



Projet de Groupement d'Intérêt
Scientifique (GIS) LARTISSTE

Quantifications d'incertitudes pour les modèles numériques

Applications en sûreté et conception



AGENDA

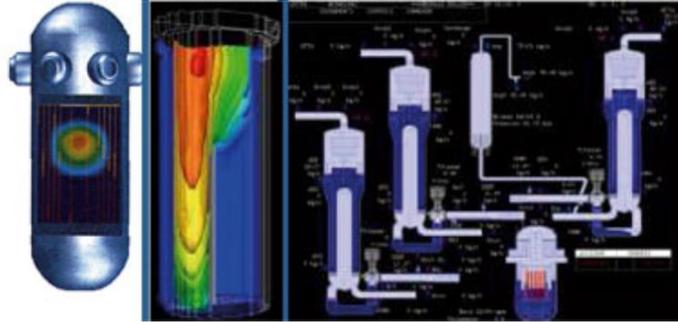
- Contexte et motivations EDF et fédérations d'industriels / EPIC
- Une réponse proposée par les chercheurs de l'Université Paris-Saclay (UPS)
- Fonctionnement proposé
- Gouvernance proposée
- Autres propositions (gouvernance, soutien, enseignement)

MOTIVATIONS INDUSTRIELLES

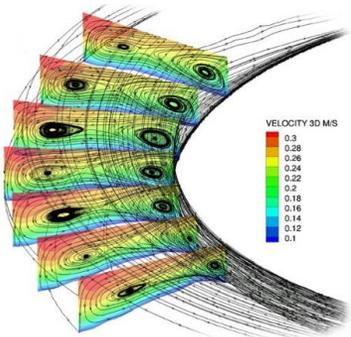
L'étude et le renforcement de la **sûreté** / la **conception** de nombreuses installations industrielles sont dépendants d'Outils de Calcul Scientifique (OCS)

Codes numériques

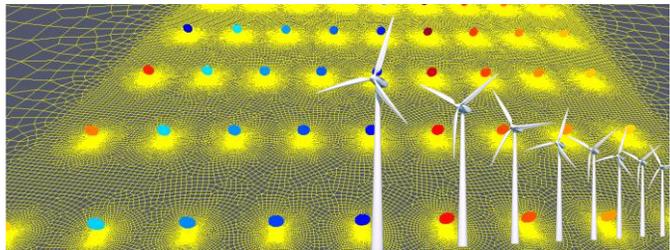
CATHARE (Code Avancé de ThermoHydraulique pour les Accidents de Réacteurs à Eau)



TELEMAC
(Hydrodynamique fluviale)



SATURNE (Ecoulements atmosphériques)

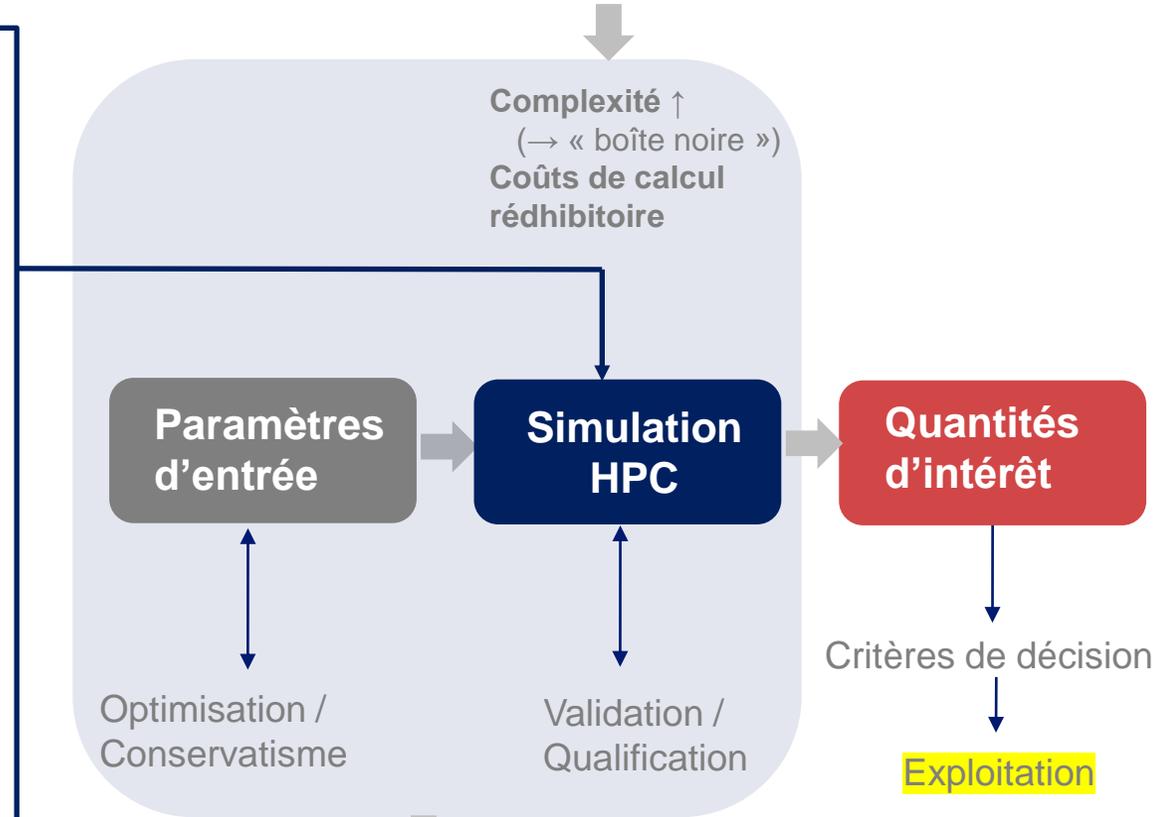


Autres modèles numériques impliqués

- Codes neutroniques, électromagnétiques, multi-physiques, etc.
- Simulation multi-agents
- Modèles d'aléas naturels extrêmes

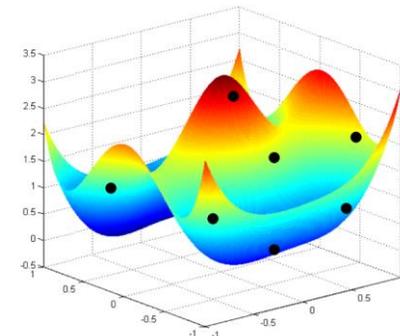
VERROU ACTUEL

Exploitation plus fine, plus vaste, plus vertueuse, exigences de sûreté ↑



RÉPONSE / DÉFI

« Reproduire » la physique par apprentissage statistique (ex : réseaux de neurones) **avec des garanties fortes sur les incertitudes**



QUANTIFICATION DES INCERTITUDES À L'UPS

- Domaine fortement **pluridisciplinaire**
- Nombreux domaines de recherche concernés
- Soutien enthousiaste des **Graduate Schools** (Sciences de l'ingénierie et des systèmes, Mathématiques, Physique, Informatique et Sciences du Numérique, Géosciences, Climat, Environnement, Planètes, Biosphera) et de **DataIA**
- **Problèmes de recherche aux frontières** : mathématiques, statistique, optimisation, modélisation numérique, informatique, intelligence artificielle, et disciplines appliquées faisant appel aux simulations numériques
- L'aspect stratégique du domaine de la quantification des incertitudes est bien compris (scientifiquement, mais aussi par les financeurs)
- Positionnement original en France, possibilité d'acquérir une position de leader

INDUSTRIELS / EPICS

UNIVERSITE PARIS SACLAY



- Sûreté, pérennité et manœuvrabilité Parc nucléaire
- Conception de nouveaux moyens de production avec 
- Réussir la transition énergétique



- Améliorer la conception aéronautique dans un contexte de transition énergétique



- Des partenaires communs au service du HPC, de la R&D spécialisée « Incertitudes », bons connaisseurs des cas d'étude

Un groupe fédéré par EDF R&D, très reconnu dans le domaine du traitement des incertitudes et des statistiques appliquées

Des collaborations pérennes en R&D et ayant prouvé leur utilité

Un leader mondial en apprentissage statistique (recherche et enseignement)

Un souhait de servir le monde économique

Des collaborations déjà existantes au sein des laboratoires et des formations

- Nouveaux problèmes de recherche
- Cas d'étude importants et acculturation
- « Filière » inter-labos / formations

- Amélioration de la qualité des études
- Amélioration de la connaissance
- Attractivité des étudiants

- **Choix d'un GIS à vocation méthodologique**
- **Feuille de route scientifique commune**
- **1eres réflexions recherches de financement**



PRINCIPE DU GIS

- Le GIS est un consortium qui vise à développer des méthodologies, obtenir de meilleures garanties théoriques et appliquées sur une typologie de problèmes partagés. Sa cotisation au fonctionnement pour les entreprises serait de qq\$ k€ / an
- Le GIS souhaite s'articuler autour des leviers « **étudiants motivés – professeurs et chercheurs de haut niveau – ingénieurs-chercheurs souhaitant répondre à des besoins métiers à moyen et long terme** »
- La construction de ce projet a aussi été menée dans l'idée que l'Université Paris-Saclay souhaite unifier les compétences fortes en apprentissage à l'université, présentes dans différents laboratoires, et de co-construire une « **filière thématique** » nourrie d'applications
- Les étudiants sont donc des contributeur bienvenus, par le biais des travaux durant la scolarité, des stages, etc. Une ambition pour les industriels est aussi de pouvoir se rendre attractifs

POINTS CLES DU FONCTIONNEMENT PROPOSÉ

- **Le fonctionnement est souhaité simple et souple**

- on souhaiterait limiter les flux financiers et répondre à plusieurs à des Appels A Projet
- on souhaiterait des facilités de co-encadrement privé-public
- on souhaiterait pouvoir faciliter les échanges et réutilisations de méthodes / codes open source

- **Proposition d'une convention-chapeau**

- Elle ne se substituerait pas aux conventions déjà existantes
- Si nécessité, les règles de partage d'information produite et de PI seraient spécifiées dans des conventions spécifiques issues d'une convention-type

FONCTIONNEMENT PROPOSÉ

Groupes de Travail

mixtes académiques -industriels

Ex 1 : Garantir un calcul légèrement conservatif d'une probabilité de défaillance d'un système critique

Ex 2 : Amélioration des heuristiques de calcul d'un dimensionnement de parc éolien

Hiérarchisation

- Intérêts partagés
- Disponibilité de personnes compétentes
- Faisabilité d'obtention de financement (dont stages, thèses, post-docs)

Recherche de financements

ANR, régional, Europe, PIA, Programme (ex: France 2030) via DataIA éventuellement ; actions de lobbying aidées par les industriels

Réalisation

Sous convention partenariale

Valorisation 1

Articles, codes, brevets, etc.

Valorisation 2

Séminaire UQSay
(Uncertainty Quantification @ Saclay)

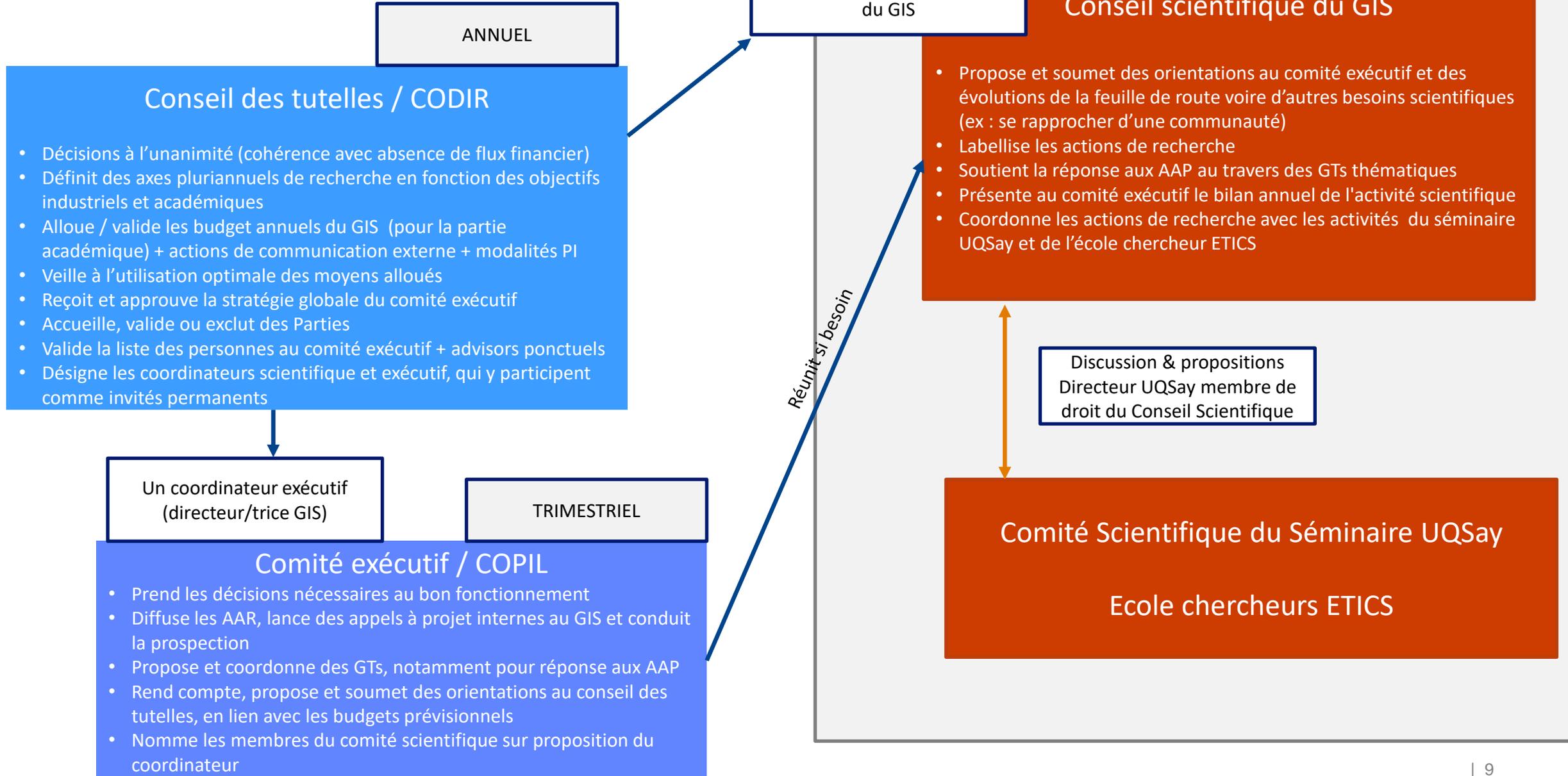
Valorisation 3

Ecole chercheurs
ETICS
ENS-CEA-EDF

Valorisation 4

Construction de formations mixtes

GOVERNANCE PROPOSÉE



PROPOSITION ACTUELLES INDUSTRIELS / EPICS COMITÉ DES TUTELLES (CODIR)

- **EDF** : Ange Caruso (Délégué Direction Scientifique)
- **ONERA** : Laurent Cambier (Direction Pôle Statistique)
- **AIRBUS** : Isabelle Terrasse (Executive Expert Direction)
- **CEA DES/DAM** : Catherine Santucci (Directrice Institut)
- **IFPEN** : Olga Vivizika-Kavvadias (Directrice Scientifique)
- **FRAMATOME** : Stéphane Bugat (Directeur R&D) ou Gilles Perrin (Directeur scientifique)
- **CERFACS** : Catherine Lambert (Présidente)
- **SAFRAN** : Christian Rey (Directeur Calcul Appliqué)
- **PHIMECA** : Thierry Yalamas (CEO)
- **Sigma Clermont** : Nicolas Gayton (Directeur)

PROPOSITIONS FINALES

- Un directeur de Graduate School (GIS est ainsi très impliquée dans l'aide à la construction) pourrait-il être un choix pertinent pour intégrer le Comité des Tutelles ?
- Un soutien de la Direction de l'Université pourrait fortement aider à motiver des chercheurs des différents laboratoires
 - **Communication à l'échelle de l'université** (ex : co-organisation d'une présentation)
 - **Soutien financier au fonctionnement** (ex : site web)
 - **Soutien financier aux stages, thèses ...**
- La participation éventuelle des ingénieurs-chercheurs à des formations existantes et futures (qui ont souvent déjà enseigné en interne et à l'externe) pourrait-elle être envisagée à moyen terme ?

MERCI

LIENS AVEC L'ECOSYSTEME

Laboratoires communs EDF

GIS

Finalités

- Qualifier les incertitudes pour l'usage des modèles numériques en sûreté et conception
- Applications nucléaires / ENR

Méthodologies

- Analyse de sensibilité
- Construction, inférence, sélection et validation de modèles (ex : extrêmes) et méta-modèles (ex : PG profonds)
- Assimilation de données – inversion
- Aide à la décision

Moyens

- Modélisation probabiliste
- Gestion expériences numériques
- Apprentissage statistique avec données coûteuses
- Optimisation sous incertitude

Collaboration pertinente

Nourrit en briques méthodo

Collaboration pertinente

Peut chercher de l'expertise sur des cas d'étude

Dialogue sur des pts techniques et des cas d'étude

| Entité | Proximités | Différences | Bénéfices |
|-----------------------------|---|---|--|
| GIS SEISM | Finalités méthodo | Applicatives (sismique) | <ul style="list-style-type: none"> • Cas d'étude aléas naturels • Aide fonctionnement GIS |
| SINCLAIR | <ul style="list-style-type: none"> • Finalités conception • Dialogues entre certains outils d'apprentissage | <ul style="list-style-type: none"> • Finalités IA ≠ sûreté • Apprentissage riche • Pas de problématique de validation des modèles numériques | Meilleure connaissance des nombreux outils de l'apprentissage (périmètre, usage, robustesse...) |
| PGMO | <ul style="list-style-type: none"> • Besoins d'optimisation • Roadmap tournée vers l'apprentissage | <ul style="list-style-type: none"> • Applicatives (marchés de l'énergie) | Mieux appréhender les pbs d'optimisation et d'aide à la décision sous incertitude |
| MAI / IMSIA | Traitement des connaissances matériaux / modèles mécaniques | <ul style="list-style-type: none"> • Compétences ingénierie physique | <ul style="list-style-type: none"> • Nourrir les études de modélisation et validation du GIS • Vision métier |
| IRDEP / IPVF | Finalités conception ENR | <ul style="list-style-type: none"> • Compétences ingénierie physique | Nourrir les besoins méthodologiques et la connaissance métier |
| Chaire RSSC CentraleSupélec | Finalités études de risque VV paramétrique | Maintenance ≠ sûreté | Echanges sur certains outils  |