

An aerial photograph of a large, curved concrete dam situated in a deep, rocky canyon. The water behind the dam is a vibrant blue. In the foreground, a white stick figure stands in the water with its arms raised. The surrounding cliffs are covered in green vegetation.

**EDF producteur  
d'énergie mais aussi  
gestionnaire de l'eau,  
en veille sur le  
changement  
climatique et ses  
effets**



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE

# Sommaire

- ▶ L'énergie hydraulique en France
- ▶ Impact du changement climatique: comprendre le temps présent
- ▶ Impact du changement climatique: anticiper le futur...
- ▶ L'impact sur la qualité de l'eau: le projet Visi'Eau
- ▶ Conclusions

# L'énergie hydraulique en France

## La production

- ◆ L'énergie hydraulique est la première des énergies renouvelables du Groupe EDF (433 aménagements exploités par EDF Hydro pour une puissance installée totale de 20GW et 10% de la production du Groupe).
- ◆ Hydro = un des piliers d'un mix énergétique bas-carbone : en France métropolitaine les émissions moyennes pour l'hydro sont de l'ordre de 5gCO<sub>2</sub>/kWh.
- ◆ Rôle très important pour l'équilibre du réseau national
- ◆ C'est une énergie « doublement » renouvelable car elle permet l'intégration des ENR intermittentes, comme le solaire et l'éolien.

## La gestion de l'eau

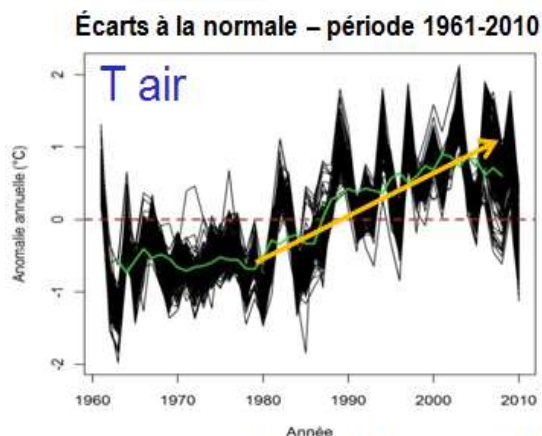
- ◆ EDF est le premier gestionnaire de l'eau en France: stockage de 7,5 milliards de m<sup>3</sup> d'eau, soit 75% des eaux de surface artificielles en France métropolitaine
- ◆ Certains cahiers de charges intègrent le partage de la ressource en eau avec d'autres usages (irrigation notamment): Serre-Ponçon (200 Mm<sup>3</sup> sur les 1000 Mm<sup>3</sup> de réserve utile pour l'irrigation des cultures de la Durance, Puylaurent sur le Chassezac (cofinancements)

## Autres fonctions

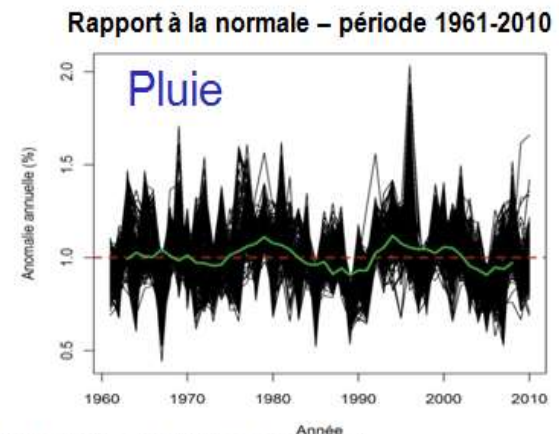
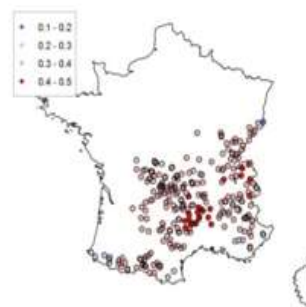
- ◆ Appui à la gestion des crues, développement du tourisme et des loisirs (nautiques, pêche, ...)

# Impact du changement climatique: comprendre le temps présent

- Etude réalisée en 2016 et 2017 par la Direction Technique Générale d'EDF (DTG)
- DTG dispose de séries de pluie, température d'air et débits depuis 1960 sur plus de 300 points de mesure permettant la couverture de l'ensemble des usines du parc hydro d'EDF + modèle hydrologique calé sur différents bassins versants
- Les observations:
  - une tendance nette à la hausse des températures d'air depuis le début des années 1980, similaire à la tendance au niveau mondial attribuée par la communauté des climatologues aux gaz à effet de serre (changement climatique). L'augmentation des températures n'est pas constante durant l'année
  - pas de tendance significative sur les précipitations mais une variabilité basse fréquence que l'on lie à la variabilité naturelle du climat

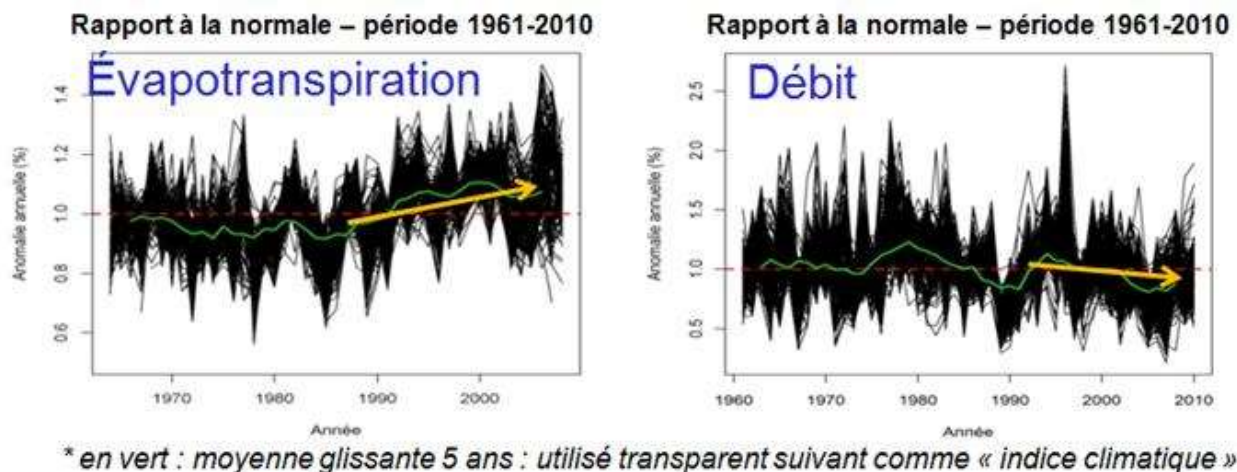


Tendances (°C/10 ans) 1961 - 2010



\* en vert : moyenne glissante 5 ans : utilisé transparent suivant comme « indice climatique »

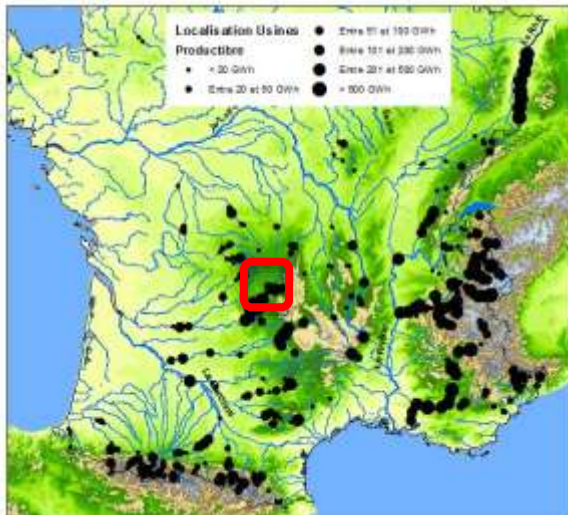
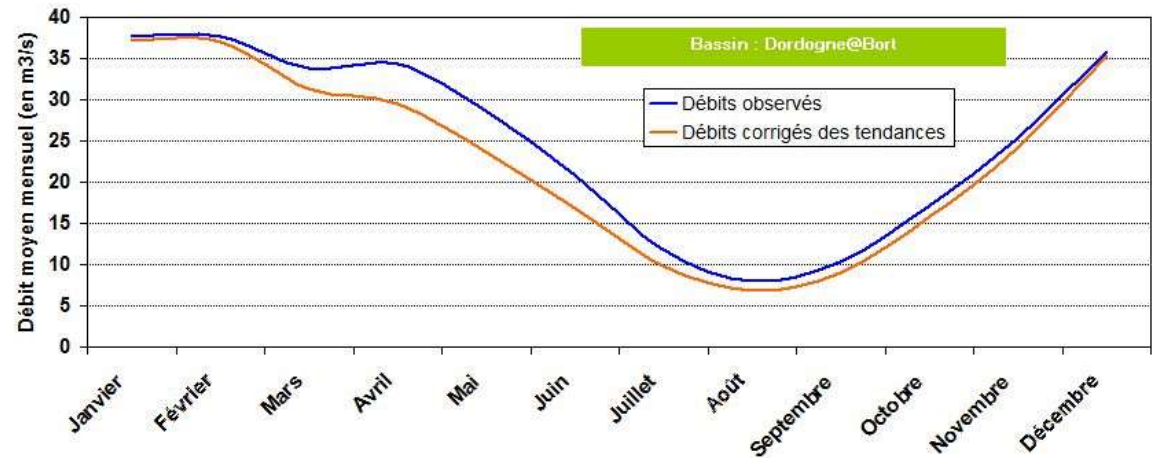
# Impact du changement climatique: comprendre le temps présent



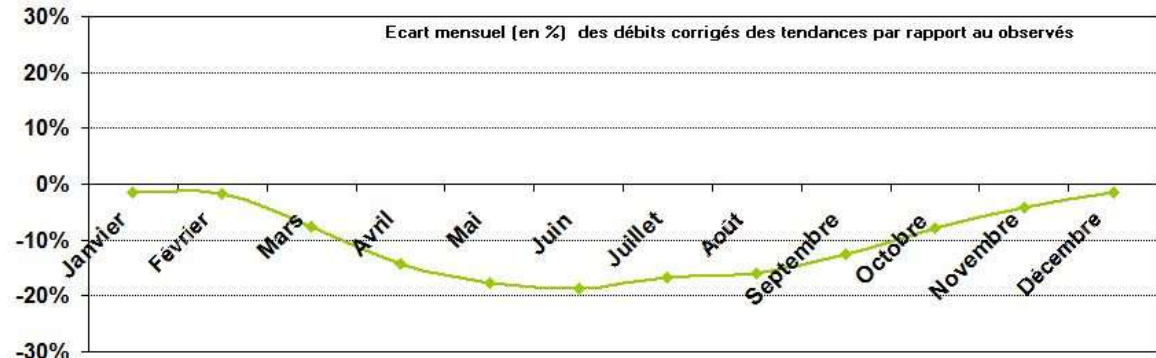
- une augmentation de l'évapotranspiration sur les dernières décennies que l'on lie à l'augmentation des températures,
- une tendance récente à la baisse des débits annuels - en lien direct avec cette augmentation de l'évapotranspiration - mais aussi une variabilité basse fréquence analogue à celle constatée sur les précipitations,
- une avancée de l'onde de fusion pour les bassins d'altitude
- ◆ Application de la méthode des températures redressées: permet de recalculer des historiques de débit « adaptés » au climat présent et des nouveaux productibles pour chacune des usines

# Exemple en régime pluvial: la Dordogne à Bort

- Simulation de l'impact à l'aide du modèle hydrologique Mordor
- Baisse des écoulements au printemps et été (effet augmentation de l'ETR)

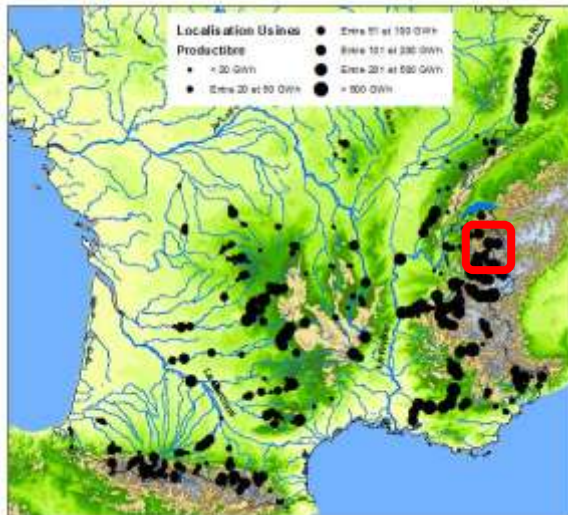
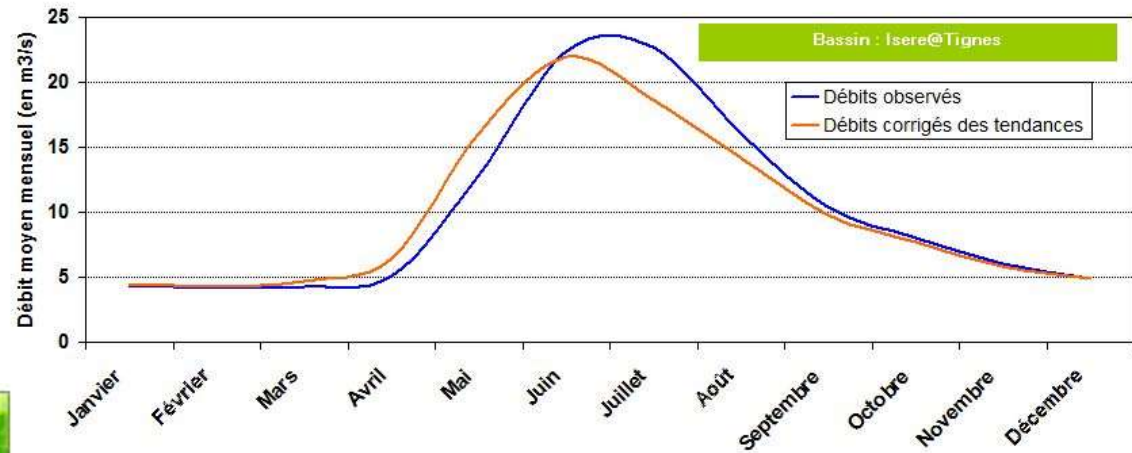


Ecart % scenario Reference	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	ANNEE
Ecart	-1%	-2%	-8%	-14%	-18%	-19%	-17%	-16%	-13%	-8%	-4%	-1%	-8%

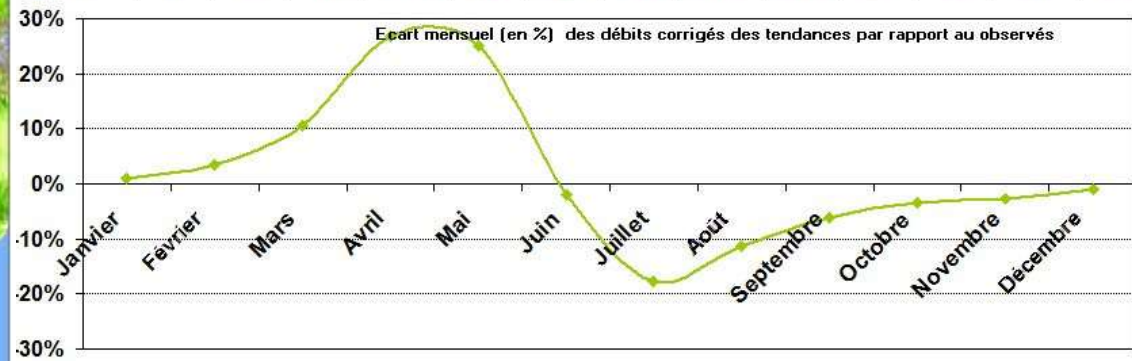


# Exemple en régime nival: l'Isère à Tignes

◆ Décalage de l'onde de fusion



Scenario	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	ANNEE
Ecart	1%	3%	11%	27%	25%	-2%	-18%	-11%	-6%	-3%	-3%	-1%	-2%



# L'hydraulique et le changement climatique

- ▶ Un volume annuel d'écoulement diminué (-4% en moyenne sur la France, sur le parc de production hydraulique): peu d'incidence sur la pluviométrie annuelle mais une augmentation de l'évapotranspiration en lien avec l'augmentation des températures de l'air.
- ▶ Un manteau neigeux moins longtemps présent et une fusion plus précoce, d'ores et déjà constatée, conduisant à une baisse des apports pendant l'été.
- ▶ Des étiages plus marqués, avec des bas débits estivaux pouvant fortement baisser (-30 à -40 %) et qui se maintiennent en automne, et une température de l'eau qui devrait s'élever
- ▶ Une incertitude sur le devenir des précipitations

→ **Modification de la gestion des ouvrages**

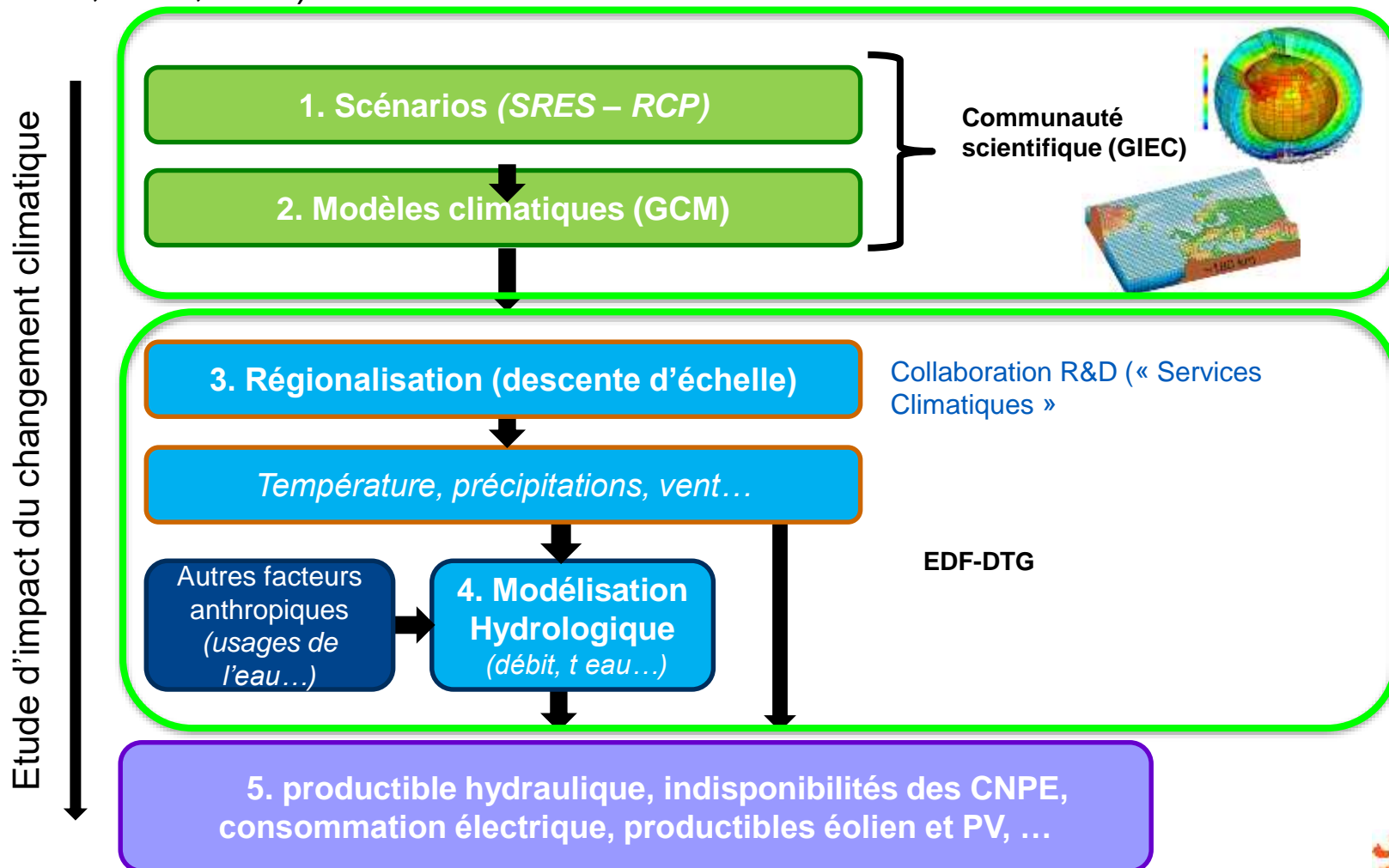


# La gestion opérationnelle

- ▶ Depuis la canicule de 2003: surveillance renforcée des débits sur l'ensemble des sites et prévisions probabilistes à J+8, par des outils et une organisation interne
- ▶ La météo est une donnée stratégique: partenariat historique avec Météo France pour assurer la surveillance des phénomènes météorologiques.
- ▶ Une stratégie de gestion des réservoirs pilotée au niveau national, en fonction des contraintes de l'ensemble du parc de production d'EDF (pilotage des ouvrages très en amont des périodes estivales, intégrant des prévisions d'apport plus faibles)
- ▶ Des échanges permanent et étroit avec les acteurs des territoires et la mise en œuvre de conventions de partenariat pour le multi-usage de l'eau, répondant à un objectif d'ancrage territorial et à une certaine notion de service public: « L'eau est un bien public »

# Impact du changement climatique: anticiper le futur...

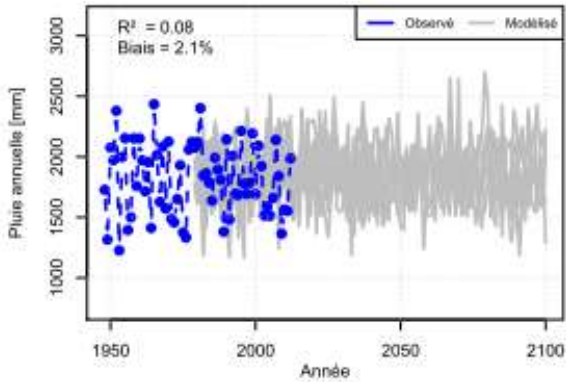
- La modélisation → seule approche pertinente pour le long terme (> 10 ans), c'est l'approche retenue à EDF pour les études prospectives à long terme (2035,2050,2100)



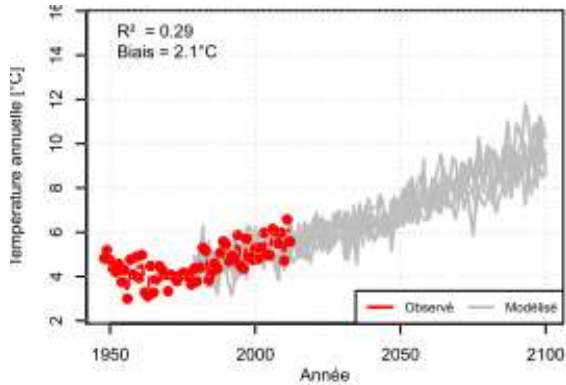
# Exemple: Simulations Maurienne

## Projections RCP8.5)

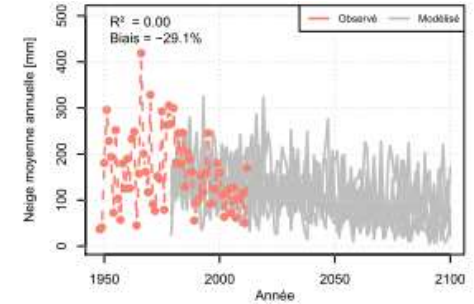
### Précipitations



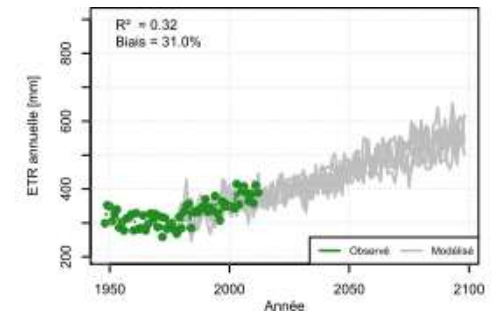
### Températures d'air



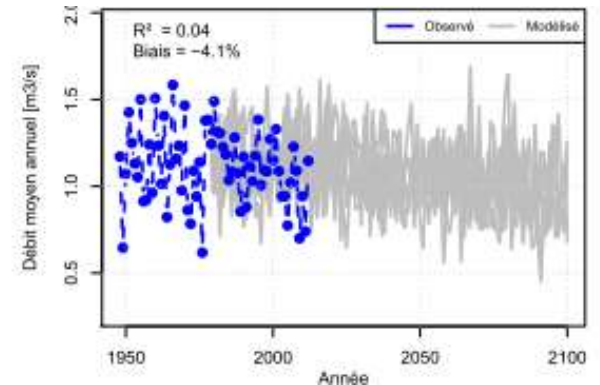
### Enneigement



### Evapo-Transpiration

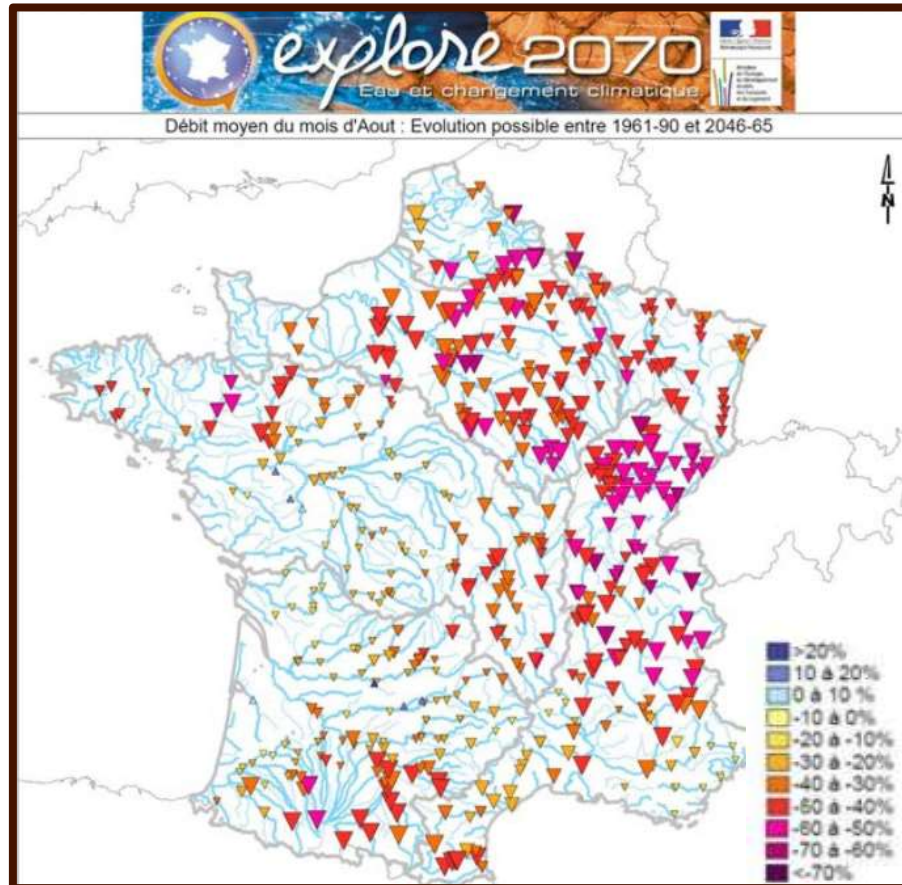


### Débits



# Impact du changement climatique: anticiper le futur...

- ▶ Baisse significative des faibles débits en été...dans la continuité des tendances récentes...



# Impact du changement climatique: le projet

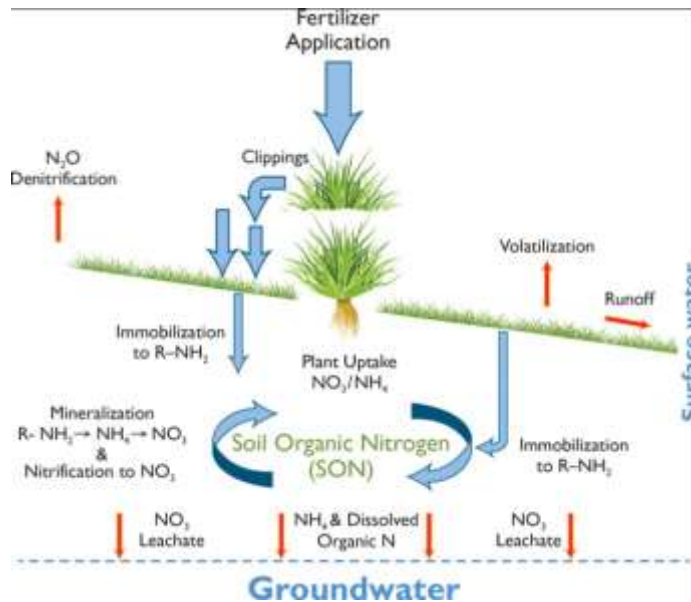


- ◆ **Objectif** : Donner de la VISion sur l'Eau en quantité, en qualité dans le passé, le présent, le futur proche et lointain
- ◆ Processus naturels en interaction avec la sphère anthropique : simuler de manière intégrée l'antropo-hydrosystème
- ◆ Quantité = débit et Qualité = physico / biogéochimie (Teau, Mes, O2, N, P, Phyto, ....)
- ◆ Faire le lien données (souvent non exhaustives) / modèles pour mieux caractériser la ressource spatialement et temporellement : assimilation + lien aux big data en environnement qui émergent en interne EDF et hors EDF (open data)
- ◆ Passé, présent, futur : connaître d'où l'on vient, où l'on est, prévoir où l'on va à court terme (prévision) et projeter à long terme (changement global > climat + société)
- ◆ Domaines d'intervention : Eau douce / Eau salée; Hydrologie / hydraulique / sédimentologie / chimie / biogéochimie / data science / gestion de réservoirs / ... gestion intégrée de la ressource en eau

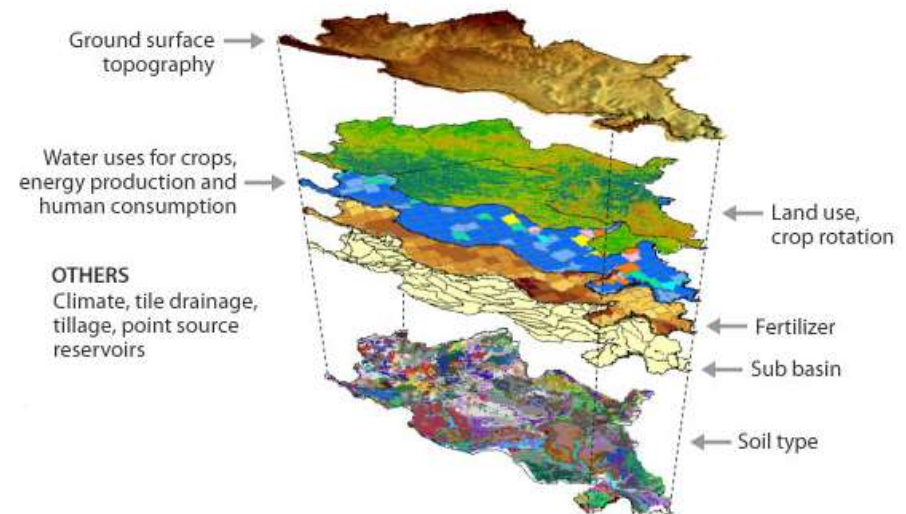
# Impact du changement climatique: le projet



► Besoin d'outils ! → Exploration d'outils « bassin » existants



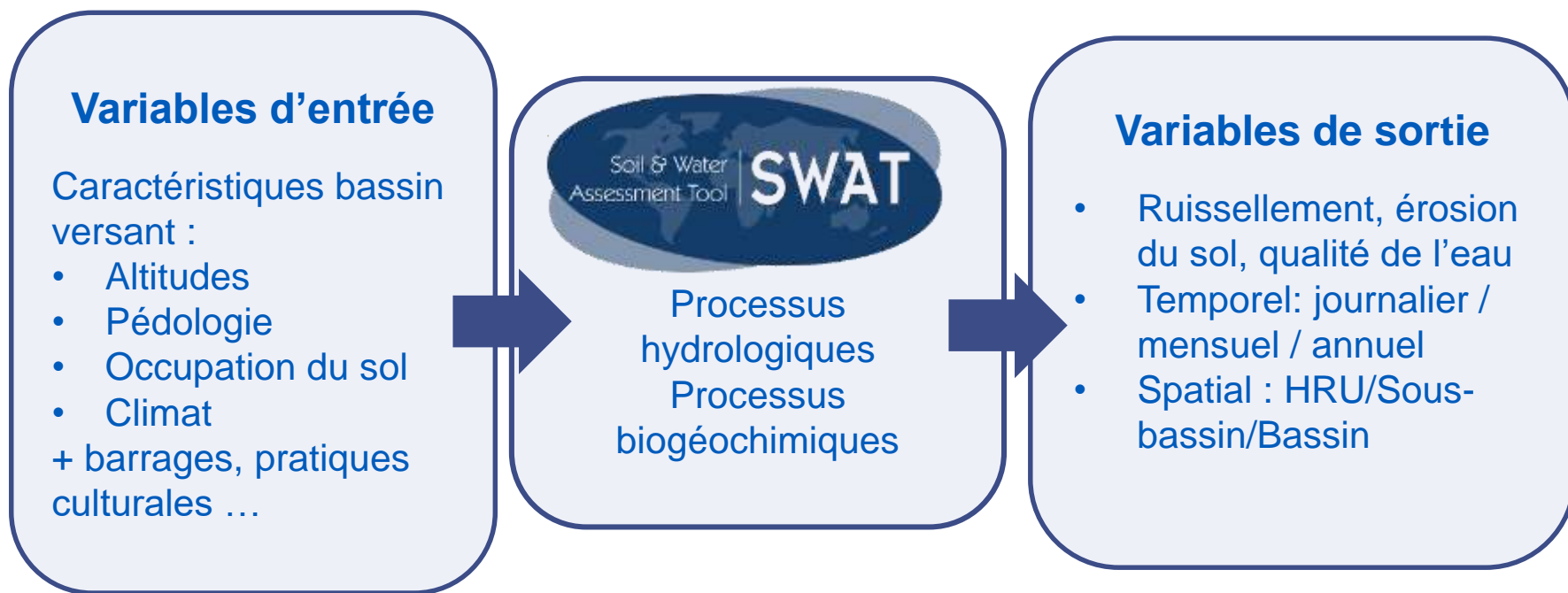
Exemple SWAT (Soil Water Assessment Tool)



**Changement Global : Moins d'eau ? Plus de concentration en nutriments ?  
Evolution des territoires et incidence ? Impacts sur les retenues EDF ?**

# Impact du changement climatique: application au bassin de la Vienne

- Modélisation des dynamiques spatiales et temporelles des stocks et des transferts de flux (eau, MES, nutriments, carbone) dans un bassin versant: une thèse en collaboration EDF R&D – ECOLAB (2020 – 2023)
- Utilisation du modèle SWAT

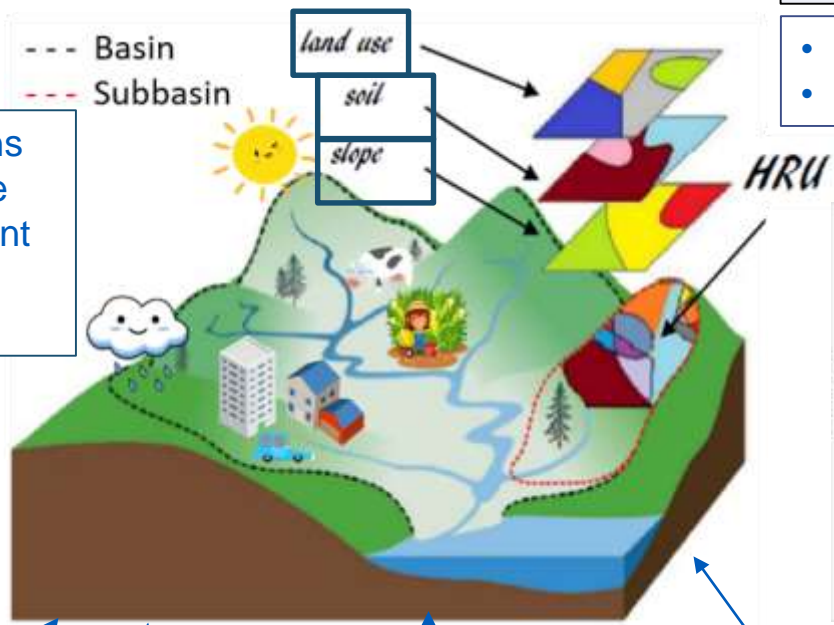


# Impact du changement climatique: application au bassin de la Vienne

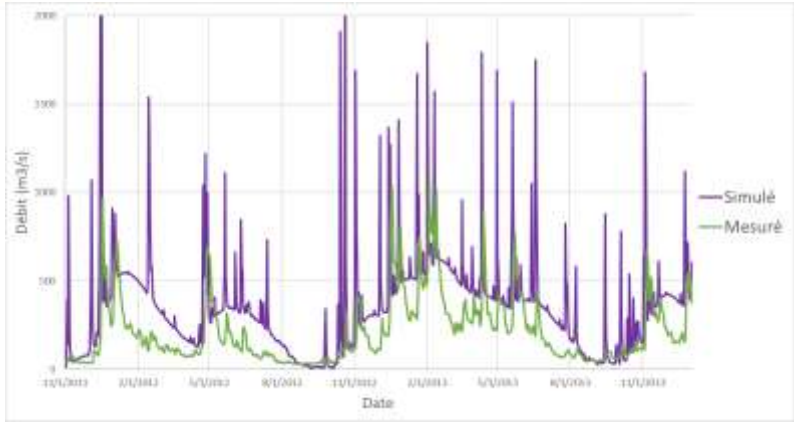
Données d'entrée

Données pour la calibration et validation

Précipitations  
Température  
Rayonnement  
Humidité  
Vent



- Débits
- Qualité de l'eau : concentrations MES, N, C



Débits simulés sans calibration et débits mesurés, à l'exutoire

Pratiques culturelles

Ouvrages hydrauliques

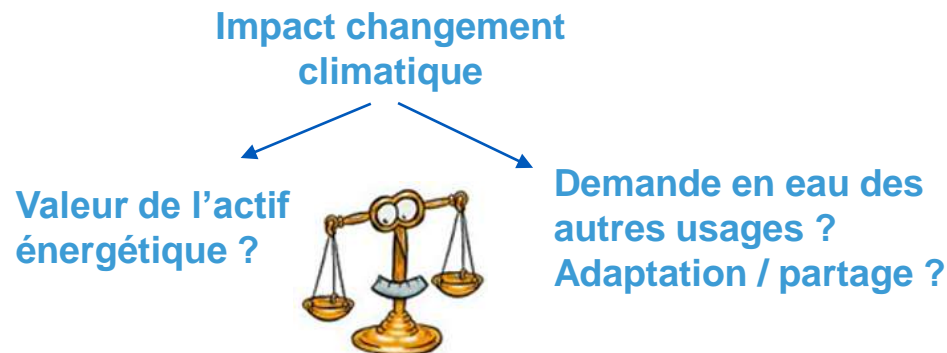
Rejets STEP, industries

Prélèvements ressources en eau : AEP, irrigation, industries



# EDF et le changement climatique

- Une expertise dans la gestion de l'eau grâce à un réseau de mesures et d'observations hydrométéorologiques spécifiques aux centrales EDF et complémentaire aux outils exploités: des mesures fiables en continu pour aider les exploitants à prendre les mesures nécessaires et assurer une bonne gestion des ouvrages et de la production d'électricité (80 personnes qui travaillent sur le suivi et à la prévision météorologique au service des exploitants des parcs de production d'électricité en France)
- Des moyens mis en œuvre par EDF pour comprendre le temps présent et anticiper l'avenir + assurer une gestion opérationnelle optimisée: Face au risque accru de sécheresses, la question du partage de l'eau devient de plus en plus prégnante: EDF a intégré le multi-usage dans sa gestion de l'eau.
- Gouvernance: les cahiers des charges des concessions hydroélectriques ne traitent que rarement la question du partage de la ressource en eau: des accords conventionnel avec les autres utilisateurs de l'eau (irrigants, associations de sports d'eau-vive, stations de ski, etc).



**MERCI POUR VOTRE  
ATTENTION**