



DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



Incertitudes et modèles numériques : enjeux industriels pour l'énergie

Etienne BRIERE

Directeur Scientifique

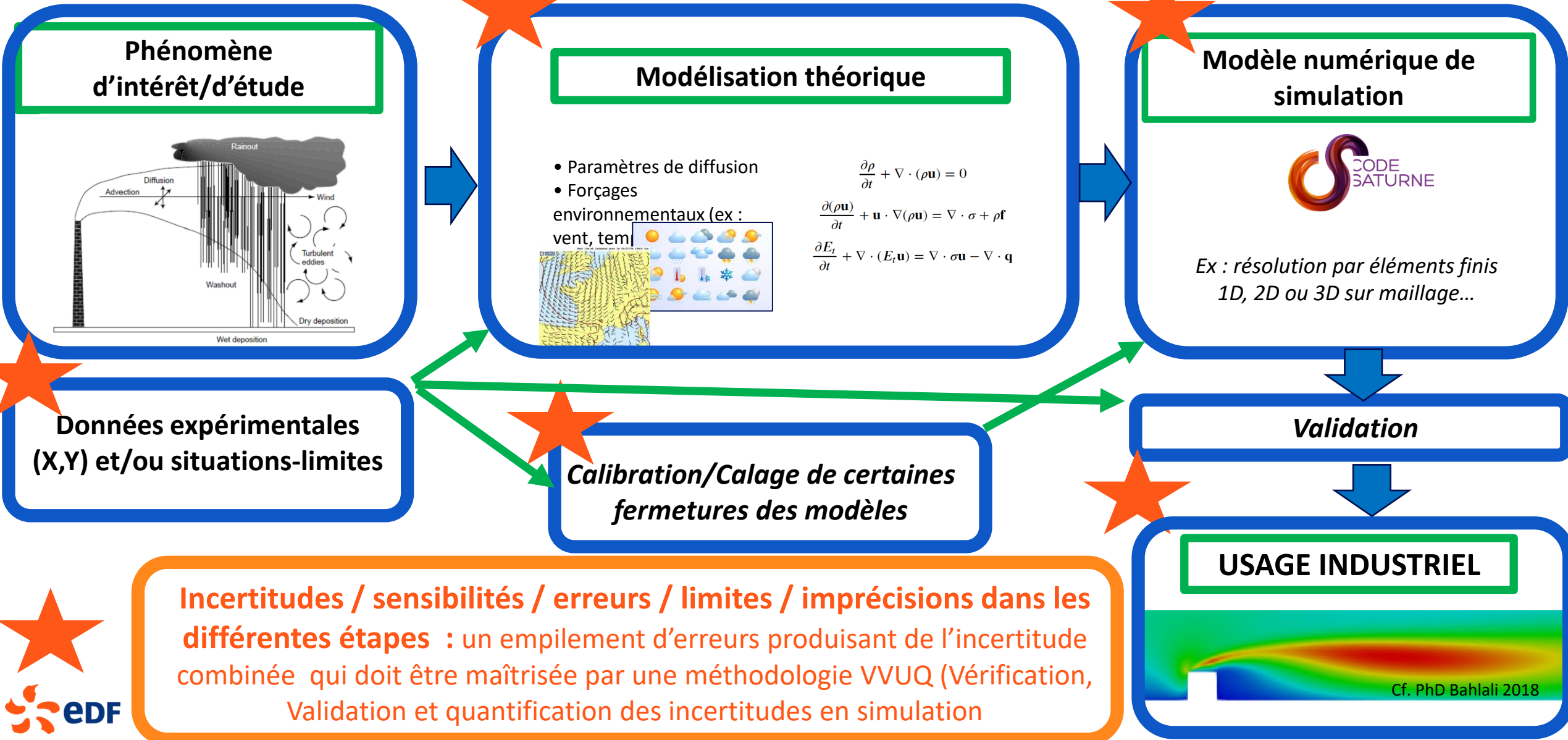
Directeur des Partenariats France

EDF Lab

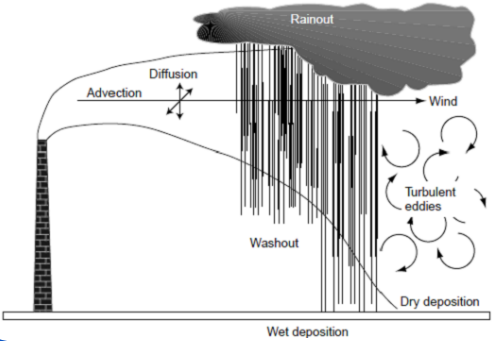
18 octobre 2022



Les Outils de Calcul Scientifique sont de plus en plus utilisés en appui à la prise de décision industrielle



Phénomène d'intérêt/d'étude



Modélisation théorique

- Paramètres de diffusion
- Forçages environnementaux (ex : vent, tem)



$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

$$\frac{\partial (\rho \mathbf{u})}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla (\rho \mathbf{u}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} + \rho \mathbf{f}$$

$$\frac{\partial E_t}{\partial t} + \nabla \cdot (E_t \mathbf{u}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} \mathbf{u} - \nabla \cdot \mathbf{q}$$

Modèle numérique de simulation



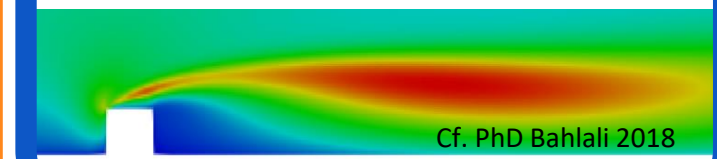
Ex : résolution par éléments finis 1D, 2D ou 3D sur maillage...

Données expérimentales (X,Y) et/ou situations-limites

Calibration/Calage de certaines fermetures des modèles

Validation

USAGE INDUSTRIEL



Cf. PhD Bahlali 2018

Incertitudes / sensibilités / erreurs / limites / imprécisions dans les différentes étapes : un empilement d'erreurs produisant de l'incertitude combinée qui doit être maîtrisée par une méthodologie VVUQ (Vérification, Validation et quantification des incertitudes en simulation)

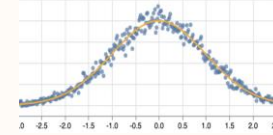


Quelques usages pour l'énergie

Codes de simulation numériques + données exp.

+

Modèles d'incertitudes (typ. probabilistes)

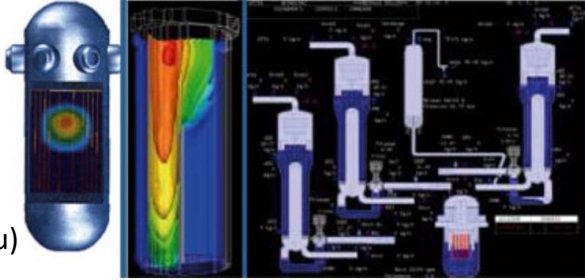


Usage industriel



CATHARE

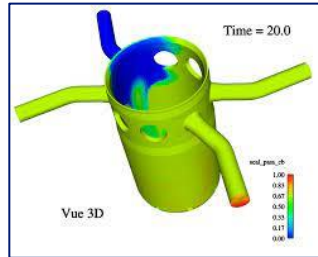
(ThermoHydraulique Accidents Réacteurs à Eau)



- Puissance résiduelle
- Débit et température d'injection
- Coefficients de transfert de chaleur
- *etc.*



- **Etudes de sûreté**
- **Recherche de marges**
- *etc.*



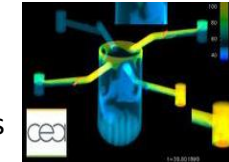
- Débit et température d'injection
- Coefficients de mélange
- *etc.*

RECHERCHE



TrioCFD

(Ecoulements turbulents instationnaires circuit primaire)

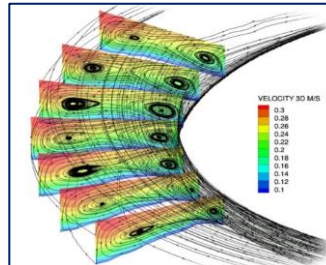


- Choix du modèle de turbulence
- *etc.*



TELEMAC

(Hydrodynamique fluviale)



- Débits entrants
- Paramètres de frottement
- Géométrie du cours d'eau
- *etc.*

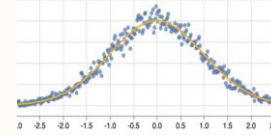
- **Prévision hydrologique**
- **Dimensionnement de digue**
- *etc.*

Quelques usages pour l'énergie

Codes de simulation numériques + données exp.

+

Modèles d'incertitudes (typ. probabilistes)



Usage industriel



Modèles de prévision des chutes de tension dans des réseaux aval transformateur

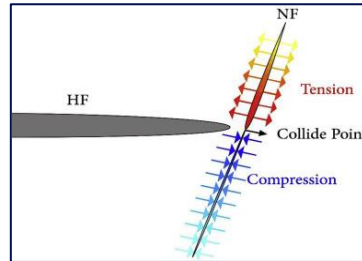


- Extrêmes naturels (température)
- Descripteurs environnement
- Types de consommation locale

- **Optimisation rééquilibrage tension**
- **Prévision de maintenance**



HM-XFEM (hydromécanique de fracture naturelle sous-sol)

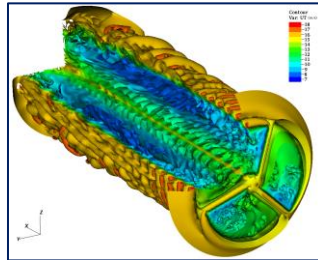


- Paramètres géologiques
- Contraintes mécaniques
- *etc.*

- **Tester l'étanchéité des stockages géologiques**



Couplage de modèles aérodynamiques d'éoliennes et modèle maille fine Meso-NH



- Contraintes mécaniques
- Champs de vent
- Autres forçages environ.

- **Prévision de productible**
- **Conception et gestion optimisée de ferme éolienne**

GIS et industriels de l'énergie

EDF, CEA et FRAMATOME sont déjà alliés depuis plus de dix ans pour (entre autres) **améliorer en continu les démonstrations de sûreté s'appuyant sur des OCS**

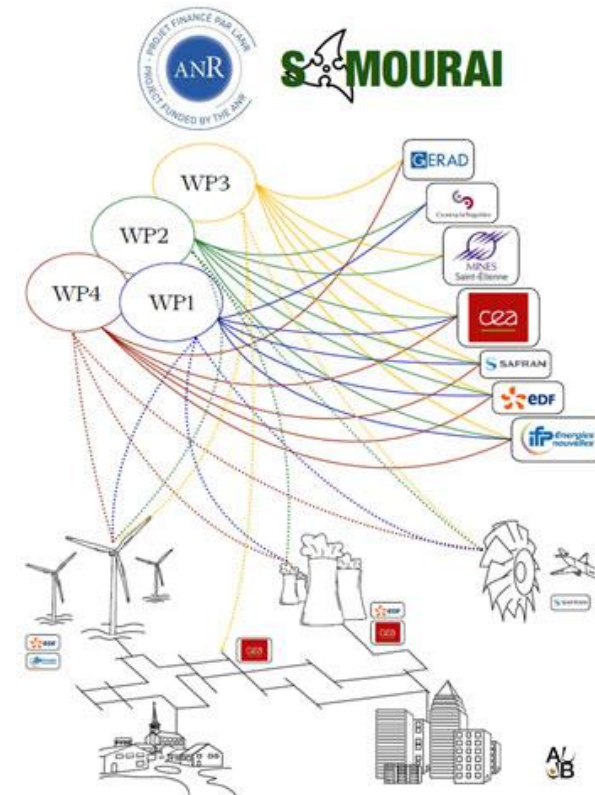
Un historique fort de collaboration existe entre EDF et l'IFPEN, notamment sur le **développement éolien**

Le GIS est issu d'un souhait commun avec l'Université Paris Saclay :

- d'améliorer significativement ces méthodes et outils, face à des défis majeurs d'usage vertueux de l'énergie
- de proposer des défis scientifiques allant du fondamental à l'appliqué



Versement de projets ANR (ex : SAMOURAI) et autres (ex : NEEDS), stages, doctorats, post-doctorats...



Merci