

Séminaire IRSN / ANCCLI du 14 septembre
Enjeux de sûreté suite à l'accident de Fukushima



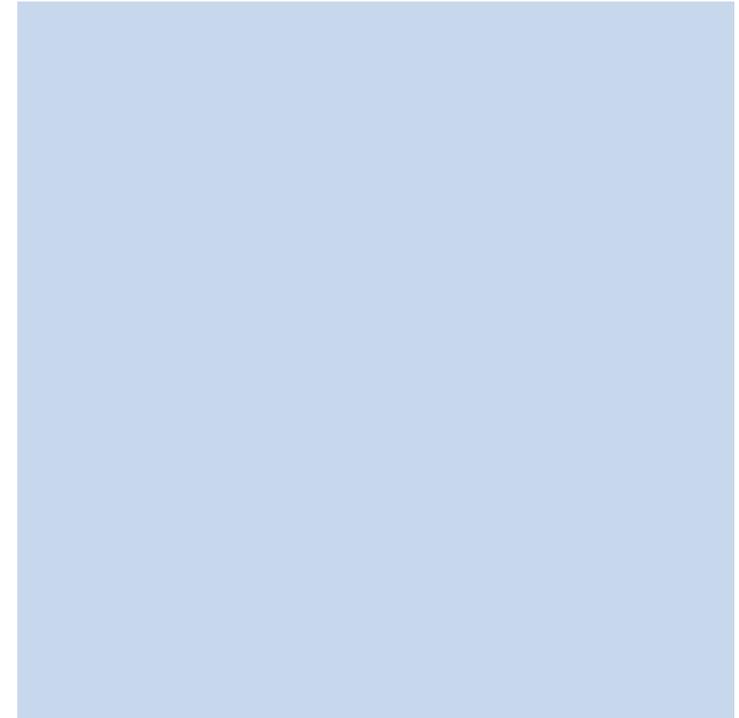
Faire avancer la sûreté nucléaire

Evaluation de l'aléa Inondation

Présenté par Vincent REBOUR



Systeme de management
de la qualité IRSN certifié



SOMMAIRE

- | Contexte
- | Identification des sources d'eau et des phénomènes
- | Définition de l'aléa par des Situations à prendre en compte pour le risque d'inondation - SRI
- | Exemple de calcul d'une SRI
- | Effets redoutés de l'aléa inondation

Contexte

- La RFS 1.2.e, établie en 1984, applicable aux REP en exploitation, définit
 - **méthode de calcul acceptable de la Cote Majorée de Sécurité (CMS), pour 3 types de sites**
 - fluviaux
 - de bord de mer
 - d'estuaire
 - **mode de prise en compte des incertitudes**
 - **principes de conception des installations visant à garantir, en cas d'inondation**
 - l'arrêt sûr des réacteurs
 - le refroidissement du combustible
 - le confinement des produits radioactifs

Contexte

- **Blayais 1999** : tempête pendant marée haute, effet du vent local non pris en compte (pertes réseau électrique, inondation par des vagues franchissant la digue de protection, isolement du site)
- Ré-examen des protections contre l'inondation des REP (Méthode REX-Blayais développée par EDF)
- Nécessité d'une révision de la RFS soulignée lors de la réunion du GPR du 20/12/2001

Contexte

DGSNR a demandé que la rédaction d'un guide remplaçant la RFS 1.2.e (lettre DGSNR DEP/SD2 164-2005)

- ✓ concerne **tout type d'installations nucléaires**
- ✓ porte sur
 - le choix et la conjonction des **aléas susceptibles de conduire à une inondation** du site ou bien des locaux
 - les méthodes de caractérisation de l'ensemble de ces aléas
- ✓ soit prise en charge par un **groupe de travail piloté par IRSN et DGSNR** composé de d'experts (hydrologie, météorologie...), des exploitants d'installations nucléaires, d'administrations et d'appuis techniques

Contexte

2010 : Consultation par l'ASN

- Organismes impliqués dans le GT, l'ensemble des exploitants, les administrations, Internet ...
- 350 propositions de modifications du projet de guide « émanant du GT »

2011-2012 : Modification du projet de guide

- Analyse des propositions par l'IRSN
- Examen par les Groupes Permanents d'Experts

2012 : Publication du guide par l'ASN



19 REP

14 sites « rivière »

4 sites « côtiers »

1 site « estuaire »

REP			RNR
900 MWe	1300 MWe	1400 MWe	

Autres Installations Nucléaires



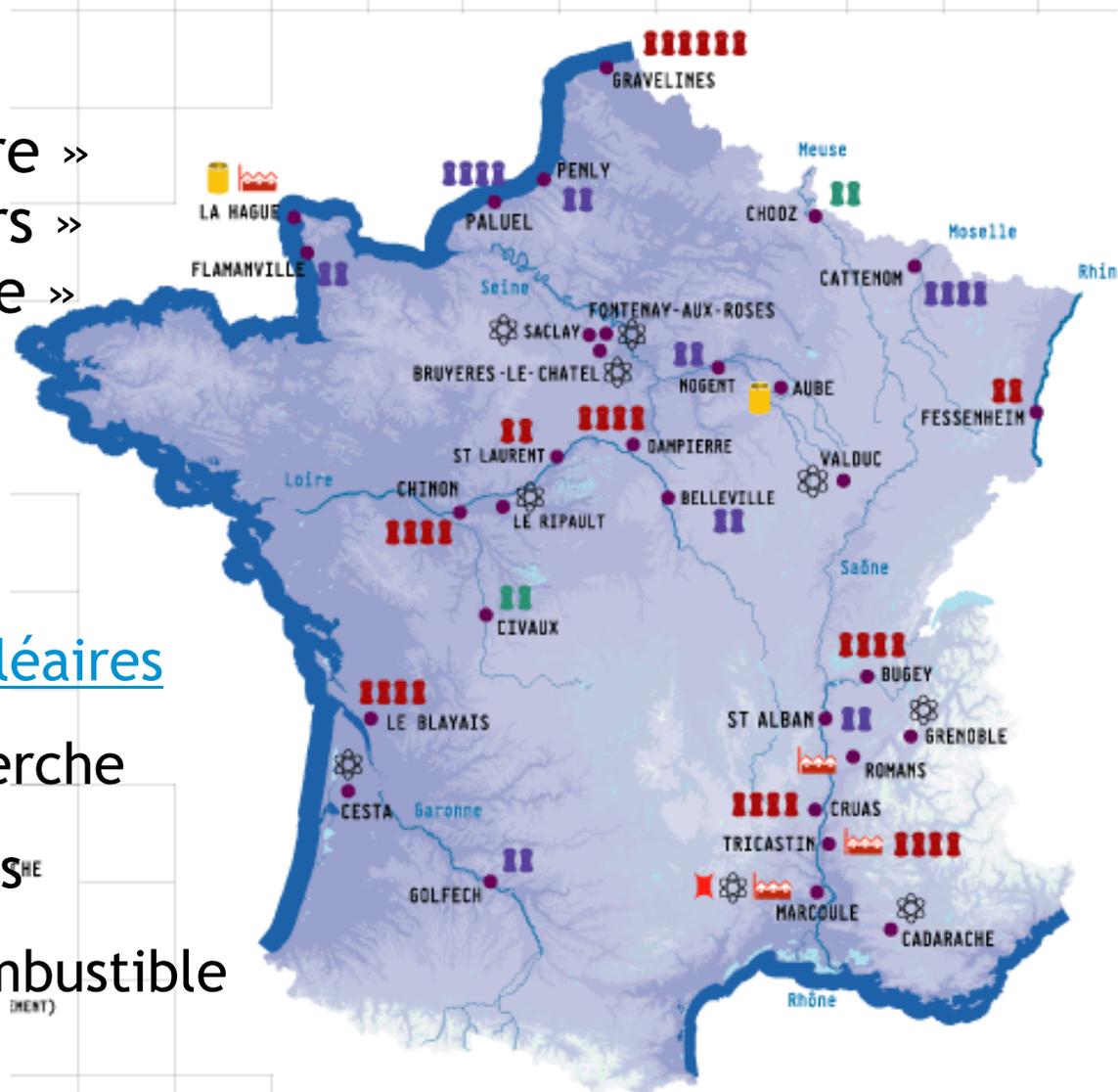
Centres de recherche



Stockage Déchets^{HE}



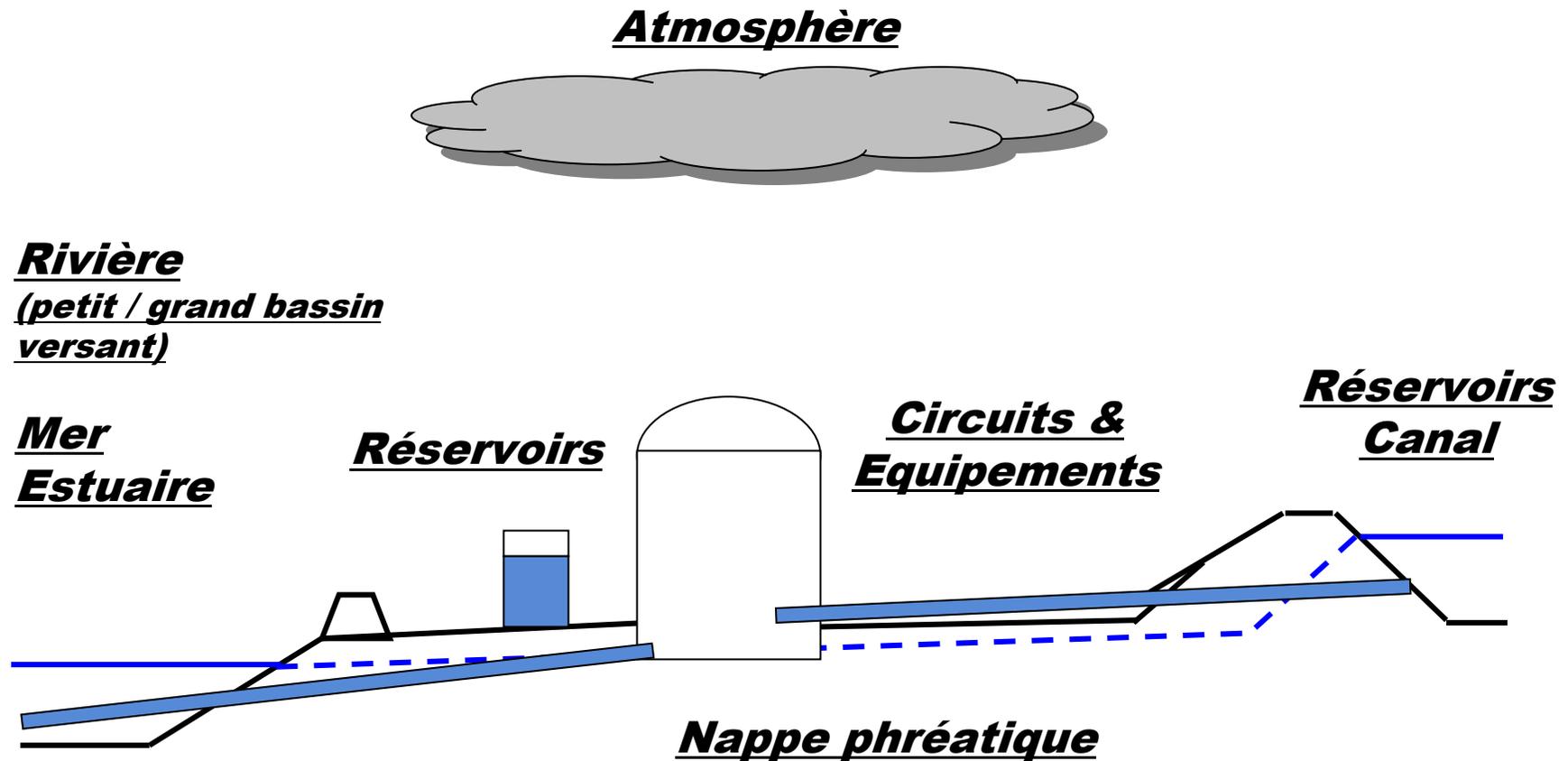
Usines Cycle Combustible

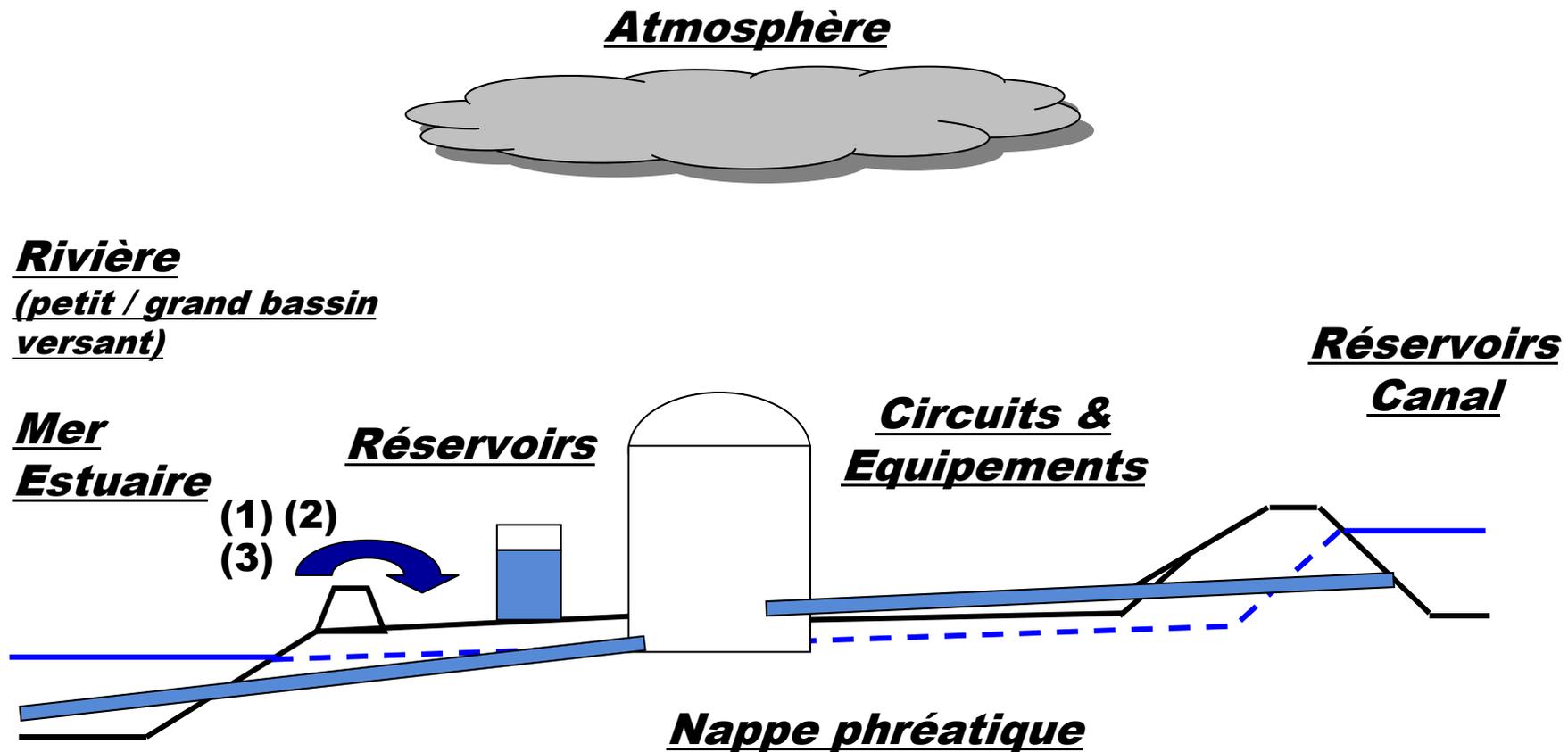


Variabilité des conditions environnementales

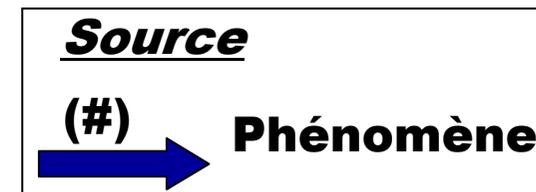
⇒ Diversité des sources

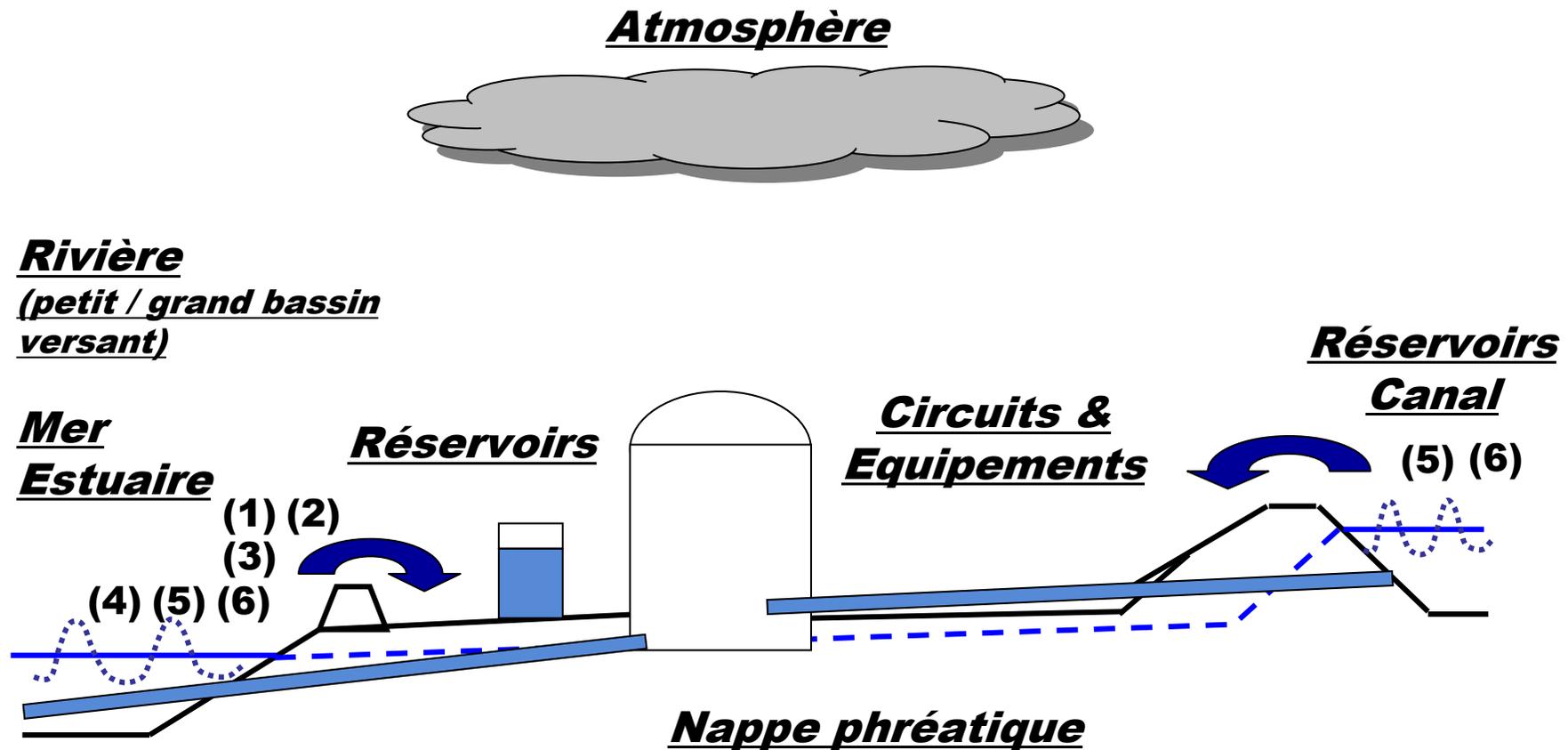
Sources et phénomènes





- (1) Crue de rivière principale
- (2) Rupture de barrage
- (3) Niveau marin extrême (marée + surcote)





- (1) Crue de rivière principale
- (2) Rupture de barrage
- (3) Niveau marin extrême

- (4) Houle maritime
- (5) Clapot sur rivière ou canal
- (6) Intumescence

Clapot



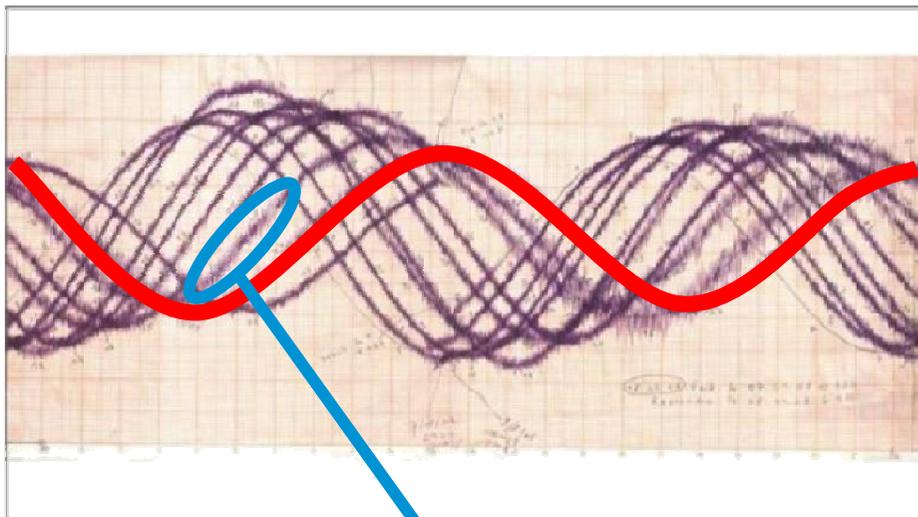
Intumescence

→ générée par une opération sur des vannes ou des pompes

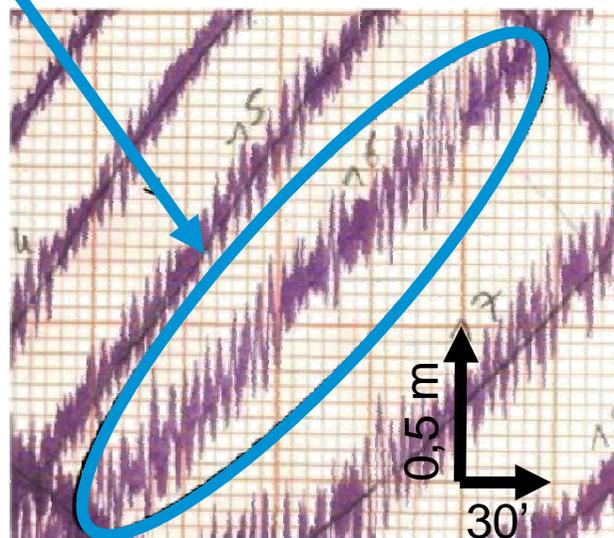


➔ Usine hydro-
électrique

Seiche

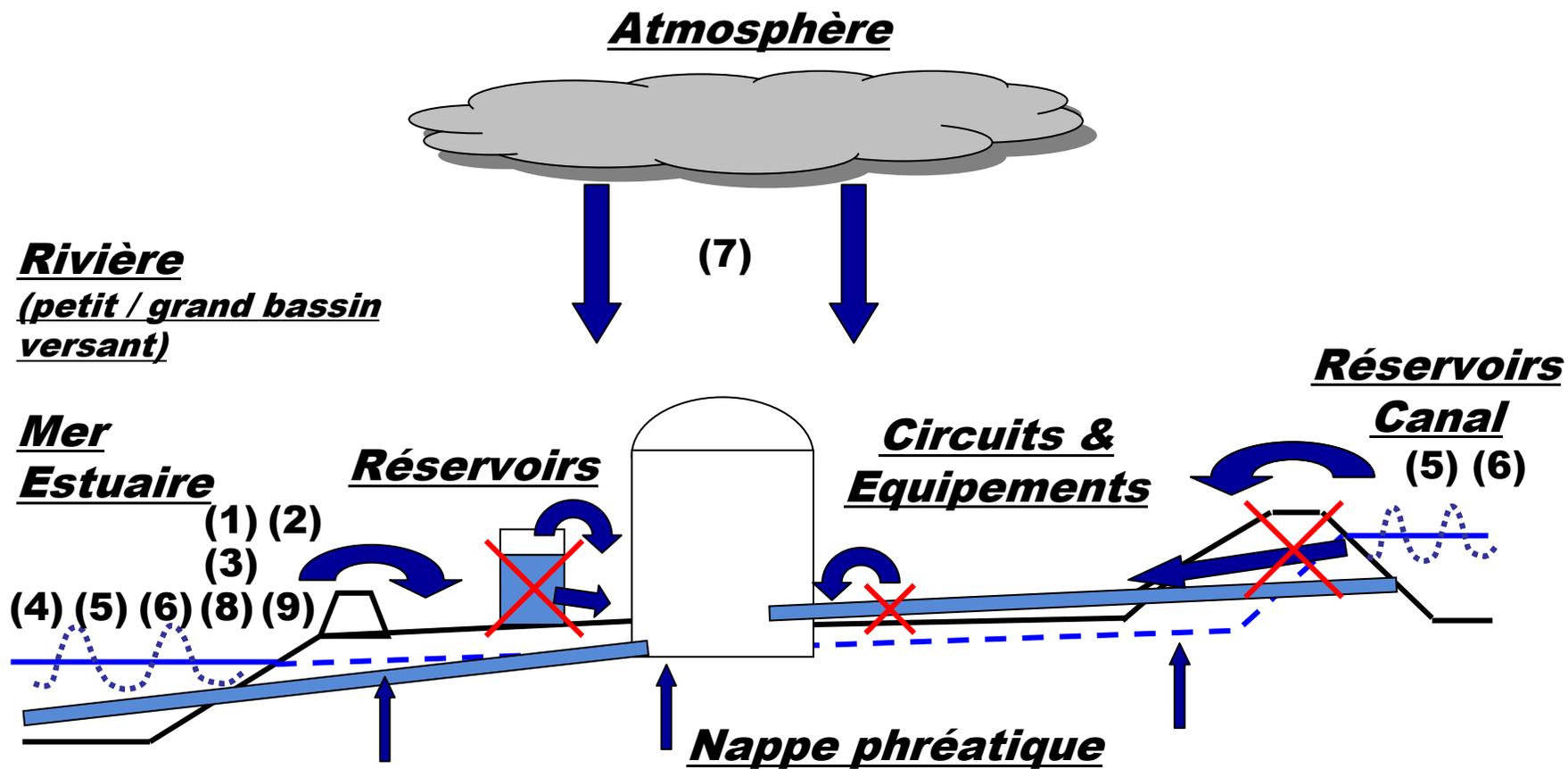


Marée
~2 m



Seiche
(oscillation)
~0,30 m

D'après document SHOM



- (1) Crue de rivière principale
- (2) Rupture de barrage
- (3) Niveau marin extrême
- (4) Houle maritime
- (5) Clapot sur rivière ou canal
- (6) Intumescence

- (7) Pluies sur le site
- (8) Crue de petite rivière
- (9) Seiche
- (10) Remontée de nappe
- (11) Dégradation de réservoir et rupture de circuits ou d'équipements

SRI

- L'aléa inondation est défini par un ensemble de « scénarios » ou de « situations »
- Les **Situations à prendre en compte pour le risque d'inondation - SRI**
 - Définies à partir d'un événement ou d'une conjonction d'événements dont les caractéristiques sont éventuellement majorées (conjonction pénalisante ou majoration permettant de compenser les limites de connaissances actuelles).
 - Les SRI sont exprimées soit à partir d'une exploitation statistique des données disponibles, soit de façon déterministe.

SRI

I Approche statistique

- Mesure d'un paramètre au cours du temps
- Constitution d'un échantillon de données
- Définition d'une relation entre les valeurs des données et la fréquence de dépassement de ces valeurs (1/période de retour)
- Extrapolation pour obtenir la valeur extrême correspondant à la fréquence souhaitée

I Approche déterministe

- Description du phénomène par un « modèle »
- Utilisation d'hypothèses pessimistes lors du choix des paramètres du modèle et des données d'entrée du calcul
- Pour obtenir un résultat conservatif

I Approche probabiliste - pas utilisée

SRI

| Les caractéristiques des SRI

| Intensité

- niveau d'eau, volume d'eau, débit, intensité de la pluie ... dépend du phénomène

| Durée

- de la période de forte intensité
- entre l'intensité "normale" et de la forte intensité

| Fréquence

- dans le cas d'une approche statistique

SRI

I 11 SRI

- PLU Pluies
- CPB Crue sur un petit bassin versant
- CGB Crue sur un grand bassin versant
- DDOCE Dégradations ou dysfonctionnements d'ouvrages, de circuits ou d'équipements
- INT Intumescence - Dysfonctionnement d'ouvrages hydrauliques
- RNP Remontée de la nappe phréatique
- ROR Rupture d'un ouvrage de retenue
- CLA Clapot
- NMA Niveau marin
- VAG Vagues
- SEI Seiche

Méthode de calcul des SRI : exemple de la crue sur un grand bassin versant

- Partie 1 : Etude **statistique** du débit
 - Objectif : Calculer le débit de référence (débit millénal majoré de 15 %)

- Partie 2 : Calcul des hauteurs d'eau – approche **déterministe**
 - Objectif : Calculer les niveaux extrêmes

Expl. de la crue - Etude statistique du débit (1)

| Etape 1 : Collecte des données

- Station de mesure représentative
- Débits mesurés "en continu"
- Débits de crues historiques

| Etape 2 : Travail sur les données

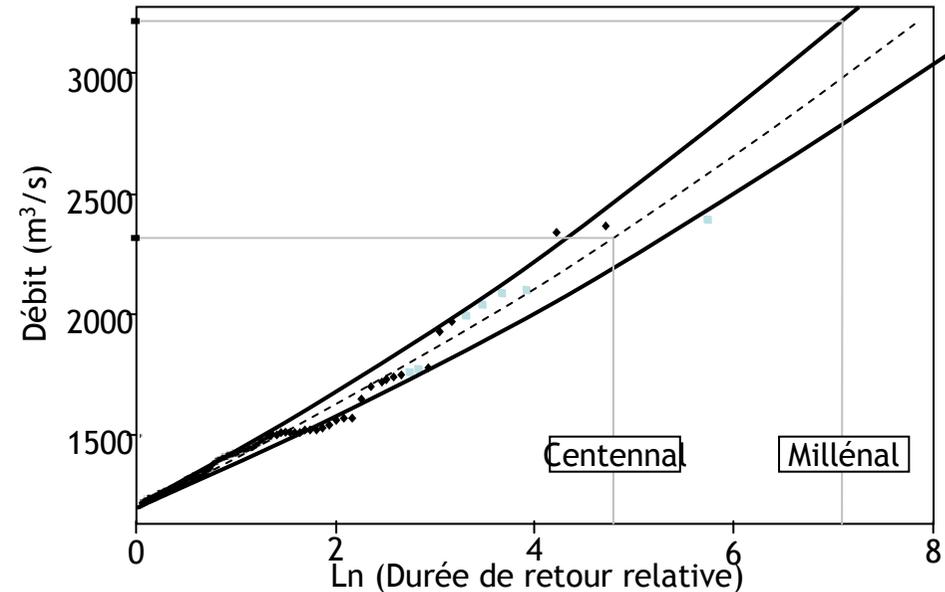
- Critique des données
- Correction
- Reconstitution

Expl. de la crue - Etude statistique du débit (2)

Etape 3 : Extrapolation statistique

↪ **Méthode à seuil** qui permet d'intégrer dans l'échantillon des observations historiques

↪ **La valeur de référence est à la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70%**

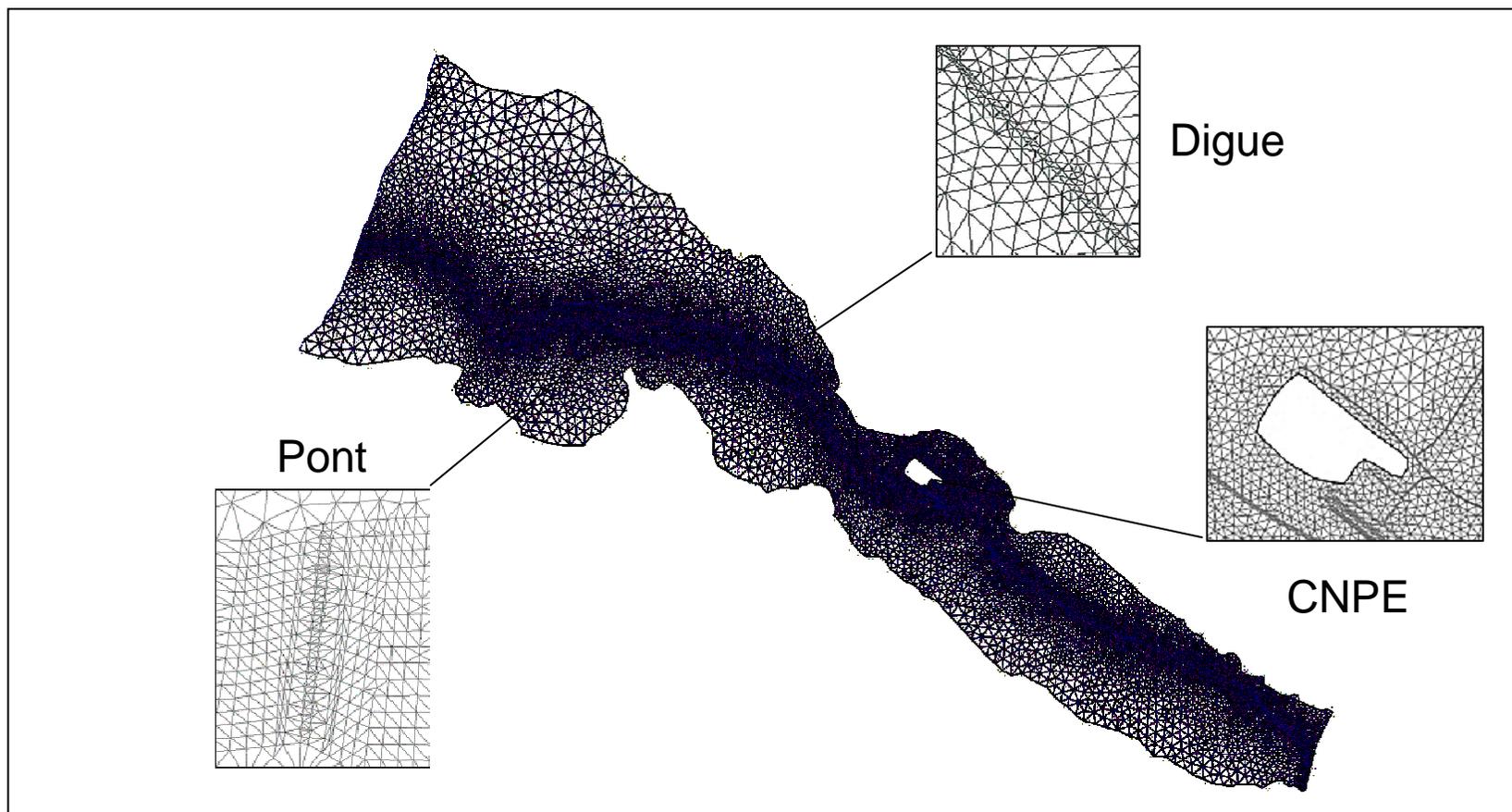


Limites des extrapolations statistiques : les périodes d'observations couvrent environ 100 ans → la fréquence minimale est de 10^{-3} /an

Etape 4 : Le débit millénal calculé est majoré de 15 %

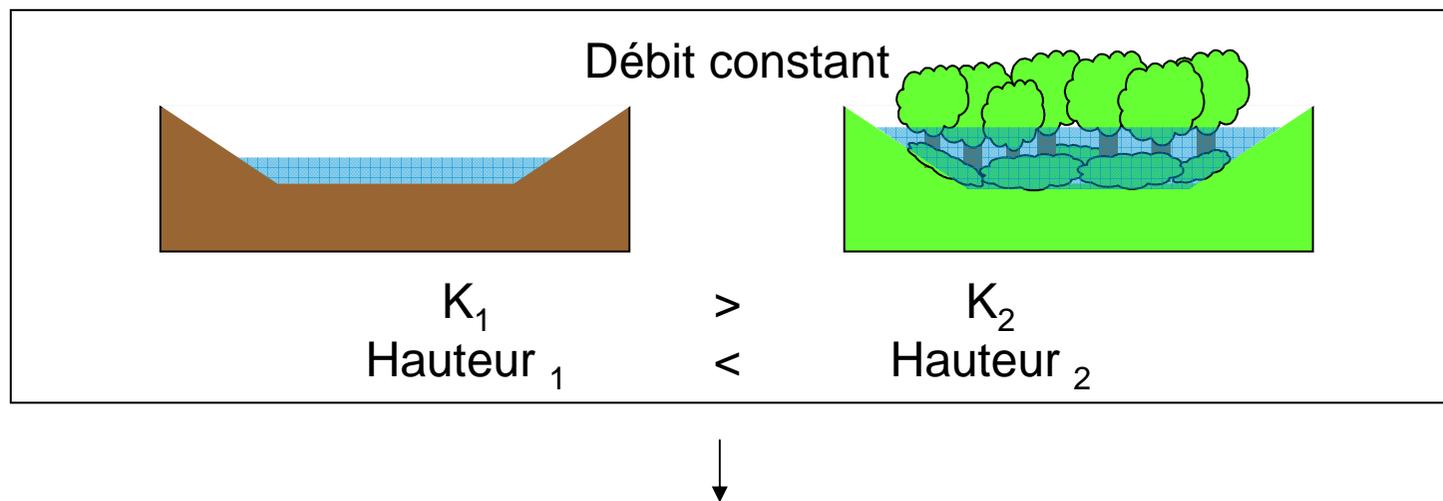
Expl. de la crue - Calcul des hauteurs d'eau (1)

Etape 1 : Construction du modèle



Expl. de la crue - Calcul des hauteurs d'eau (2)

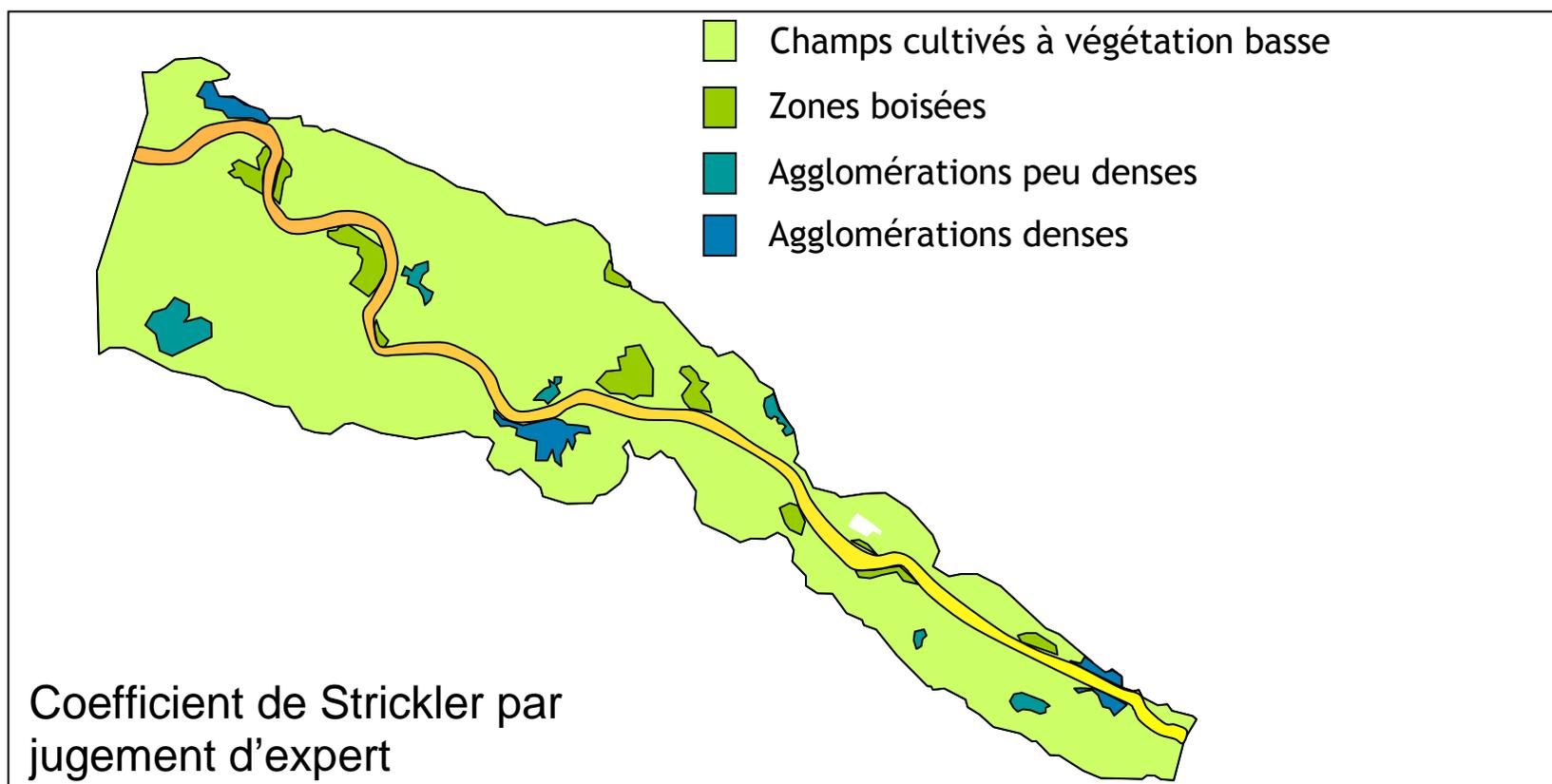
■ Etape 2 : Paramétrage du modèle - Coefficient de Strickler



Influence potentiellement très significative

Expl. de la crue - Calcul des hauteurs d'eau (3)

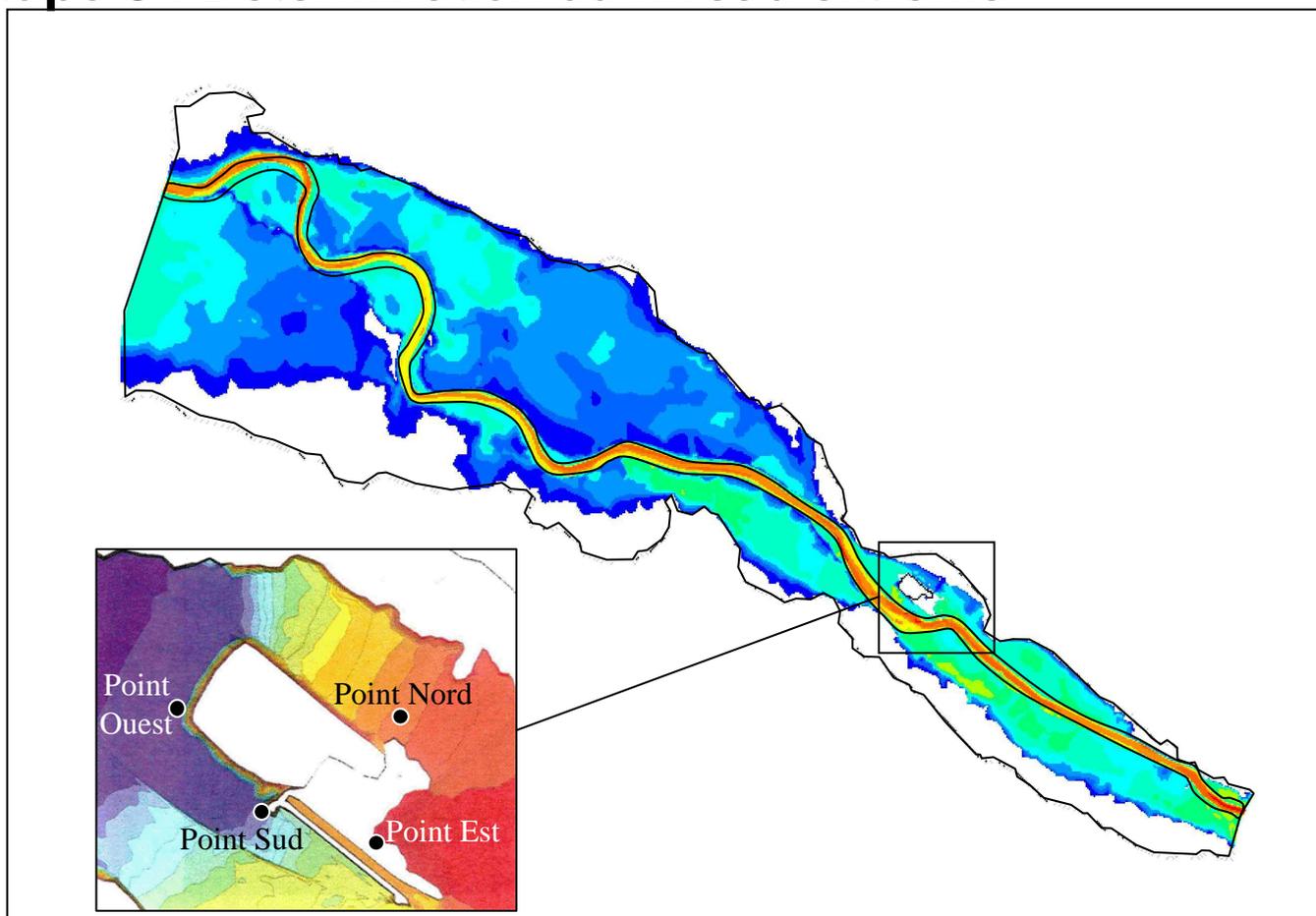
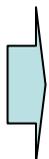
Etape 2 : Paramétrage du modèle - Coefficient de Strickler



Expl. de la crue - Calcul des hauteurs d'eau (4)

Etape 3 : Détermination du niveau extrême

Débit
millénal
+ 15%



Cotes
Crue
naturelle

Effets redoutés de l'aléa inondation (1)

- Entrée d'eau dans l'installation
- Transport de débris et augmentation de la turbidité de la source froide

risque de colmatage
pouvant entraîner la
dégradation des matériels
de filtration de l'eau brute



Effets redoutés de l'aléa inondation (2)

Transport / Submersion des voies de communication

→ risque d'isolement du site



Submersion des postes électriques ou instabilité de pylônes situés en zone inondée

→ risque de perte des alimentations électriques externes