

Et si on pouvait savoir dans 6 mois...
...si les cours d'eaux seront à **sec**

?

Pourquoi PrevizO ?



Diminution du débit des cours d'eau de 10 à 40 % en 2070*



+ 1,1 à 2,2°C pour la température de l'eau de surface d'ici 2070 par rapport à la période de référence (1976-2005)



Baisse de la recharge des nappes souterraines de 25 à 30 % à l'horizon 2070*

SAGECHER
AVAL



Conflits d'usages

Tensions accrues entre agriculture, eau potable, énergie et préservation des milieux.



Changement climatique

Intensification des étiages sévères et augmentation de leur fréquence et durée.



Manque d'anticipation

Les acteurs manquent d'outils prédictifs fiables pour agir avant la crise.



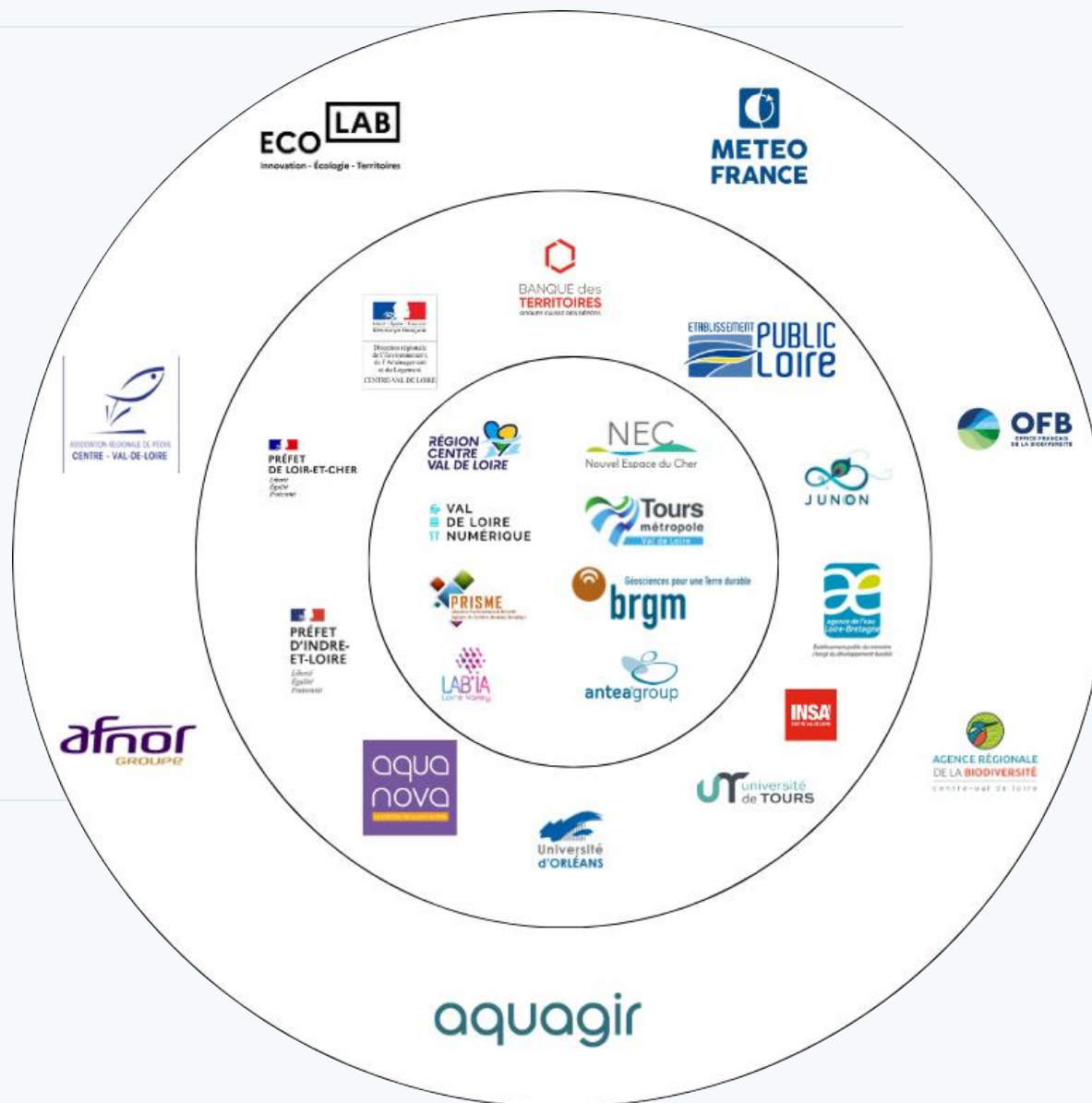
Décisions dans l'urgence

Nécessité de prendre des arrêtés sécheresse rapides, justifiés et concertés.

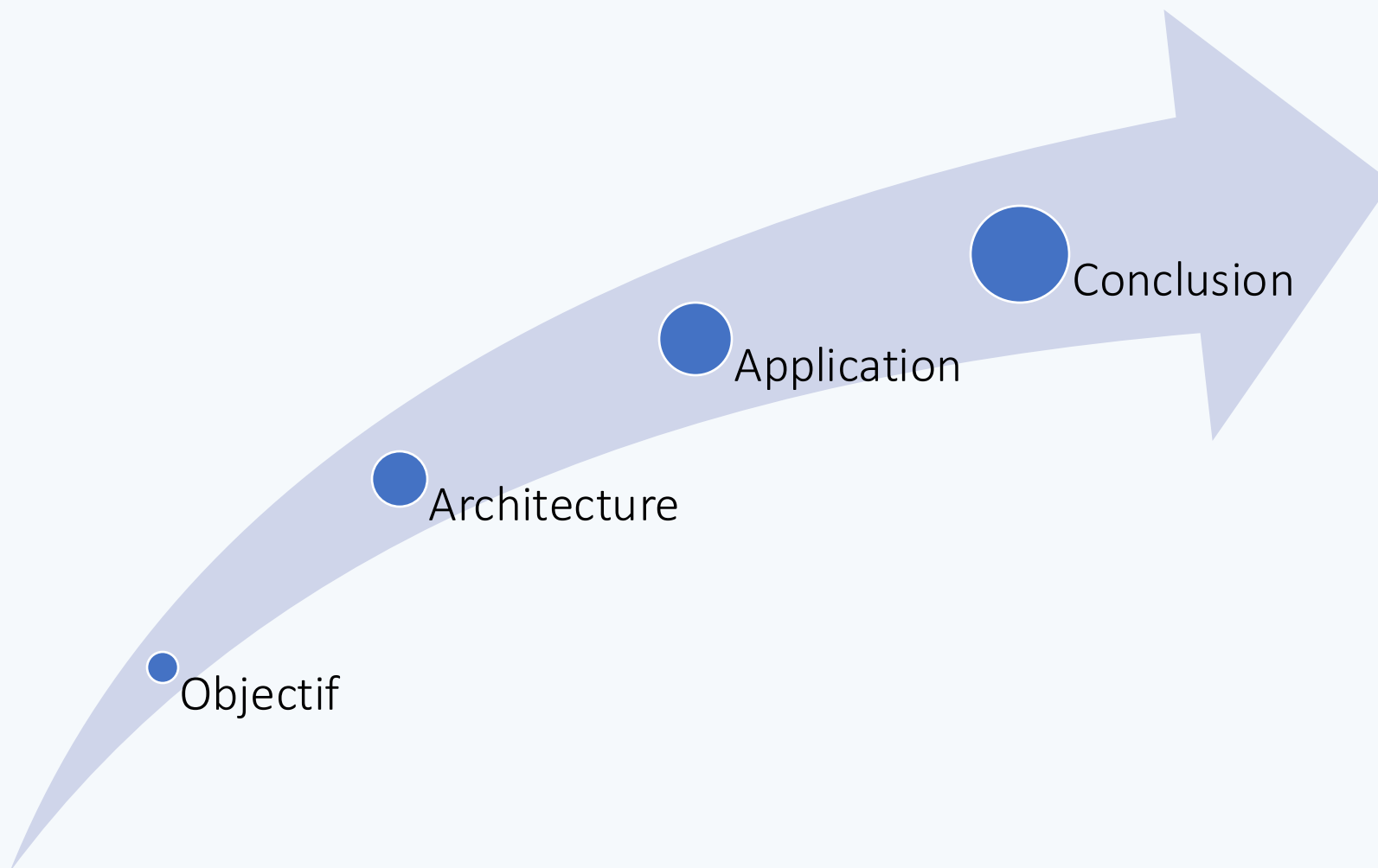
Comment anticiper, coordonner et agir avant la crise ?

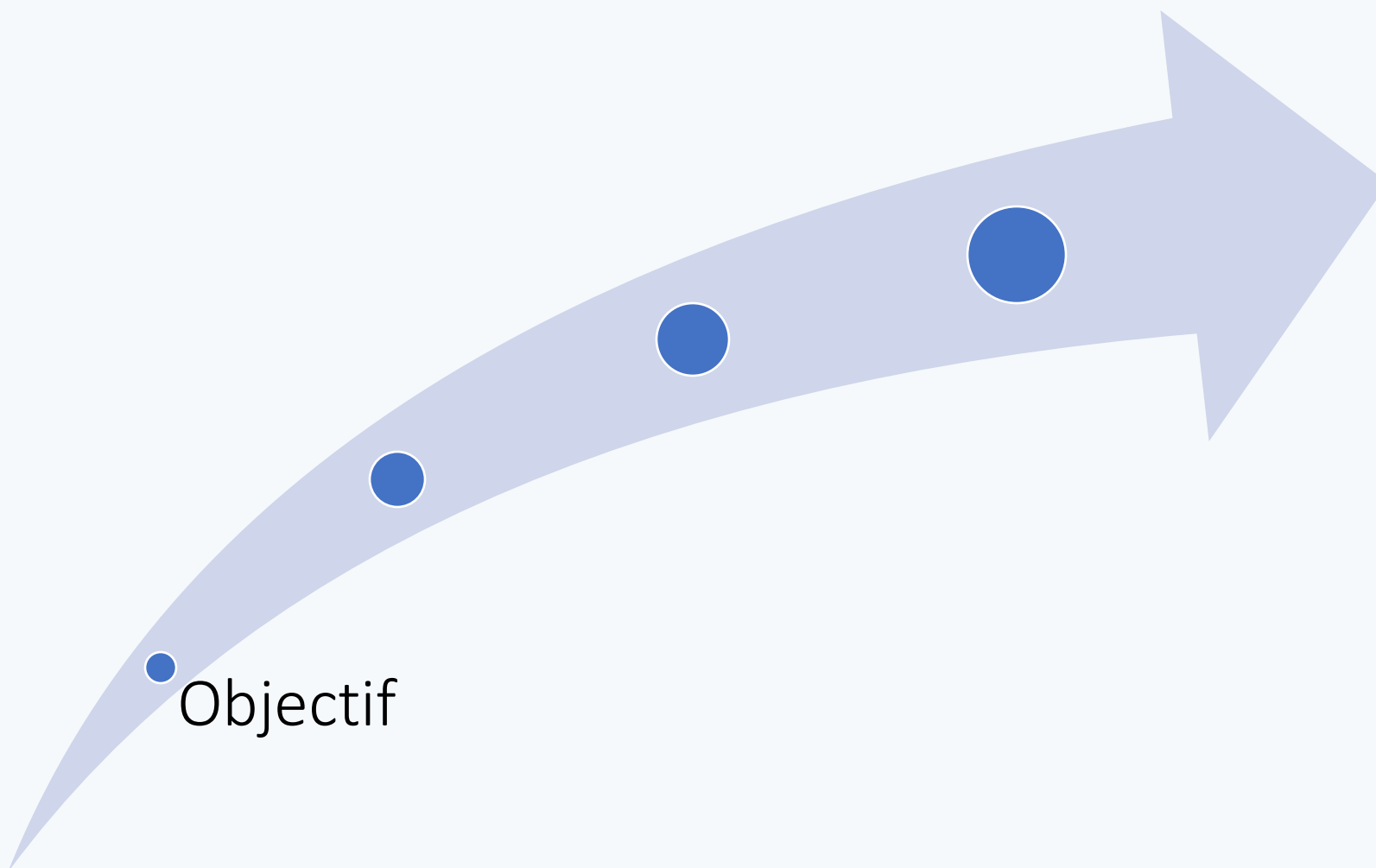


Une gouvernance territoriale



Agenda





Vers une IA frugale pour l'écologie



LAURÉAT DIAT
FRANCE 2030

4 Objectifs opérationnels majeurs



01

Prévision Court Terme

Anticiper les étiages à **15 jours** pour réagir vite.

→ Déclencher les arrêts sécheresse



02

Prévision Moyen Terme

Projeter la disponibilité de la ressource à **6 mois**.

→ Planification stratégique



03

Suivi & Mise à jour

Suivre le débit des rivières en continu et actualiser les études HMUC.

→ Hydrologie, Milieux, Usages, Climat



04

Qualité de l'eau

Prévoir les blooms algaux via l'imagerie satellite et les capteurs in situ.

→ Surveillance sanitaire

Zone Pilote

Le Cher Aval

Un territoire représentatif des défis hydrologiques actuels, choisi pour expérimenter et valider le modèle avant son passage à l'échelle.

Région Centre-Val de Loire

Communication



Visualization

Frugalité & impact environnemental


≈ 0,3 g CO₂e

Empreinte Carbone

par run d'entraînement

✓ **Impact très faible**

C'est moins que l'envoi d'un seul e-mail (4g)



Réduction des variables

Sélection drastique des données d'entrée pertinentes pour limiter le volume de traitement.



Modèles légers & explicables

Privilégier l'efficacité et la transparence algorithmique à la complexité inutile.



Sobriété computationnelle

Architecture optimisée pour minimiser la consommation de ressources CPU/GPU.



Mesure systématique

Suivi précis de l'impact carbone à chaque étape.

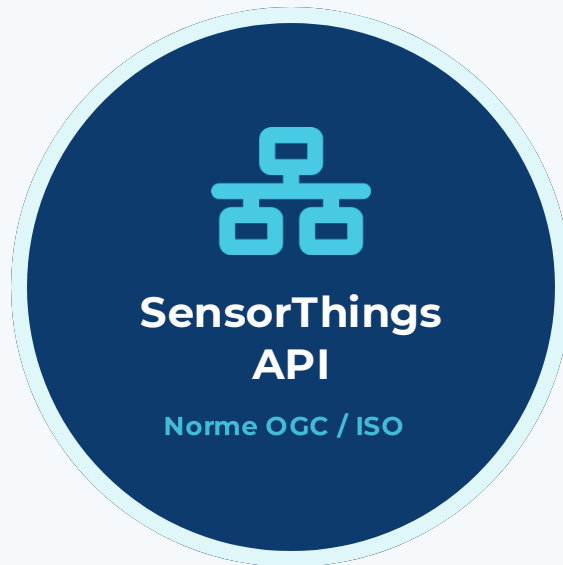


Code Carbon



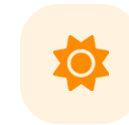
GreenAlgorithms

Interopérabilité & données



Débits des rivières

Suivi hydrologique en temps réel des cours d'eau du bassin.



Météorologie

Précipitations, température et évapotranspiration (ETP).



Piézométrie

Niveaux des nappes souterraines et interactions nappes-rivières.



Qualité de l'eau

Paramètres physico-chimiques et détection de blooms algaux.



Modélisation BPMN

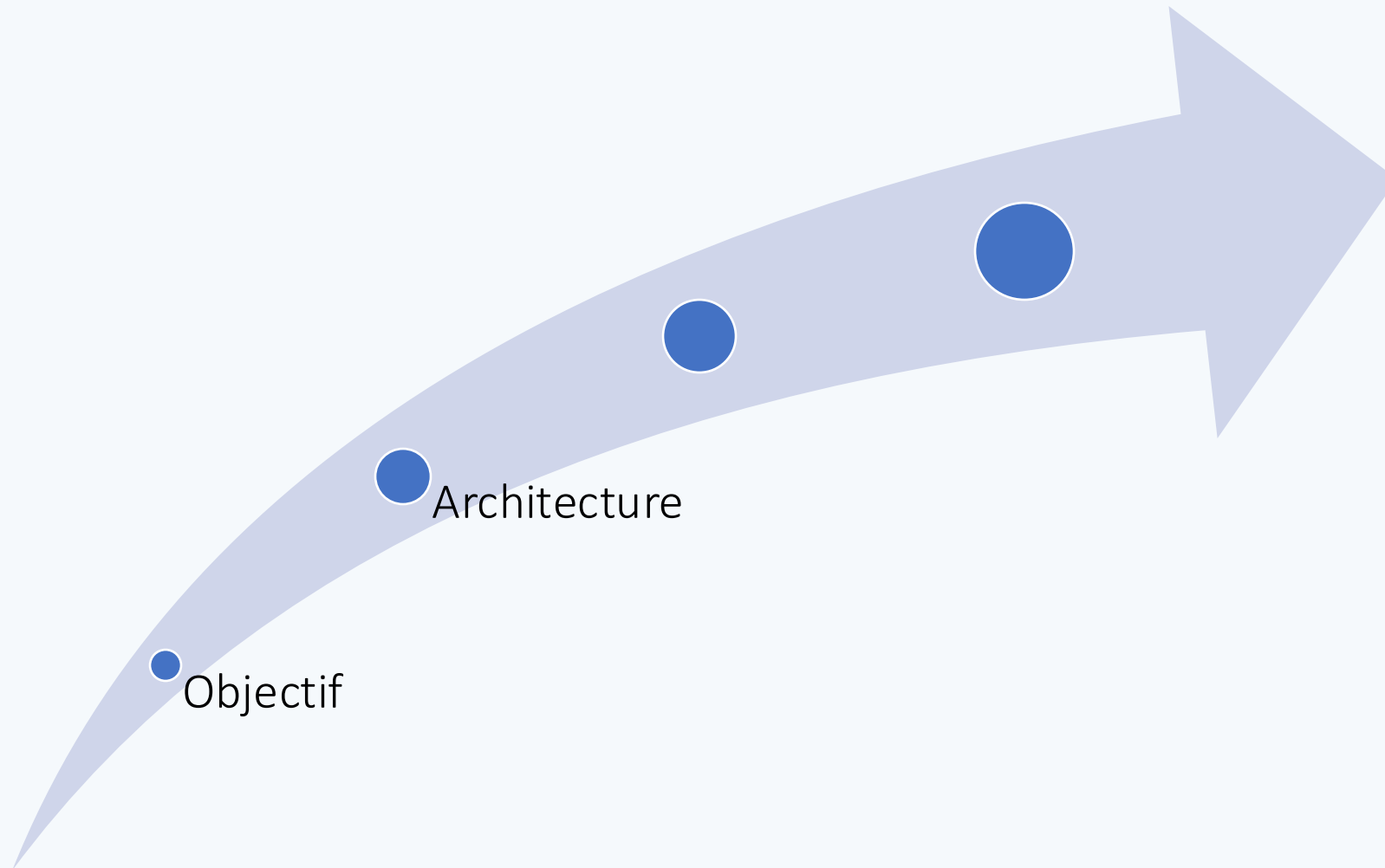
Processus métiers standardisés et documentés



Réplicabilité

Déploiement facilité sur d'autres bassins versants

Agenda



Architecture Hybride & Frugale

Débits simulés par les modèles physiques conceptuels

Entrées Limitées

Approche Frugale



Données Météo



Débits Passés



Données météo + Feature engineering
(Mémoire, Saturation, Saisonnalité)

Cœur Hybride

HYBRIDATION

GR4J

Modèle Hydrologique

Rameau

Modèle
Hydrogéologique



XGBoost

Machine Learning

Prédiction du Log-Ratio d'erreur

$$y = \ln \left(\frac{Q_{obs} + \epsilon}{Q_{GRAJ} + \epsilon} \right)$$



J+15 & M+6

Horizons de Prévision

Correction multiplicative du débit simulé

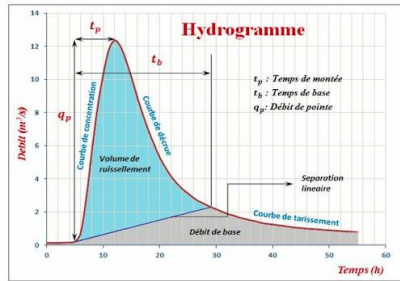


Code Carbon

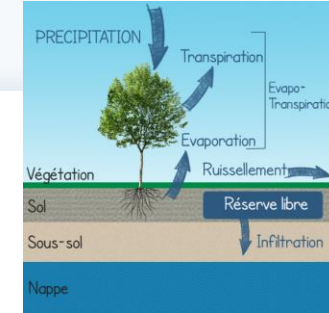
Mesure d'impact CO₂

$$Q_{hybride} = Q_{GRAJ} \times \exp(y).$$

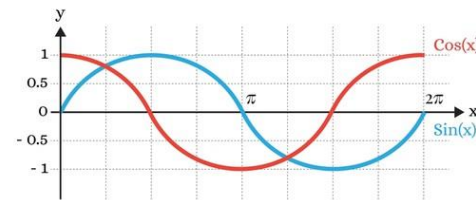
Architecture du couplage IA – Feature engineering



Mémoire hydrologique (Lags) = Simulation de la courbe de tarissement sur 7 et 30 jours.

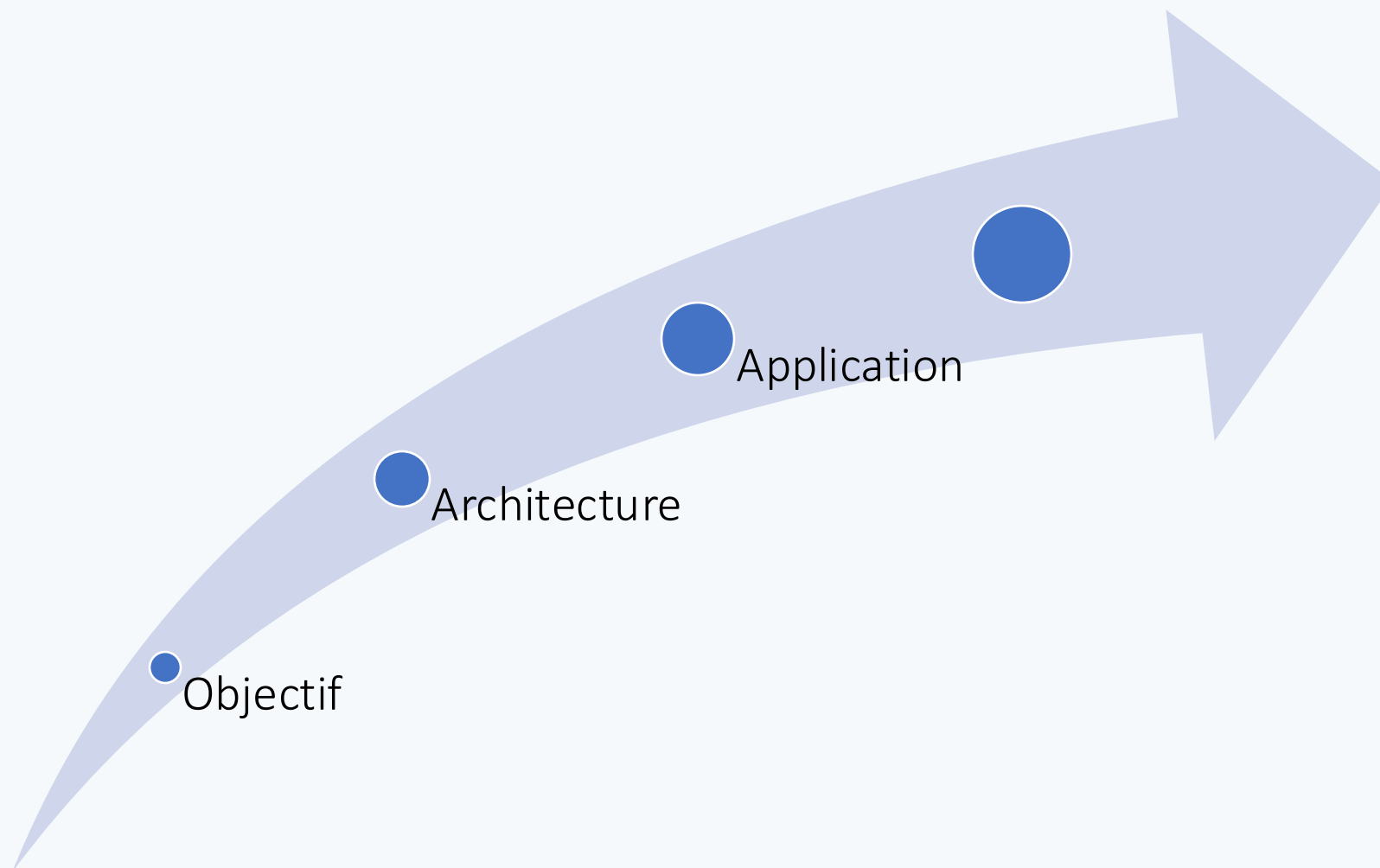


Etat de saturation des sols = Cumuls glissants de précipitation et ETP sur 7, 30 et 90 jours.



Cycle saisonnier = Intégration du cycle de recharge annuel par encodage trigonométrique.

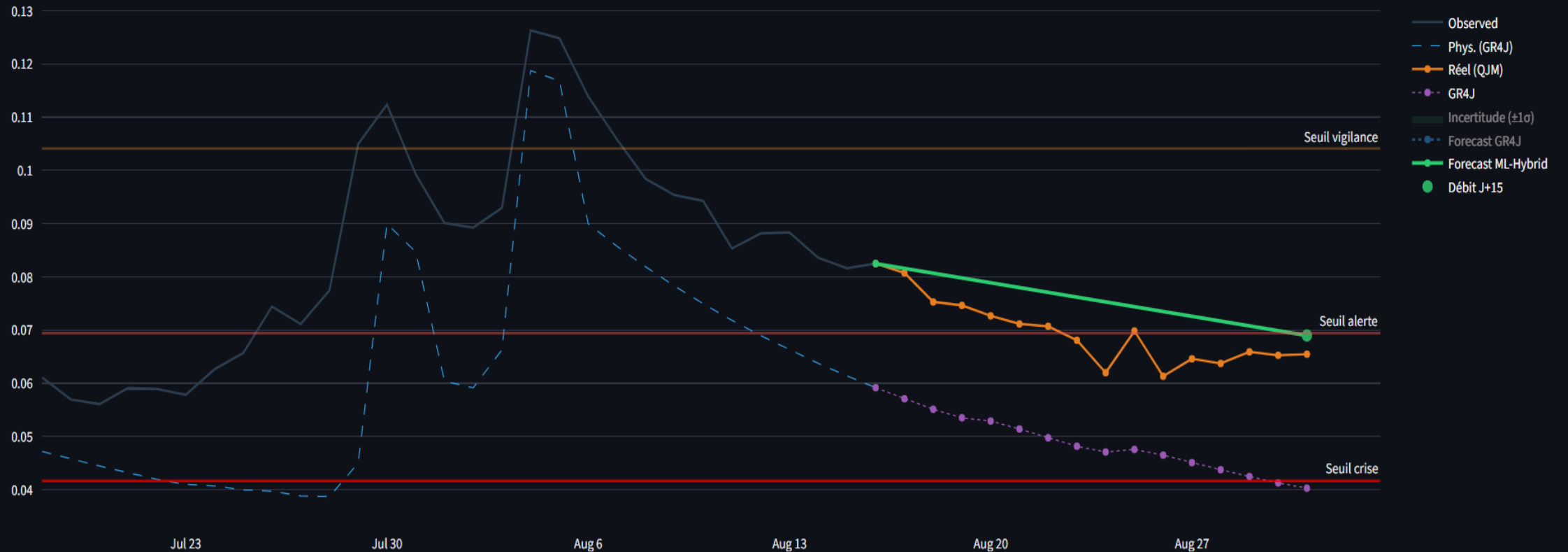
Agenda



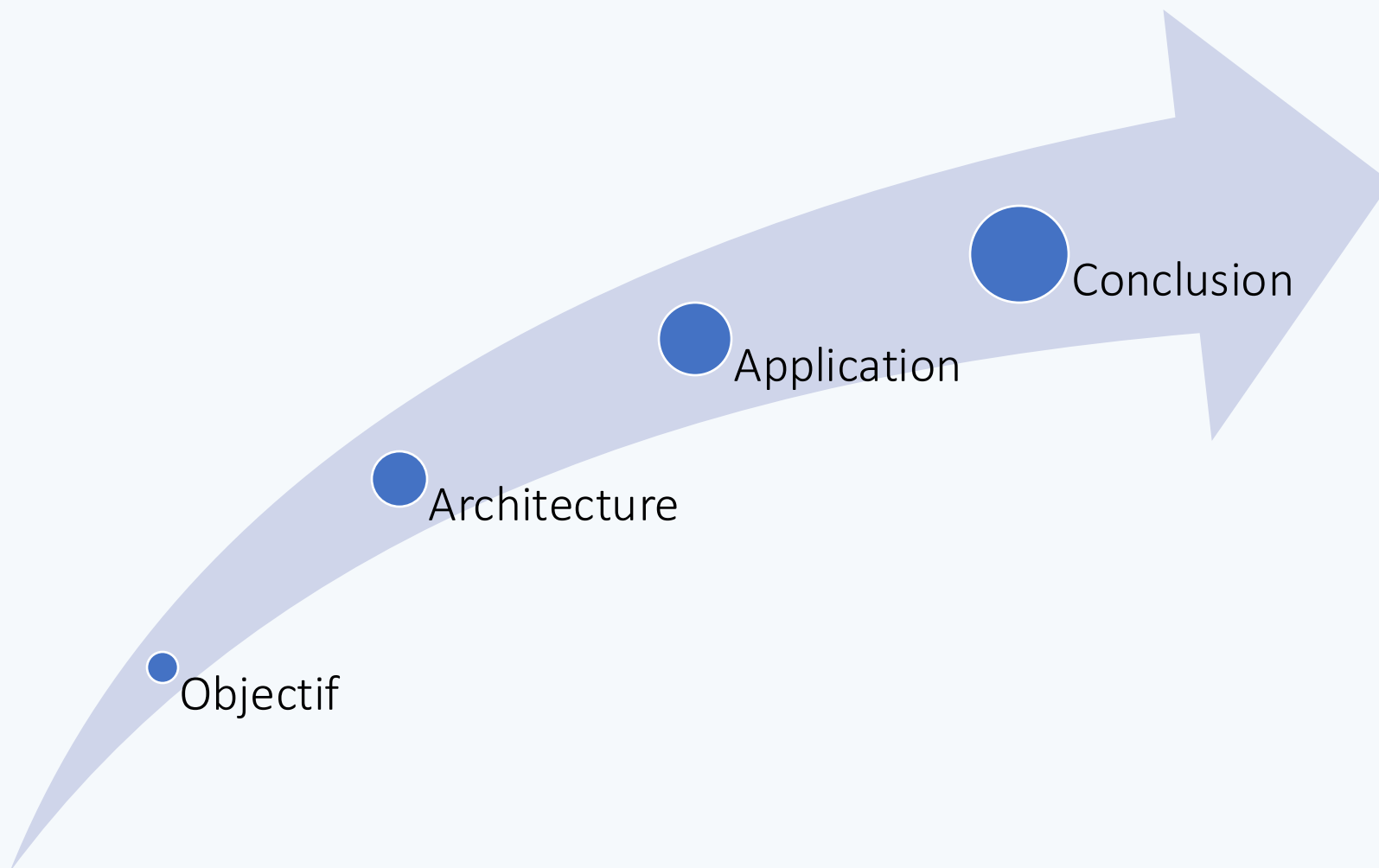
Interface PrevizO : anticiper pour mieux protéger l'eau de demain

Prévision débit à 15j sur la station de l'INDROIS

⚠ ALERTE SÉCHERESSE PRÉVUE ($0.069 < 0.069 \text{ m}^3/\text{s}$)



Agenda



Résultats & Perspectives

Résultats Actuels



Solution Fonctionnelle

Validé

Premiers modèle opérationnel testé et validé sur la zone pilote du Cher aval.



Sobriété Confirmée

Mesuré

Empreinte carbone maîtrisée à **0,3 g CO₂e** par exécution du modèle.



Interopérabilité Totale

Standardisé

Flux de données unifiés via la norme **SensorThings API** (OGC).

Perspectives



Plateforme Ouverte

Creation d'un démonstrateur Open source et explicable



Automatisation MLOps

Déploiement de pipelines frugales pour le ré-entraînement continu.



Nouveaux Bassins

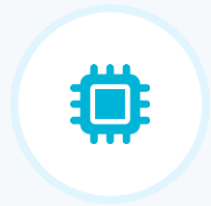
Réplication du modèle sur d'autres territoires hydrologiques.



Simulation d'Aménagements

Intégration de l'impact des ouvrages (retenues, seuils) dans les prédictions.

PrevizO : anticiper pour mieux protéger l'eau de demain



IA
Frugale

+



Données
Ouvertes

+



Gouvernance
Partagée

=



Résilience
Hydrique



Lauréat
Démonstrateurs d'IA pour
les transitions écologique
et énergétique



Amaury Chevalet
Chef de Projet PrevizO –
CR Centre-Val de Loire



amaury.chevalet@centrevaldeloire.fr



Kevin Goupil
Data Scientist –
Lab'IA Technopole d'Orléans



kevin.goupil@tech-orleans.fr



Hugo Breuillard
Data Scientist, PhD –
BRGM



h.breuillard@brgm.fr