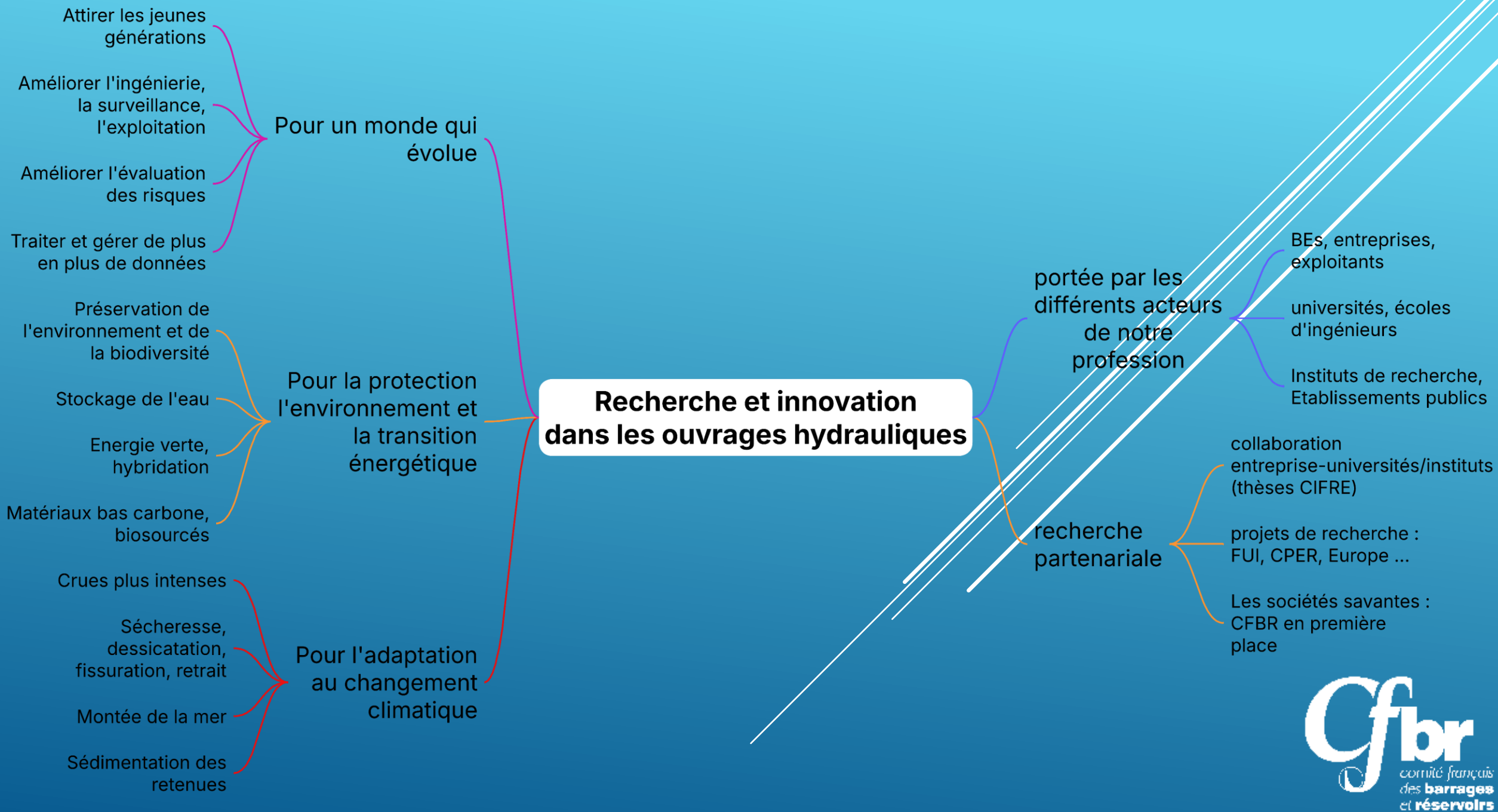


Séquence Recherche et Innovation

Luc Deroo, Frédéric Laugier, Laurent Peyras





Environnement - Energie

- Solaire flottant - Hybridation
- Evaluation empreinte carbone des aménagements hydrauliques
- Intégration environnementale
- Développement de la biodiversité



Travaux

- Terrassement
- Traitement, renforcement et étanchéité des fondations
- Peinture des vannes et CF / Robotisation



Surveillance – Exploitation

- Gestion des sédiments : Robots Nussy et Lisy - **Prix de l'innovation ICOLD 2025**
- Evaporation dans les retenues
- Supervision - Jumeau numérique



Hydraulique

- EVC innovants / PKW / Hausses fusibles
- Dissipation d'énergie – Erosion aval
- Modélisation numérique avancée hydraulique



Auscultation

- IA pour analyse des données
- Fibre optique fuites et déformations
- Suivi vibratoire
- Capteurs piézométrique - Pendule



Hydrologie

- Modélisations stochastiques des crues extrêmes : SHADEX, SHYPRE – SHYREG
- Instationnarité climatique



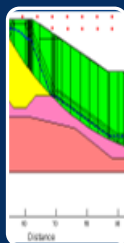
Analyse de risques

- Fiabilité - Méthodes probabilistes
- Sûreté de fonctionnement
- Prise en compte des incertitudes
- IA pour l'évaluation de la fiabilité
- Maintenance basée sur la fiabilité



Matériaux

- Sol chaux, sols traités
- Géosynthétiques multifonctions
- Etanchéité des canaux - Géomembrane SibelonMat - **Prix innovation ICOLD 2022**
- Effets de la sécheresse sur les OH
- Interfaces béton-rocher
- Ancrages passifs
- Matériaux biosourcés



Géomécanique - Modélisations avancées

- Maçonnerie
- Gonflement des bétons
- Comportement au séisme
- Érosion interne
- Érosion externe – surverse
- Liquéfaction



Digues

- Durabilité des matériaux en contexte maritime : DIGUE2020 - **Prix les Étoiles de l'Europe 2024**
- Comportement à long terme des matériaux sous sollicitations hydromécaniques
- Projet BONSAI (Boosting flood resilience in estuarine systems anticipating shifting climate zones)
- Projet DigueElite : **prix de l'innovation ICOLD 2018**



Environnement - Energie

- Solaire flottant - Hybridation
- Evaluation empreinte carbone des aménagements hydrauliques
- Intégration environnementale
- Développement de la biodiversité



Travaux

- Terrassement
- Traitement, renforcement et étanchéité des fondations
- Peinture des vannes et CF / Robotisation



Surveillance – Exploitation

- Gestion des sédiments : Robots Nussy et Lisy - **Prix de l'innovation ICOLD 2025**
- Evaporation dans les retenues
- Supervision - Jumeau numérique



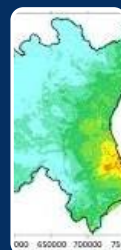
Hydraulique

- EVC innovants / PKW / Hausses fusibles
- Dissipation d'énergie – Erosion aval
- Modélisation numérique avancée hydraulique



Auscultation

- IA pour analyse des données
- Fibre optique fuites et déformations
- Suivi vibratoire
- Capteurs piézométrique - Pendule



Hydrologie

- Modélisations stochastiques des crues extrêmes : SHADEX, SHYPRE – SHYREG
- Instationnarité climatique



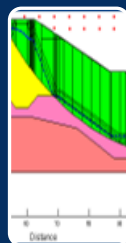
Analyse de risques

- Fiabilité - Méthodes probabilistes
- Sûreté de fonctionnement
- Prise en compte des incertitudes
- IA pour l'évaluation de la fiabilité
- Maintenance basée sur la fiabilité



Matériaux

- Sol chaux, sols traités
- Géosynthétiques multifonctions
- Etanchéité des canaux - Géomembrane SibelonMat - **Prix innovation ICOLD 2022**
- Effets de la sécheresse sur les OH
- Interfaces béton-rocher
- Ancrages passifs
- Matériaux biosourcés



Géomécanique - Modélisations avancées

- Maçonnerie
- Gonflement des bétons
- Comportement au séisme
- Érosion interne
- Erosion externe – surverse
- Liquéfaction



Digues

- Durabilité des matériaux en contexte maritime : DIGUE2020 - **Prix les Etoiles de l'Europe 2024**
- Comportement à long terme des matériaux sous sollicitations hydromécaniques
- Projet BONSAI (Boosting flood resilience in estuarine systems anticipating shifting climate zones)
- Projet DigueElite : **prix de l'innovation ICOLD 2018**

SOLAIRE FLOTTANT ET HYBRIDATION

Astrid NKONDA

SOLAIRE FLOTTANT ET HYBRIDATION

- **Hybridation Hydrosolaire, un mix gagnant-gagnant**

- Préservation ressource en eau
- Optimisation énergétique → performance ~ flexibilité

- **Barrage et PV flottant, cohabitation exigeante**

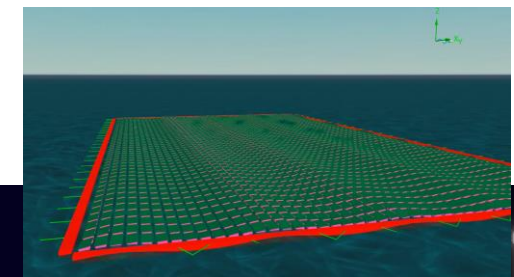
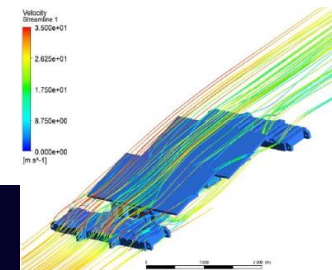
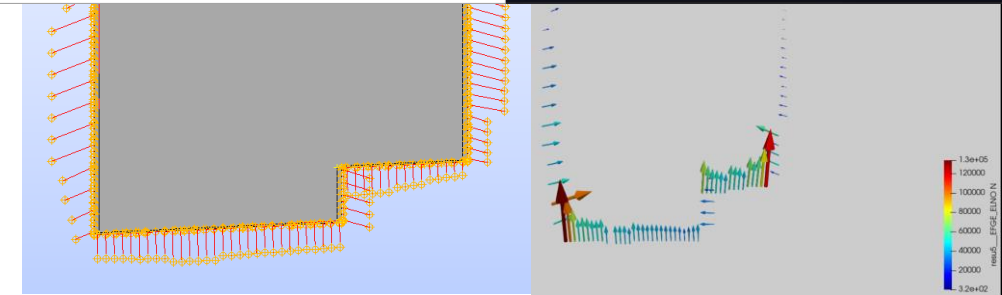
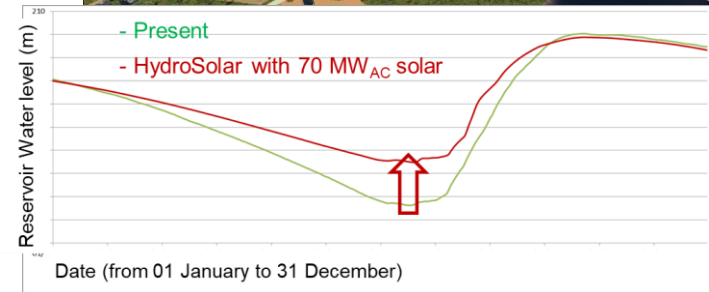
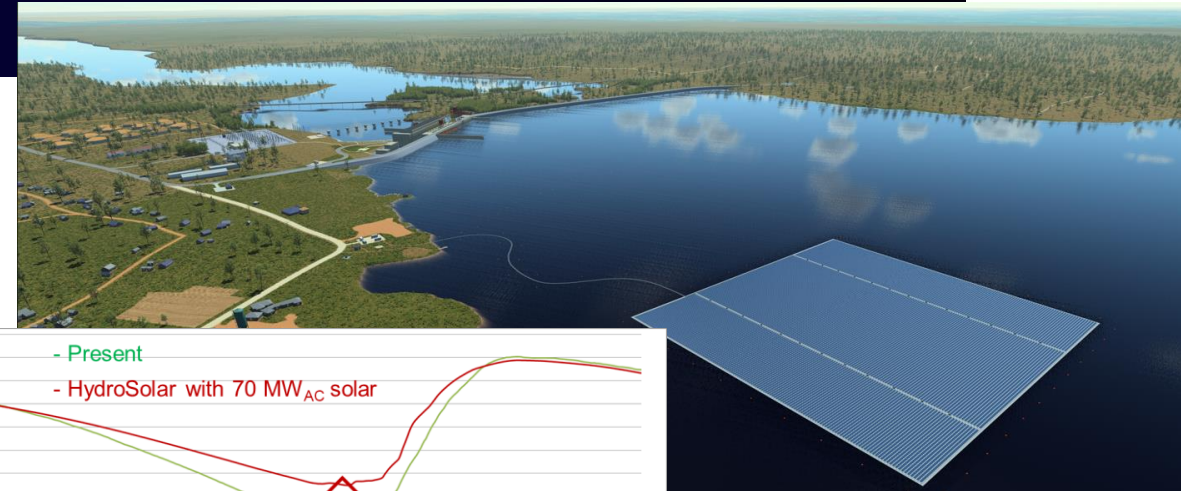
- Exigence de sécurité et performance VS nouvelles contraintes
- Résilience face aux événements climatiques exceptionnels

- **PV flottant, structure complexe**

- Complexité des sollicitations : vent, vagues, courant, marnage, thermique
- Système dynamique à multi-échelles → réponse non linéaire
- Modélisation dynamique couplée hydro-aéro – structure – ancrage

- **Un chemin à tracer par l'innovation**

- Retour d'expérience pas encore consolidé
- Approches de modélisation à maturer



Analyse des données d'auscultation par IA

Noémie Roussel

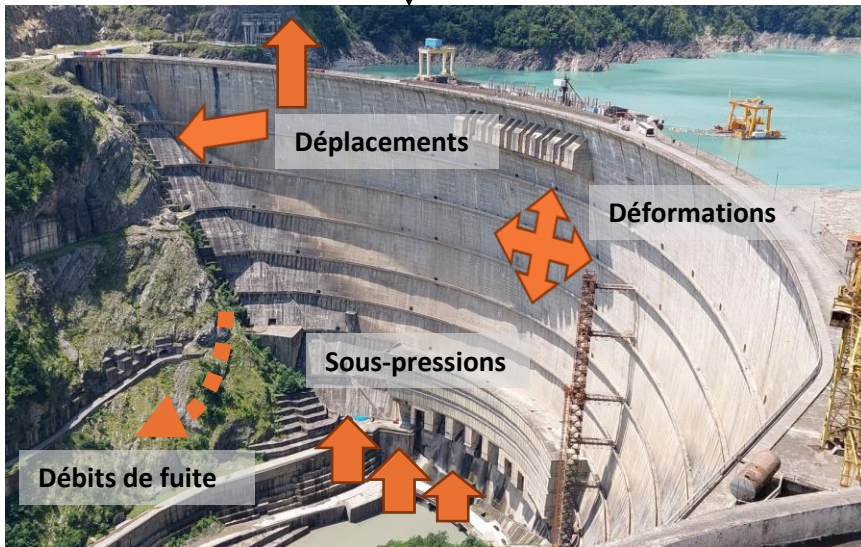
Analyse des données d'auscultation par machine-learning

Min, max, moyennes cumulées ...

Niveau d'eau Températures Météorologie Temps

Niveau, vitesse ...

Précipitations, cumuls ...



Objectifs :

- Analyse du comportement
- Prévion : détection d'anomalies

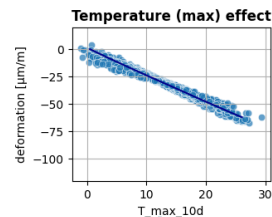
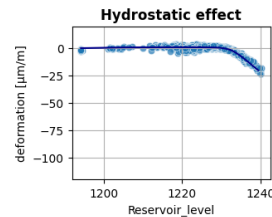
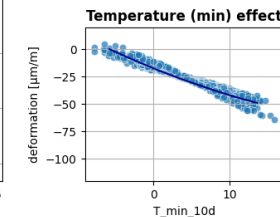
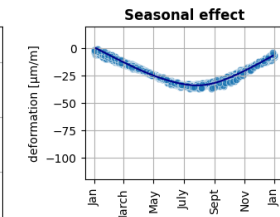
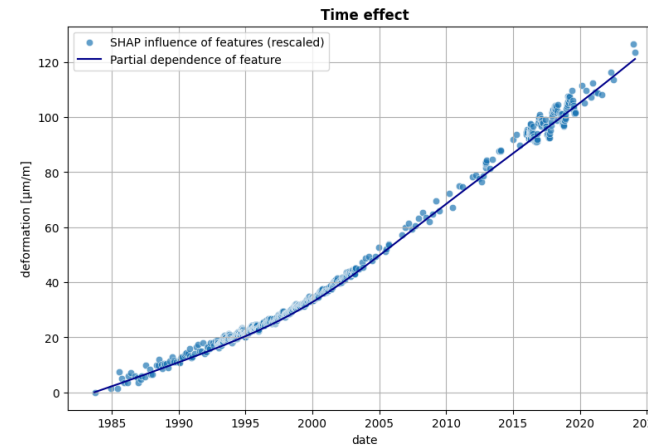
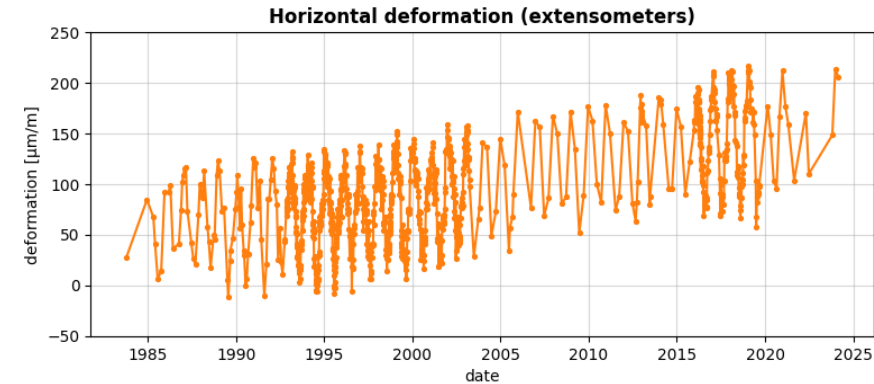

Variables explicatives


Apprentissage :
(Réseau de neurone)

Modèle de machine-learning

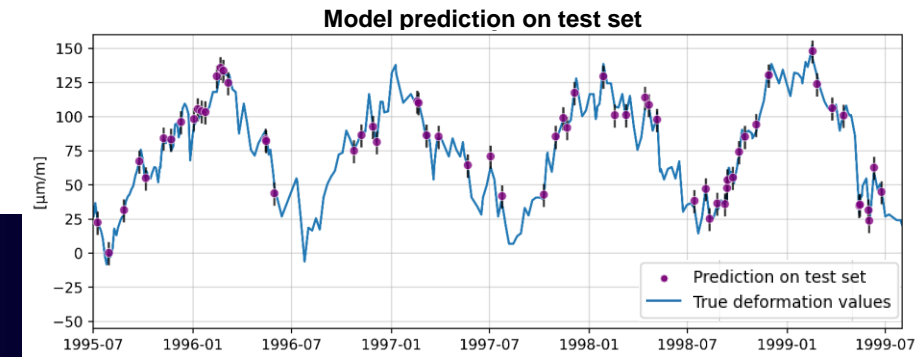
prédiction


1 Variable cible




Modèle & analyse

Prédiction



100
Ans

Les robots **NESSIE** et **LISIE**

Prix de l'innovation ICOLD 2025

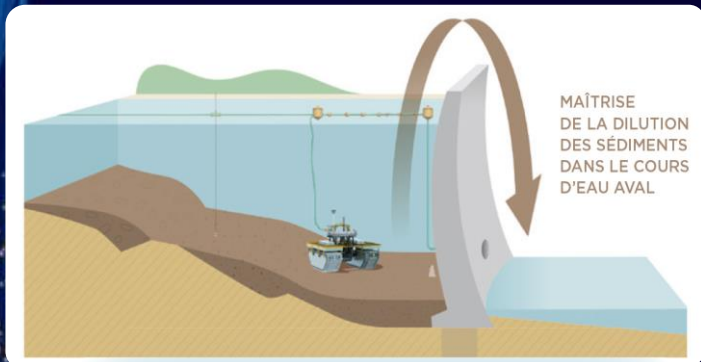


Raphaël GAILLARD



Stéphane CAFFO

Les Robots NESSIE et LISIE



100
Ans



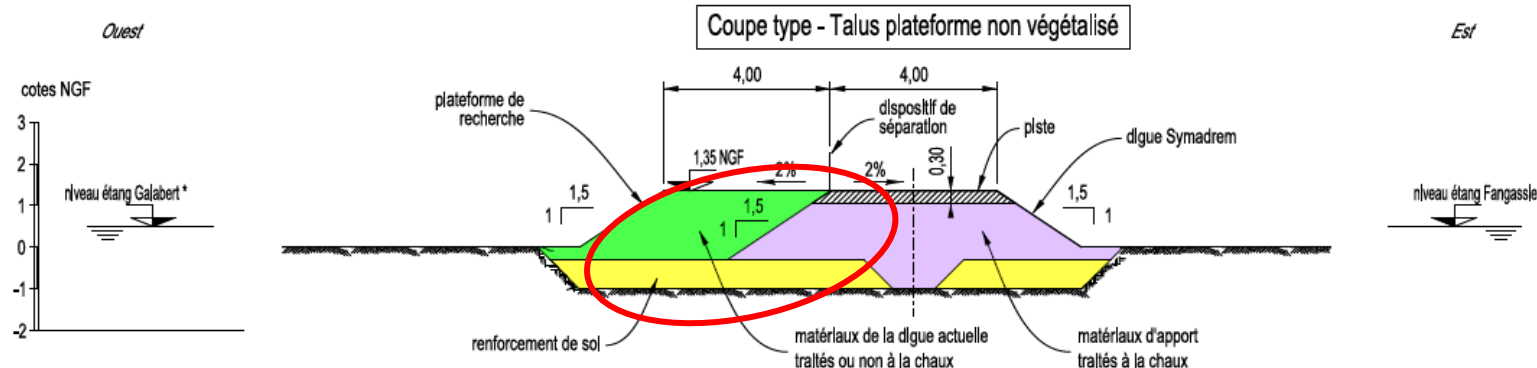
Digue 2020 : une plateforme de recherche pour étudier la résistance à l'érosion des sols traités en contexte maritime

Antoine Wautier (INRAE), Céline de Paris (SYMADREM)

Digue 2020 : une plateforme de recherche pour étudier la résistance à l'érosion des sols traités en contexte maritime



- Plateforme expérimentale adossée à un ouvrage opérationnel

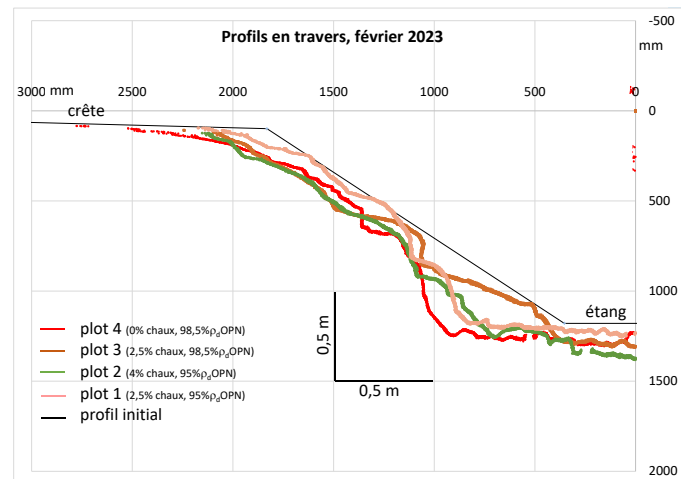


- Découpage en 4 plots pour tester plusieurs teneurs en chaux et différents niveaux de compactage

- OPN 95% et 98%
- Teneur en chaux 0%, 2.5% et 4%

- Suivi long terme de la résistance à l'érosion :

- 1 2,5%CaO, 98,5%rdOPN
- 1 4%CaO, 95%rdOPN
- 2 2,5%CaO, 95%rdOPN
- 3 non traité, 98,5%rdOPN



Outil ECHO – Empreinte carbone des ouvrages hydroélectriques

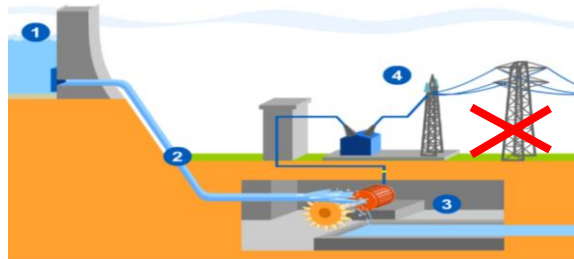
Bastien FAIVRE

Outil ECHO – Empreinte carbone des ouvrages hydroélectriques

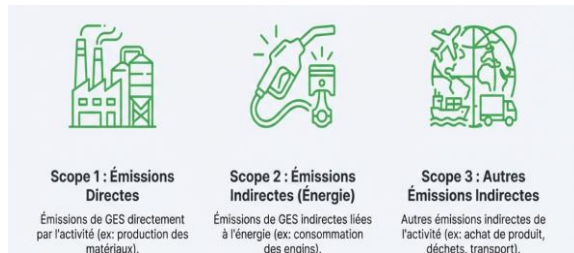
Fonction :

- ❑ Calcul de l'empreinte carbone:

⇒ sur toutes les composantes



⇒ sur tous les scopes d'émission

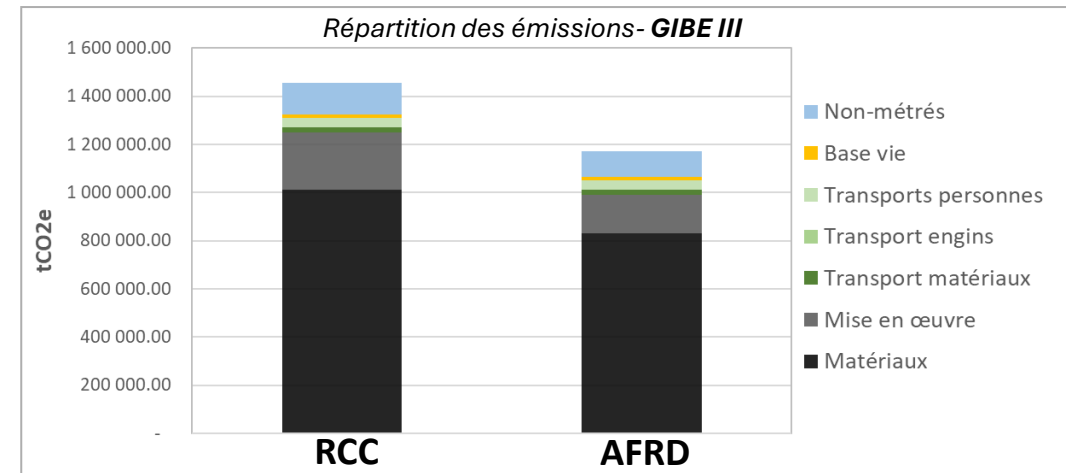


⇒ avec une approche détaillée conforme à la méthode Bilan Carbone®



Innovation :

- ❑ Vision « cycle de vie » des ouvrages
- ❑ Analyses multicritères de variantes techniques en intégrant leurs émissions carbone
 - ❑ ex : GIBE III – RCC vs AFRD



- ❑ Prise en compte de l'empreinte carbone dans l'optimisation économique des projets

Les nouveaux capteurs d'auscultation connectés : l'exemple du capteur piézométrique

DIEGO DPIEZ

Nicolas MOUROT - EDF DTG

Une solution innovante de télémesure de niveau piézométrique (Diego DPIEZ)



Mesures hauteur et température d'eau (max toutes les 10mn)



Conception interne EDF



5 ans



NFC/BLE
LoRaWAN



Éco-conçu



« Secure by design »



Installation « plug & play » par l'exploitant





Les ouvrages hydrauliques, *un monde d'innovation !*