

## Schéma Stratégique de Département 2026-2030

### Focus « risques – IA »



# AQUA: département porteur des enjeux de l'eau

## Théories

16 unités de recherche et ~ 300 permanents

Expérimentations

**Connaissances** sur le fonctionnement et l'évolution des hydrosystèmes continentaux

**Solutions** opérationnelles pour répondre aux enjeux de résilience et d'adaptation des hydrosystèmes

Modélisations

- Recherches centrées sur les hydrosystèmes continentaux
- Etude multi-échelles des processus naturels et anthropiques
- Contexte de transitions et incertitudes climatique, écologique et économique
- Approche intégrée : ressources, biodiversité et risques
- Approches disciplinaires et interdisciplinaires → la complexité

## Observations

**OneWater**  
Eau Bien Commun

**Water4All**  
Water security for the planet

**Eau & Environnement**

# 3 Grands objectifs scientifiques - 14 priorités

IRiMa

Biosefair

Climae

OneWater

Syalsa

XRisques

GOS1

Ecologie et Dynamique de la biodiversité

OS 1.2



- Réponses écologiques et évolutives
- Scenarios de biodiversité
- Outils de diagnostic de l'état écologique
- Conservation et de restauration des écosystèmes

GOS2

Hydrologie et gouvernance de l'eau

OS 1.3



- Hydrologie de l'anthropocène
- Physique des compartiments du cycle de l'eau
- Qualité de l'eau et des milieux
- Gestion territoriale de l'eau

GOS3

Risques naturels et environnementaux

OS 1.4



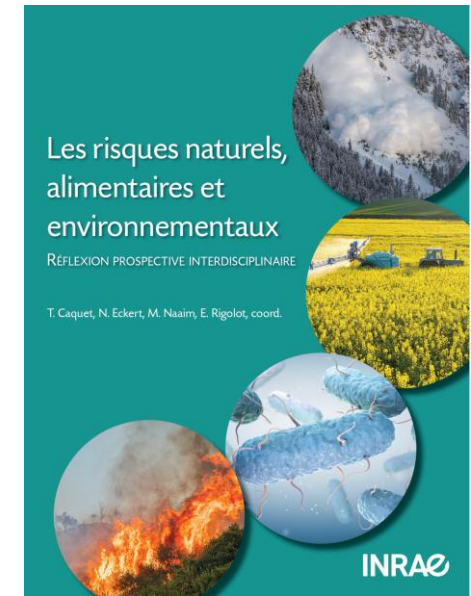
- Composantes du risque et leur dynamique
- Caractériser les risques et leurs instationnarités
- Appréhender les multirisques et en cascade
- **Faire des inondations, un cas d'application des recherches sur les risques**

PT.1. Une seule santé – OS 4

**PT.2. Mettre à profit l'IA pour stimuler la recherche en sciences aquatiques – OS5**

# Risques naturels et environnementaux liés à l'eau

- **Contexte :**
  - Réchauffement climatique, urbanisation, pollutions, érosion de la biodiversité ;
  - Monté en puissance de la thématique à INRAE et au-delà.
- **Types de risques :**
  - **Climatiques** : inondations, sécheresses, avalanches, submersions côtières, précipitations extrêmes ;
  - **Environnementaux** : agents biologiques, chimiques ou physiques affectant les milieux aquatiques ;
  - **Émergents** : risques liés aux nouvelles technologies (recyclage, traitement des effluents).
- **Enjeux menacés** : Écosystèmes aquatiques et biodiversité, populations humaines, infrastructures et sociétés.
- **Objectifs de recherche :**
  - Comprendre les processus biophysiques générant les aléas, l'exposition et la vulnérabilité ;
  - Développer des stratégies de caractérisation, d'évaluation et de gestion des risques : anticipation, évaluation, réduction, reconstruction.



ARP risques INRAE



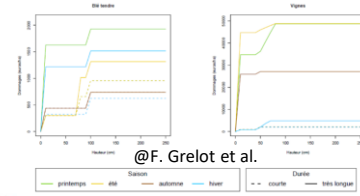
# Risques naturels et environnementaux liés à l'eau

## P1: Renforcer l'étude des composantes des risques liés à l'eau et de leur dynamique

- **Contexte / État des lieux**
  - Approche historique des 3 **composantes des risques** : **aléa, exposition, vulnérabilité** ;
  - Enjeu majeur : **non-stationnarité des composantes** des risques (évolution dans le temps).
- **Objectifs**
  - Comprendre les **mécanismes** des aléas naturels et chimiques ;
  - Caractériser la **vulnérabilité** des populations, infrastructures et écosystèmes ;
  - Intégrer le **temps long** pour anticiper les évolutions.
- **Moyens / Actions**
  - **Données et infrastructures** : Acquisition de nouvelles données, modernisation des équipements, accès au calcul intensif ;
  - **Réseaux** : ECOTOX, MASCOT-NUM, etc. et partenariats ministériels (DGPR, PAPROG) ;
  - **Interdisciplinarité** : Combinaison des sciences sociales, biophysiques, de l'ingénierie et de l'information.

## P2: Mieux caractériser les risques liés à l'eau et leurs instationnarités dans un cadre intégratif

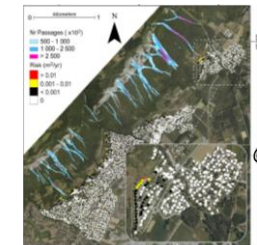
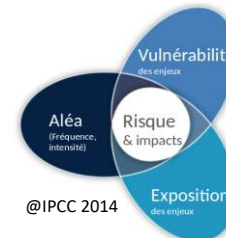
- **Contexte / État des lieux** :
  - Cadre conceptuel inspiré du GIEC **comme référentiel commun** ;
  - Défi : **opérationnaliser ce cadre dans un contexte nécessitant interdisciplinarité et vision systémique.**
- **Objectifs**
  - Caractériser et **anticiper les risques** en intégrant leurs **dynamiques temporelles et spatiales** ;
  - **Adapter les outils d'analyse** (périodes de retour, projections, détection de signaux faibles) pour renforcer la résilience des systèmes exposés.
- **Moyens / Actions**
  - **Outils** : Modélisation complexe, assimilation de données, IA, jumeaux numériques ;
  - **Collaborations** : Réseaux scientifiques (PEPR RISQUES, sociétés savantes), partenariats socio-économiques (assureurs, chaires d'innovation) ;
  - Mutualisation des données et infrastructures, démonstrateurs concrets, animation scientifique ciblée.



@F. Grelot et al.



© ONEMA

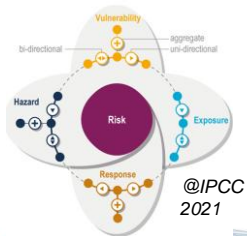


$ES_{\alpha} = \mathbb{E}(X|X > VaR(X, \alpha))$   
@ M. Farvacque et al.

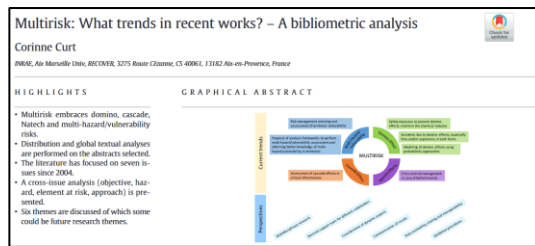
# Risques naturels et environnementaux liés à l'eau

## P3: Appréhender les multirisques liés à l'eau

- **Contexte / État des lieux :**
  - Les territoires de l'eau sont sujets aux **risques en cascade** ;
  - Malgré des avancées, la **prise en compte des interdépendance** entre risques reste un défi majeur.
- **Objectifs**
  - Analyser les **interactions entre aléas, exposition et vulnérabilité** pour une vision systémique ;
  - Développer des **outils de modélisation et d'aide à la décision** adaptés aux multirisques ;
  - Proposer des **stratégies/solutions** intégrant des enjeux / risques complexes (ex. : GEMAPI).
- **Moyens / Actions**
  - **Partenariats** : Méta-programme Xrisques (INRAE), projets PEPRs (Risques/IRIMA, FORESTT, etc.) ;
  - Soutien à des projets innovants, **renforcement RH de l'analyse quantitative**.



@IPCC  
2021



## P4: Les inondations comme démonstrateur des recherches sur les risques liés à l'eau

- **Contexte / État des lieux:**
  - **Enjeu majeur** (coûts économiques, sociétaux et environnementaux) ;
  - Malgré une expertise reconnue au sein d'AQUA, les **approches restent cloisonnées**, limitant les solutions globales ;
  - **Défis** : renouvellement scientifique, concurrence accrue, et intégration des dynamiques sociales et environnementales.
- **Objectifs**
  - **Intégrer** : dynamiques biophysiques et sociales, reconstruction post-catastrophe, effets positifs sur la biodiversité; etc. ;
  - **Actualiser les trajectoires** du risque : projections spatialisées, performance des mesures de protection, et interactions entre risques;
  - **Verrous scientifiques** : Interactions crues-bâti-réseaux, rôle des sédiments, remobilisation des contaminants, etc. ;
  - **Innover** : Combiner solutions fondées sur la nature et ingénierie traditionnelle, outils de modélisation court/long termes, etc.
- **Moyens / Actions**
  - Groupe de travail inter-unités pour **féderer les expertises** et **incuber un projet d'envergure** (ANR/HORIZON Europe) ;
  - **Communication unifiée** : Plaquette et catalogue de compétences pour impliquer les partenaires ;
  - **Animation transversale** : Séminaires et soutien ciblé pour combler les lacunes et maintenir la réactivité face aux défis émergents.



# Priorité transversale: Mettre à profit l'Intelligence Artificielle pour stimuler la recherche en sciences aquatiques

- **Contexte** : L'IA révolutionne les méthodes et pratiques scientifiques, avec des avancées rapides et un paysage national en mutation.
- **Priorité transversale** : Déploiement raisonné et ambitieux de l'IA
- **Applications clés** :
  - Traitement de données, détection de formes / signaux
  - Modélisation haute résolution : optimisation des algorithmes, prédiction & gestion en temps réel, intégration de données complexes (télédétection, capteurs 4D), formalisme et solveurs hybrides
  - Réconcilier IA et processus: IA a base physique, IA explicable
  - Evaluation de l'empreinte eau.
- **Implémentation / vision stratégique**
  - Veille méthodologique / formation / renforcement ciblés
  - Développement des partenariats structurants : Math-NUM, CNES, EDF, INRIA, IA-clusters.
  - Articulation mission IA Science et Innovation INRAE et GT Numérique et IA CG AQUA

