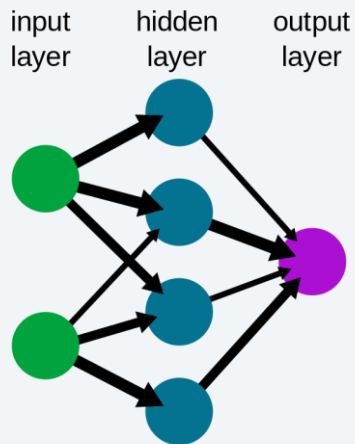
Température

# Modèles d'IA utilisés dans EMI

De J+1 à j+20

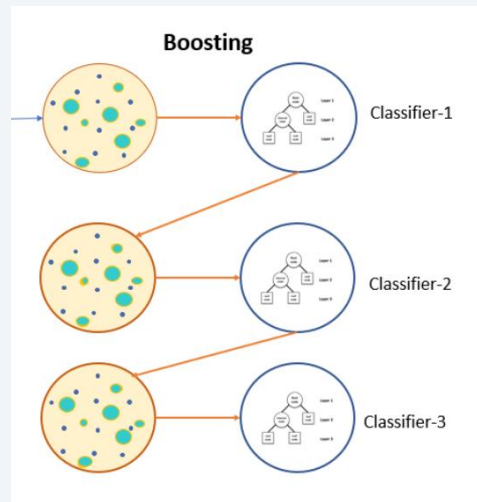
## Réseaux de neurones artificiels

*Technologie inspirée des réseaux de neurones biologiques humains permettant la résolution de problèmes complexes grâce à l'ajustement de coefficients de pondération entre neurones pendant la phase d'apprentissage.*



## Gradient Boosting

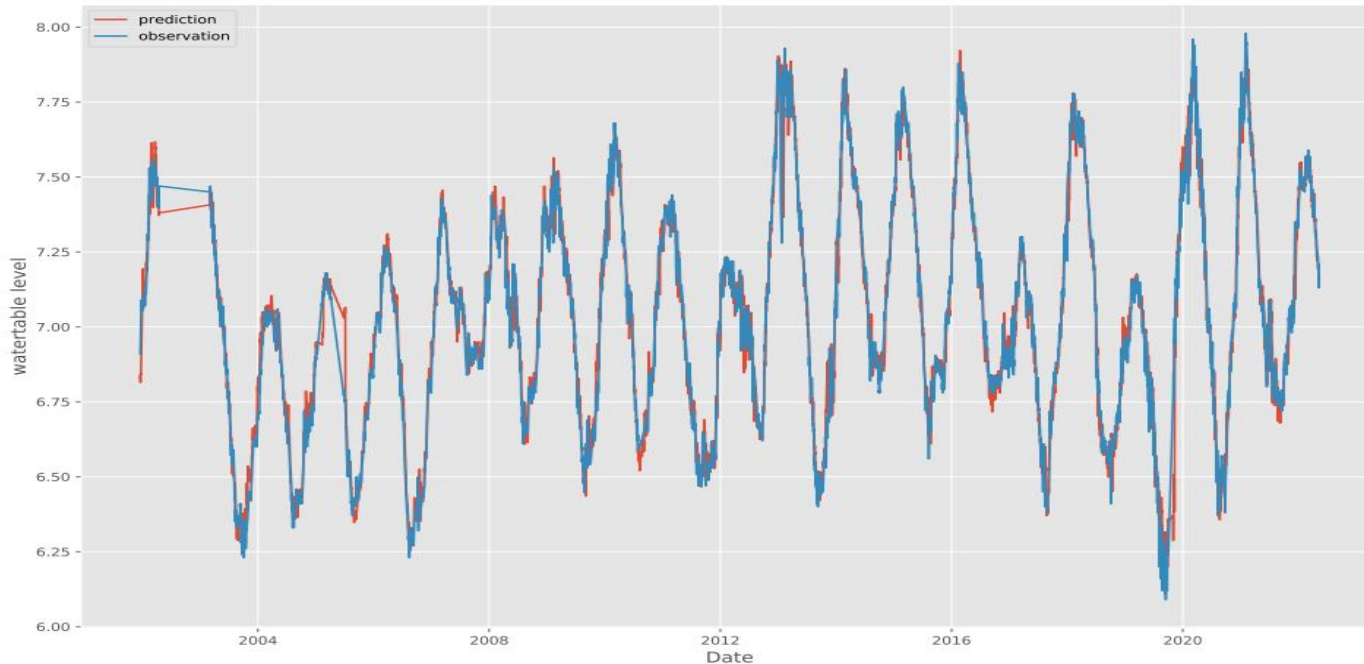
*Algorithme d'apprentissage supervisé dont le principe est de combiner les résultats d'un ensemble de modèles plus simples (arbre de décision) afin de fournir une meilleure prédiction.*





# Modèles d'IA utilisés dans EMI

Exemple de prédiction à J+10



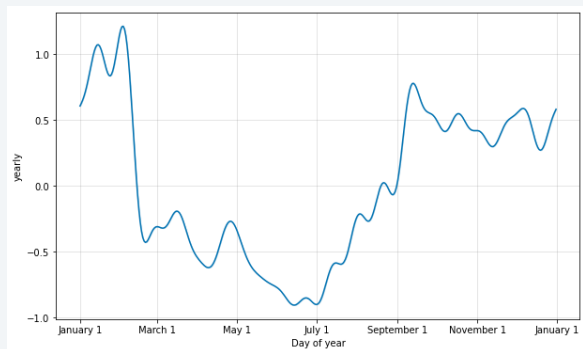
$R^2 = 0.976$

# Modèles d'IA utilisés dans EMI

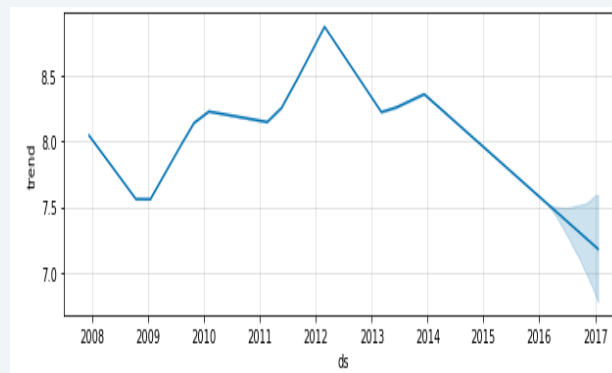
De J+20 à J+90

EMI Prédiction s'appuie sur le modèle Prophet :

- Une technologie de prévision des séries temporelles capable de décomposer ces séries en composantes de tendance et de saisonnalité.
- Robuste aux données manquantes et aux variations de tendances
- Gestion des valeurs aberrantes



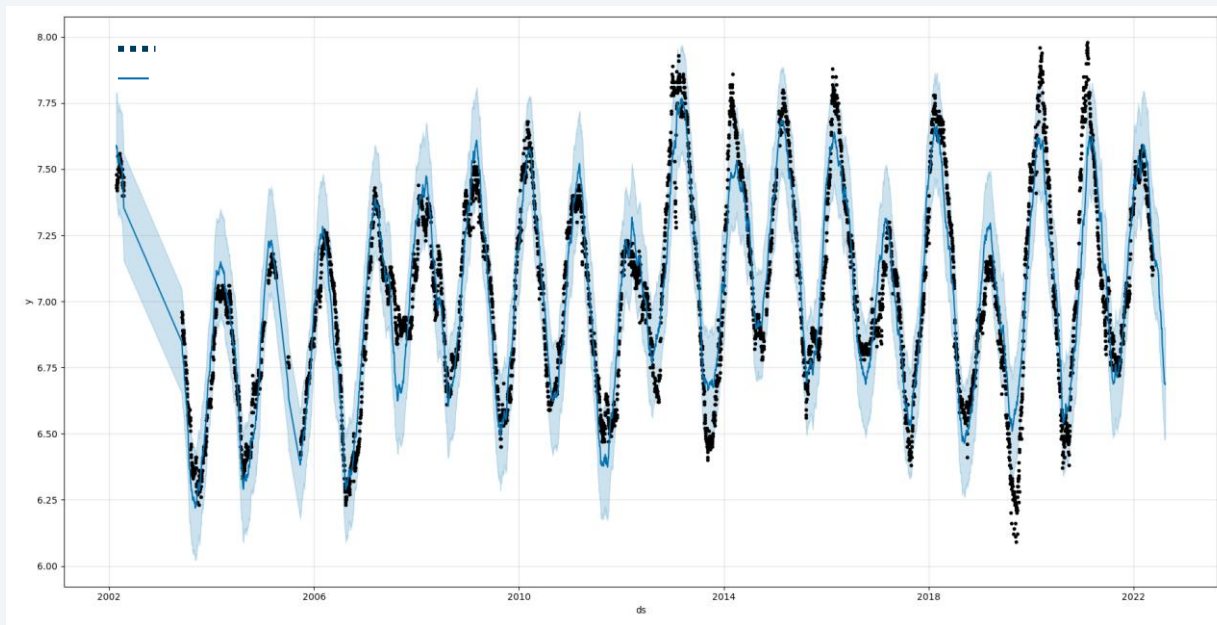
**Composante de saisonnalité**



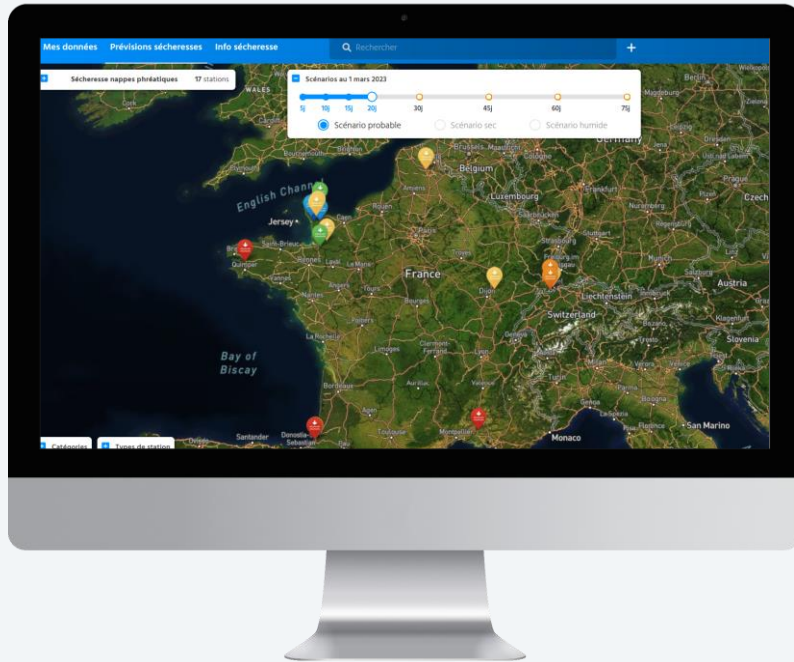
**Composante de tendance**

# Modèles d'IA utilisés dans EMI

Exemple de prédiction J+20 à J+90



# Conclusion



- **20 piézomètres** déployés dans EMI avec la prédiction quotidienne
- **Haute performance** pour les prévisions de 1 à 20 jours
- Des **améliorations nécessaires** pour des prévisions à long terme (couplage avec un modèle hydrogéologique, ...)

# Merci



**Marjorie BERTRAND**  
Hydrogéologue



+33 6 99 01 29 74



[marjorie.bertrand@imageau.com](mailto:marjorie.bertrand@imageau.com)

The logo for Imageau, featuring a stylized 'S' icon composed of horizontal lines in a teal color, followed by the word 'imageau' in a dark blue, sans-serif font.

# imageau

#missionwater