



# Rupture de colonne d'eau expérimentale

SuperGrid Institute – Trophées de l'innovation 2026 – Hydro 21

**Dr. Hugo Mesnage**

# SuperGrid Institute laboratoire Hydropower – Grenoble (France)

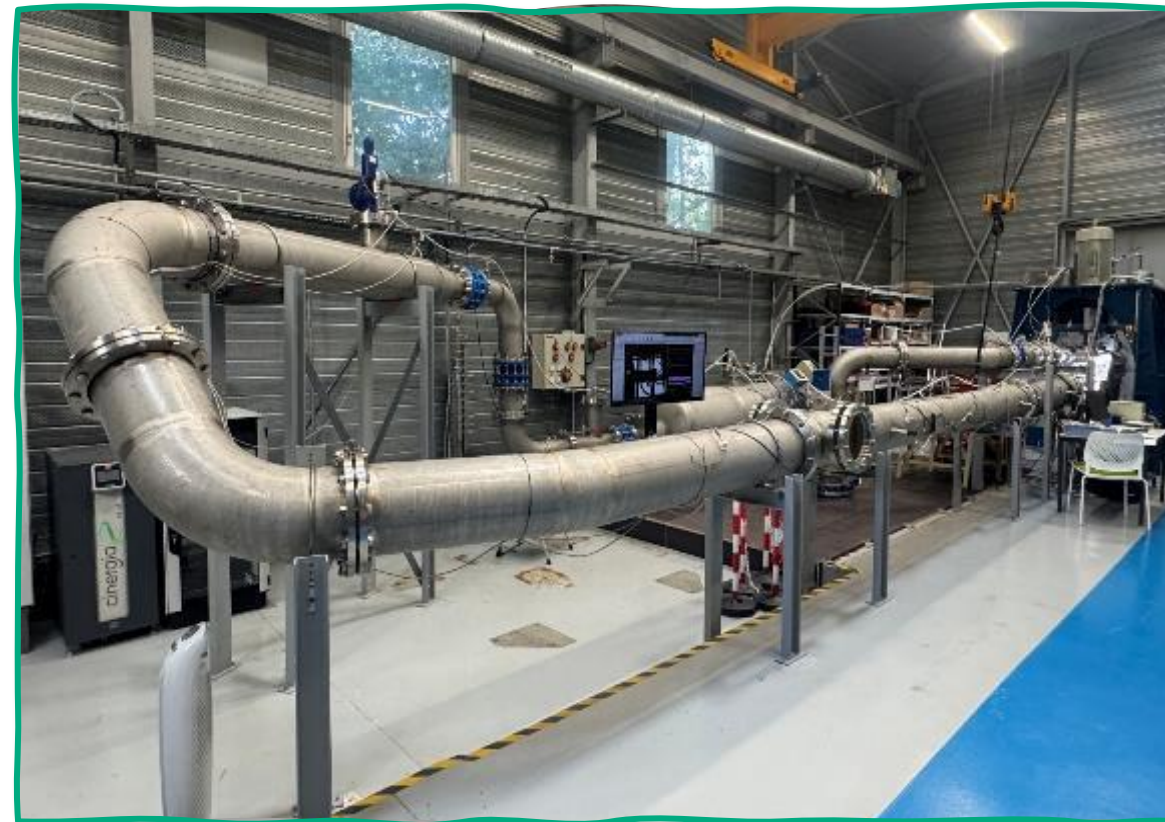
Activités – Essais hydrauliques sur plateformes, systèmes hybrides, études technico-économiques

## TM1 – Essais modèles de turbines IEC60193



- Laboratoire indépendant pour des essais modèles de turbines Francis, Kaplan et PSP suivant la norme IEC60193.
- Essais spéciaux hydrauliques

## HydroPHIL – Plateforme d'essais temps-réel



- Essais hydrauliques: séparation de colonne d'eau, re-noyage rapide
- Validation de systèmes hybrides (Hydro + BESS)
- Validation d'algorithmes de contrôle commande (e.g. Vitesse Variable)

## Etudes technico-économiques

- Flexibilité / services systèmes (optimisation multi-marchés)
- Hybridation / sources multi-énergies (réseaux isolés)

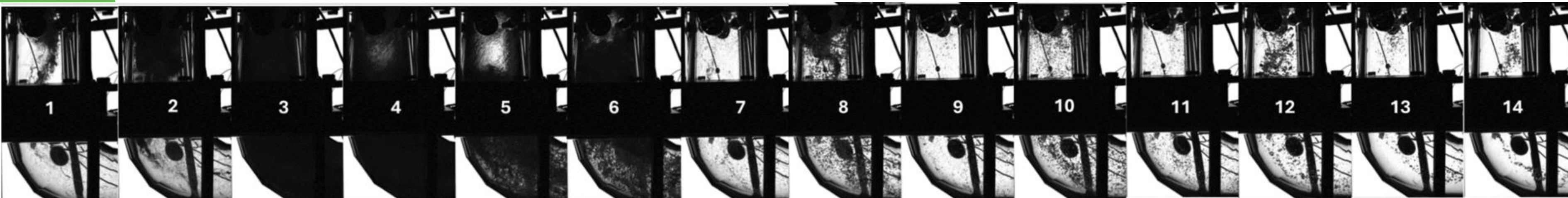


# Contexte

Les centrales hydroélectriques sont soumises à des régimes transitoires lors des arrêts d'urgence, des fermetures rapides de vannes ou des variations brutales de charge. Ces situations peuvent provoquer des phénomènes complexes (coup de bélier, cavitation, rupture de colonne liquide) susceptibles d'endommager les équipements ou de limiter les stratégies d'exploitation.

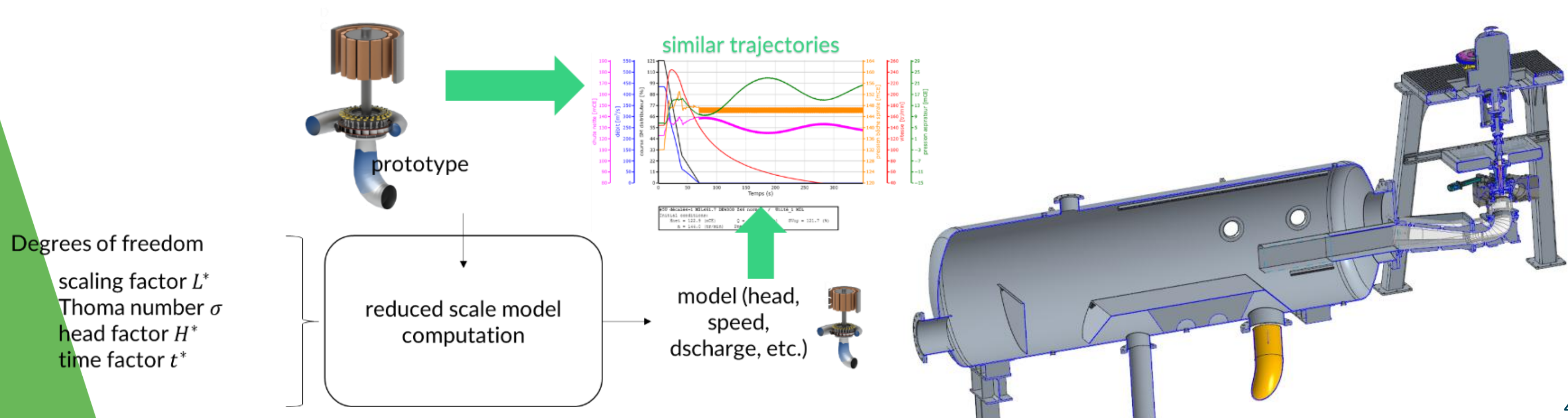
Les marges qui sont prises à l'étape de conception sont particulièrement critiques dans les cas suivants :

- Les projets de rénovation permettent une augmentation de puissance (en Amérique du Nord + 40%) qui s'accompagne d'une augmentation de débit. Mais ils doivent s'accommoder de voies d'eau existantes.
- Les risques hydrauliques de rupture de colonne d'eau à l'aval en cas de rejet de charge augmentent avec l'augmentation du débit.
- Protéger les ouvrages existants, notamment la conduite avale et la turbine pour éviter un scénario catastrophe.
- La multiplicité des phénomènes en jeu rend la modélisation numérique complexe et peu prédictive, qu'il s'agisse de l'effet du phénomène ou des contres mesures.



# Une expérience unique au monde !

- Nous avons développé un **outil expérimental unique** permettant de reproduire un phénomène hydraulique difficile à observer et à maîtriser en conditions réelles puisque transitoire et potentiellement destructeur : la **rupture de colonne liquide**.
- Nous avons conçu une **plateforme expérimentale à échelle réduite** reproduisant fidèlement le fonctionnement d'une turbine hydraulique en régime transitoire. Contrairement aux bancs d'essai classiques, elle permet de générer et de mesurer le phénomène de rupture de colonne liquide, grâce à une instrumentation adaptée et à une architecture spécifiquement conçue pour reproduire ce phénomène instationnaire.



# Objectifs



- Reproduction physique d'un phénomène rarement observable en laboratoire et avec la maîtrise des conditions environnementales
- Similitude hydraulique et temps réel avec une installation réelle et physique
- Instrumentation permettant des mesures synchronisées de pression, débit, déformation
- Plateforme évolutive pouvant accueillir une large famille de turbines hydrauliques, de la basse chute à la haute chute en pompe et en turbine
- La valeur ajoutée :
  - Validation expérimentale de modèles numériques
  - **Développement et validation de nouvelles lois de commande**
  - Etude de dispositifs de protection contre les transitoires
  - Réduction des coûts et des risques liés aux essais sur installations industrielles
  - Outil de recherche, de formation et de transfert de technologie vers les industriels