

EVALUATION DES EXTRÊMES CLIMATIQUES EN CLIMAT CHANGEANT POUR UNE PRISE EN COMPTE DANS LA DÉMARCHE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Journée thématique IA et Environnement – 11 juin 2024

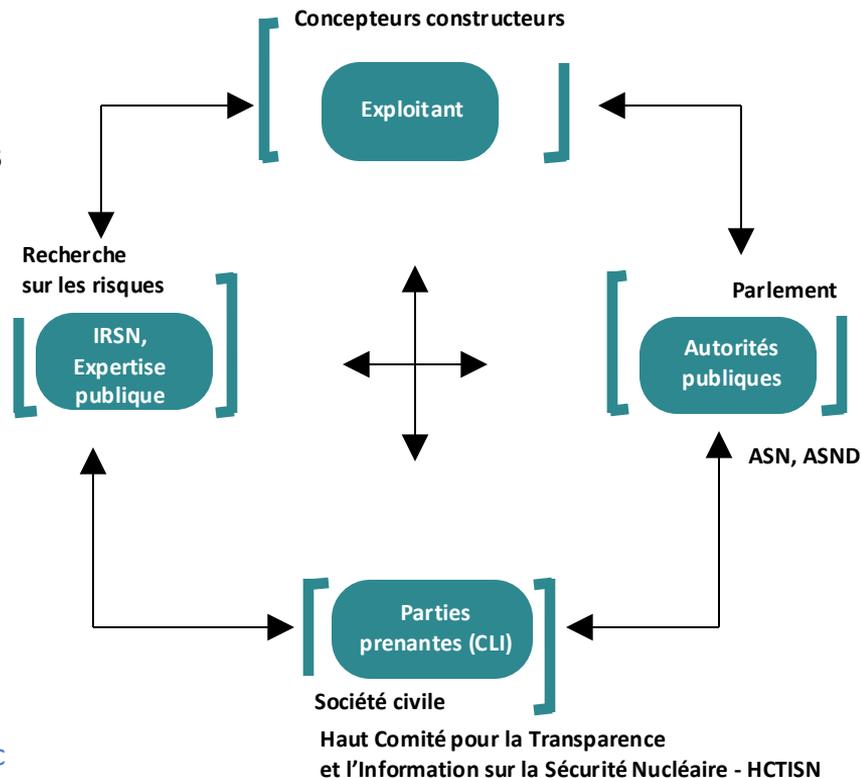
Nathalie BERTRAND - IRSN

L'évaluation d'aléas naturels extrêmes au cœur des missions de l'IRSN - Présentation de l'Institut

- EPIC sous la tutelle des ministres chargés de la défense, de l'environnement, de l'énergie, de la recherche et de la santé
- **Expert public en matière de recherche et d'expertise sur les risques nucléaires et radiologiques**
- **Domaines d'activité :**
 - **sûreté nucléaire**
 - sûreté des transports de matières radioactives et fissiles
 - protection des travailleurs, de la population et de l'environnement contre les risques liés aux rayonnements ionisants
 - surveillance et intervention en situation d'urgence radiologique
 - protection et contrôle des matières nucléaires
 - protection des installations nucléaires et transports de matières radioactives et fissiles contre les actes de malveillance

Trois grandes missions :

- Appui et **concours techniques aux autorités publiques**
- Recherches/services d'intérêt public, incluant **l'information du public**
- Prestations contractuelles d'expertises, d'études, de mesures



Un bureau mêlant expertise et recherche

■ Unité créée en 2007 avec l'expertise en cœur de métier

- Contributions aux évaluations des dossiers de sûreté des INB / INBS
- Avis sites ou faisant référence à l'échelle du site
- Participation à l'élaboration de guides

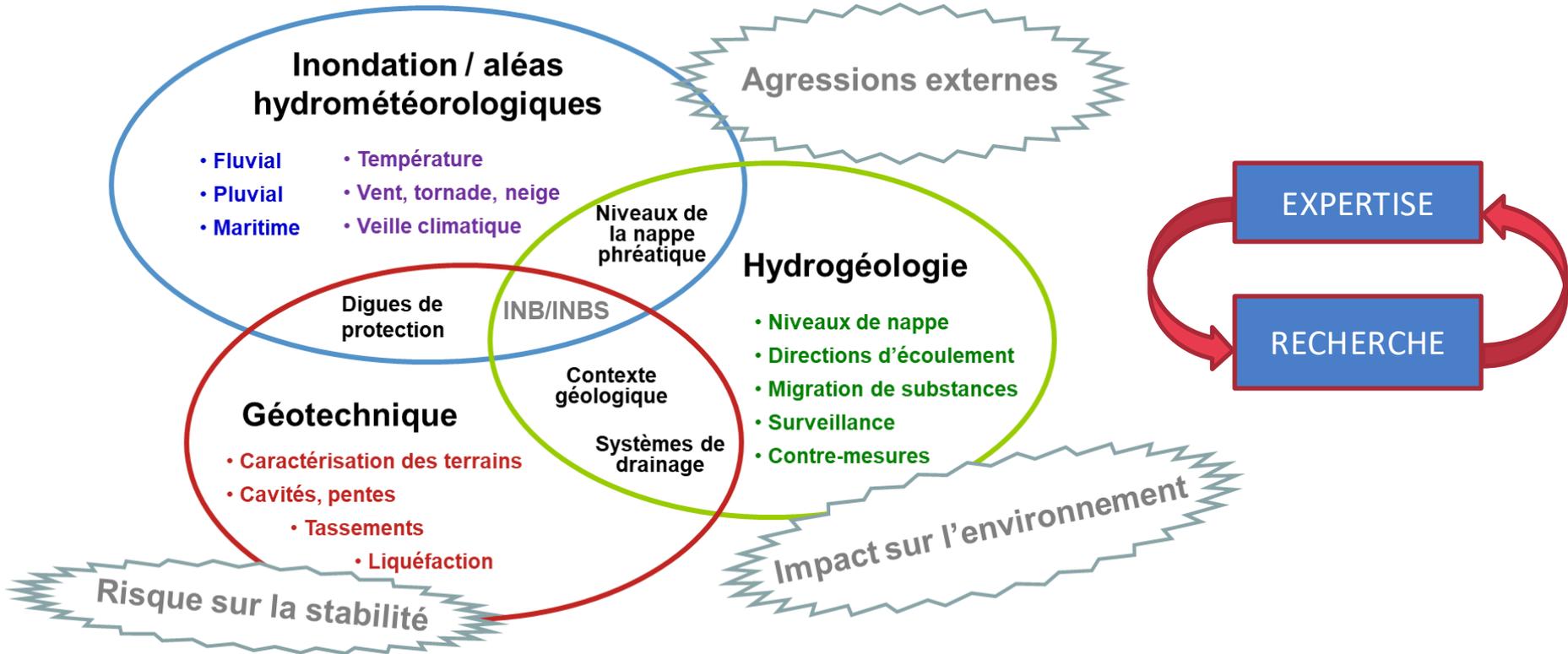
■ Recherche en inondation : depuis 2009

- Développement d'outils et méthodes (approches statistiques et modélisations numériques)
- Applications maritimes et fluviales principalement

■ Recherche sur les aléas météorologiques : croissante depuis 10 ans

- Développement d'outils/méthodes statistiques, prise en compte du changement climatique
- Dépendance aux modèles climatiques

Domaines d'activité du bureau « BEHRIG »



L'expertise au BEHRIG

50 ans

100 ans

1 000 ans

10 000 ans

100 000 ans

Période de retour

Approches
déterministes

Niveaux de « dimensionnement »

Calcul de « niveaux de retour » jugés raisonnables

Prise en compte de conjonctions, des incertitudes voire de marges (aléa et dimensionnement)

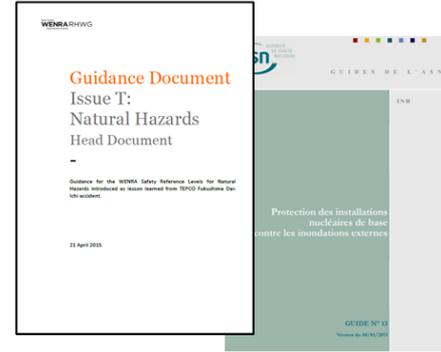
Guide WENRA, Guide ASN n°13 de l'ASN (inondation)

↳ Probabilité cible de $10^{-4}/\text{an}$

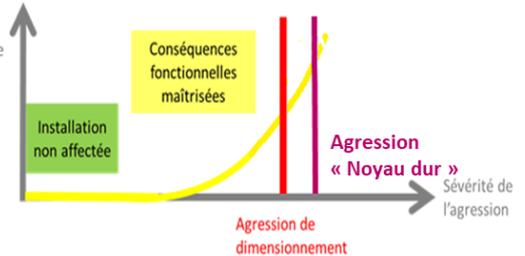
Eurocodes (vent, neige, températures) : 50 ans

Niveaux « noyau dur »

Définition de niveaux d'aléas complémentaires pour vérifier que les équipements les plus importants sont protégés contre des agressions plus sévères



Conséquences Fonctionnelles de l'agression sur l'installation



Approches
probabilistes

Eclairage sur les niveaux déterministes

Peu à peu intégrées aux Etudes probabilistes de sûreté (EPS) visant à limiter le risque de fusion du cœur

L'expertise au BEHRIG - Développement de guides



Inondation de La Faute sur Mer après la tempête Xynthia (2010)



Inondation partielle du Blayais après la tempête Martin (1999)

RFS 1.2.e (1984)

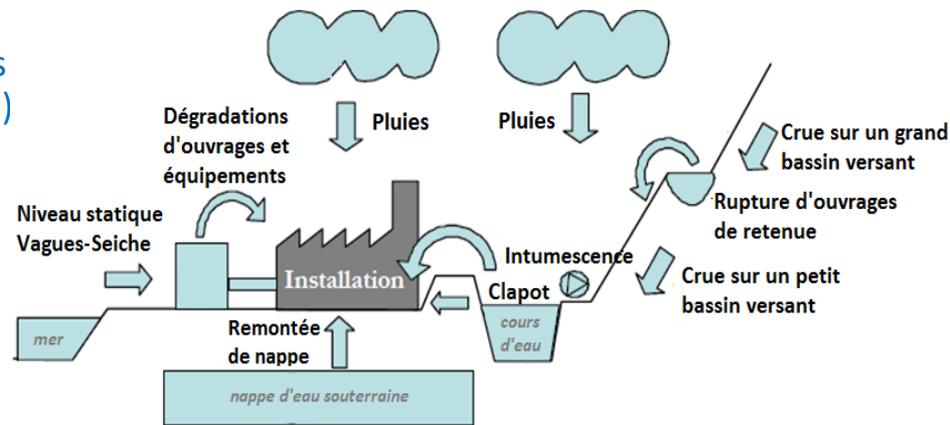
Méthode « REX Blayais (2001-2007)

Guide ASN n°13 (2013)



En cours : élaboration d'un guide sur le vent et la neige en sûreté nucléaire

Lancement d'un groupe de travail sur les températures de l'air et de l'eau



11 sources d'inondation possibles pour un site nucléaire (guide n°13 de l'ASN)

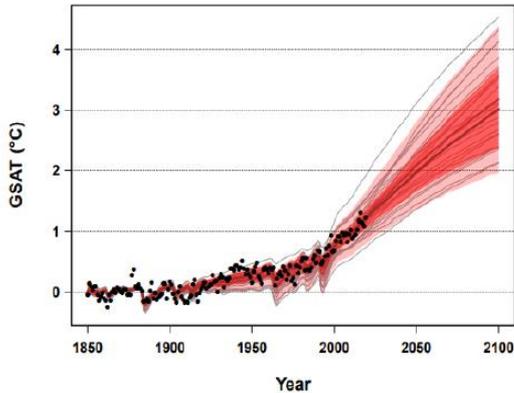
Undergoing research on climate change

3 PhD

Extreme temperature in France by 2100



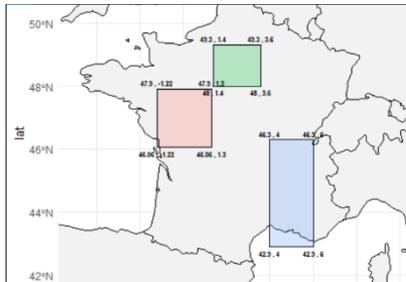
Occitane Barbaux (2nd year) :
Development of a method to characterize extreme temperatures at a local scale



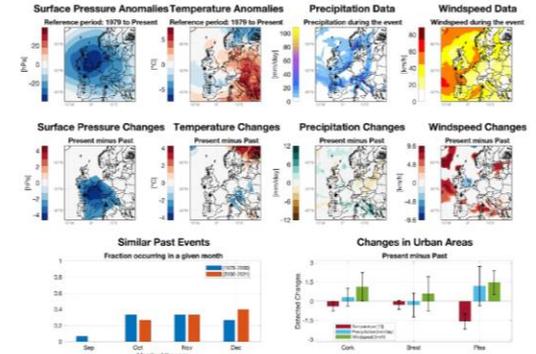
Modeling extreme rainfall in a spatial and nonstationary framework.



Antoine Chapon (2nd year) :
Development of a statistical tool to modeling extreme rainfall using a spatial approach within a region and accounting for non-stationary aspects.



Impact of climate change on the frequency and intensity of extreme weather events and their combinations in France
Clara Naldesi (1st year) : 
Use of attribution methods to identify changes in climate dynamics.

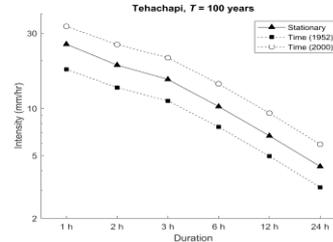
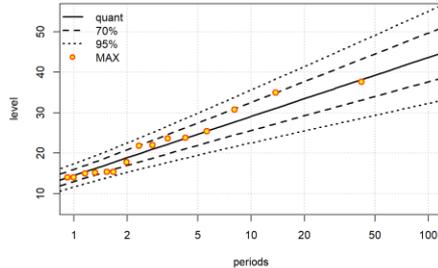


Rainfall

Statistical extrapolation → minimum frequency of 10^{-2} /year

The reference rainfalls are defined by the upper bound 95 % confidence interval of the extreme intensity, with a return period of 100 years, calculated for a representative site weather conditions station

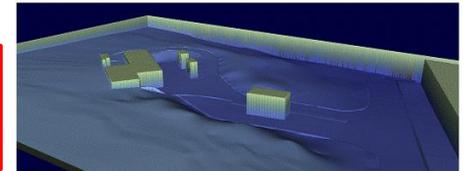
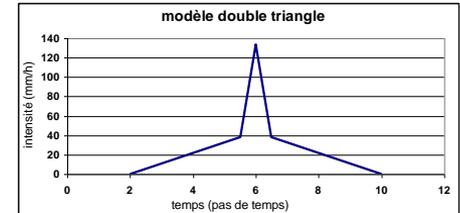
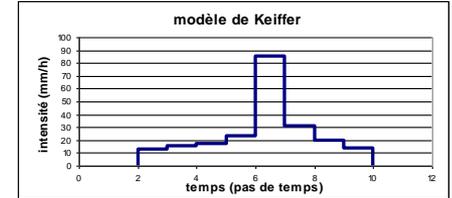
Various durations of rainfalls shall be considered to get the most challenging conditions for the design



→ Local analysis of rainfall without considering climate change



Guide provides recommendations For each inondation scenarios

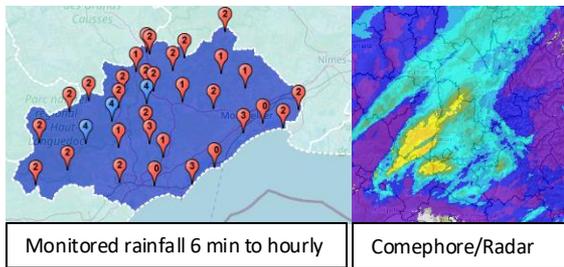


Modeling extreme rainfall in a spatial and nonstationary framework - (PhD Antoine Chapon INRS-IRSN)

Development of a new statistical method to quantify rainfall event under climate change

Rainfall data

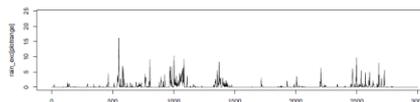
Deep learning



Rainfall generator

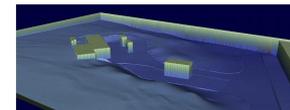
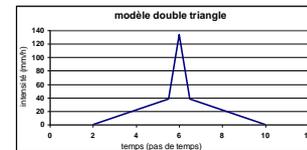
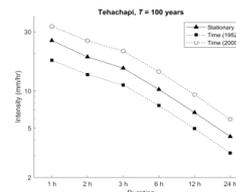
Stochastic generator
for hourly rainfall at multiple sites

- Hawkes processus
- Extended generalized Pareto with Copula



spatial and
nonstationary framework

Investigate flood issues



Our need to use AI - Climate hazards in a changing climate

- Spatial downscaling from global climate projections to local estimates
- Temporal downscaling

