

Changement climatique & Modélisation des risques naturels en France

Chaire DIALOG

Eve Titon

Antoine Rainaud

27 JUIN 2024

 Milliman



Changement climatique & Modélisation des risques naturels en France



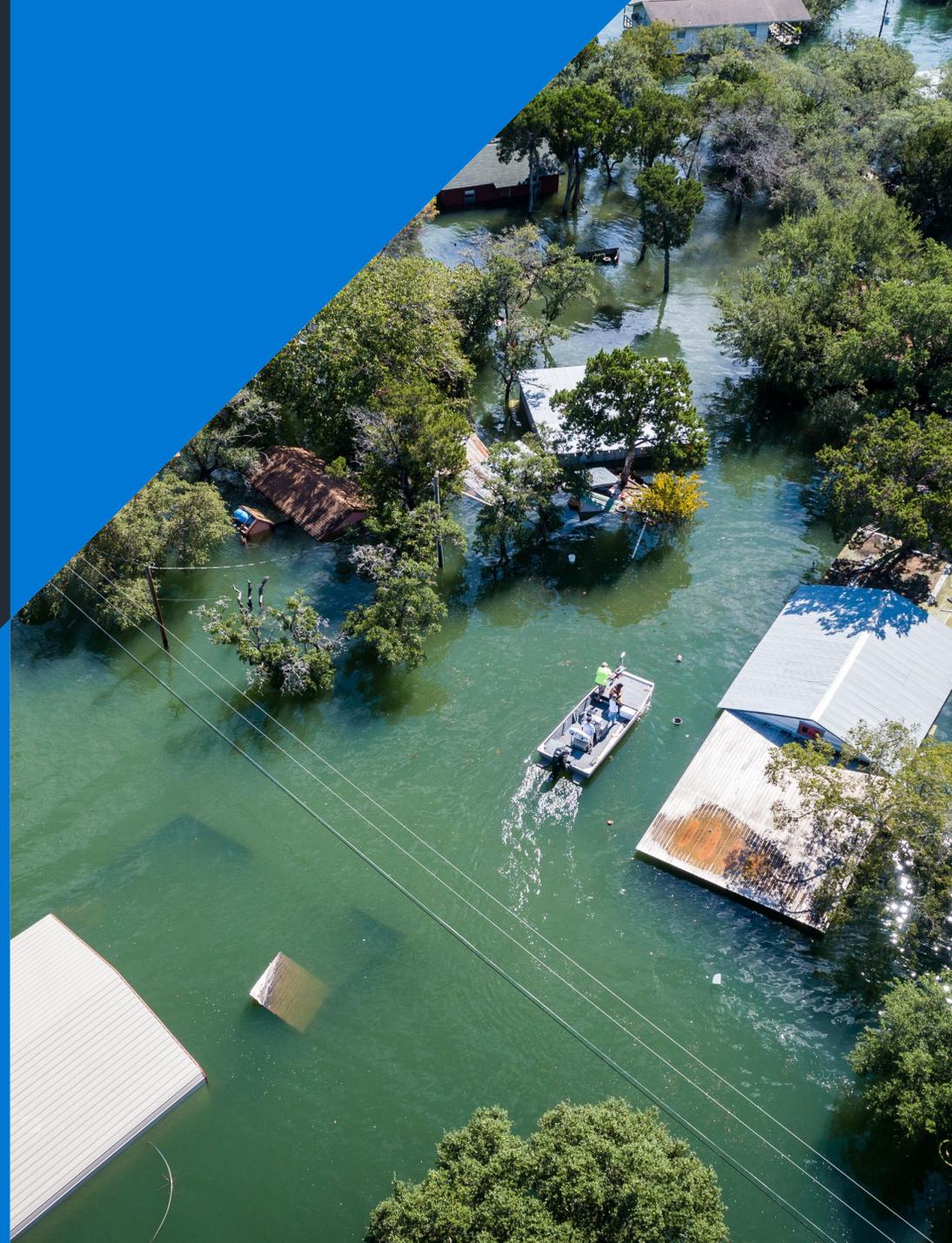
Présentation du
peril inondation

Enjeux
assurantiels

Facteurs-clés
déterminant
l'ampleur des
dommages

Données et
techniques pour
modéliser
l'inondation

Présentation du péril inondation



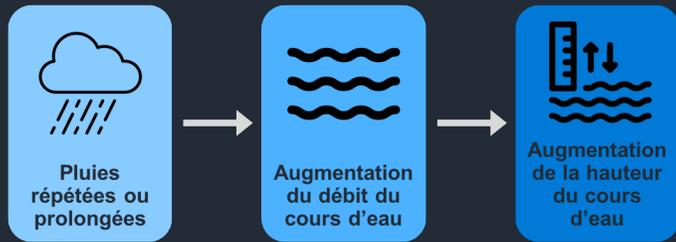
« L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau »

Source : Géorisques

Les différents types d'inondations

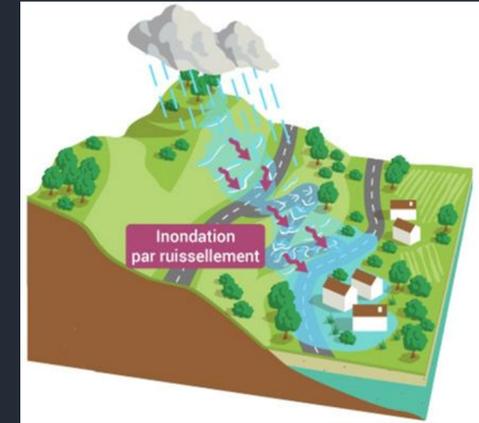
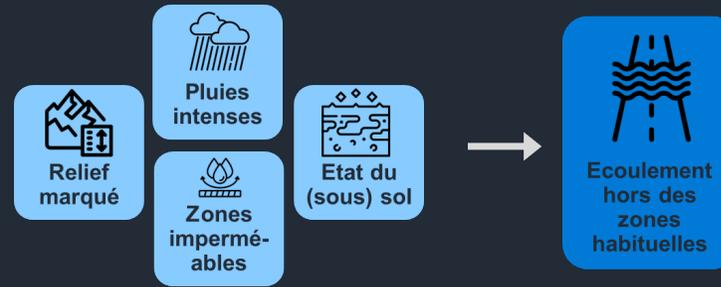
Les inondations par **débordement de cours d'eau**, de type « **crues lentes de plaine** », se produisent lorsqu'un fleuve ou une rivière sort lentement de son lit mineur et envahit son lit moyen, voire son lit majeur.

Le phénomène :



Source : Géorisques

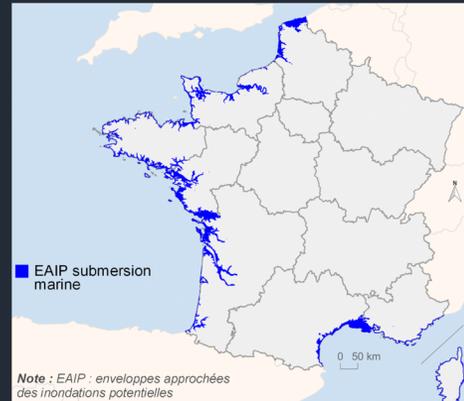
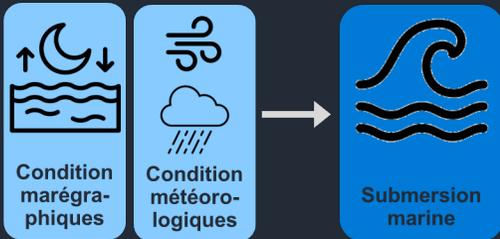
Les inondations par **ruissellement**, se produisent lorsque les précipitations ne peuvent pas ou plus s'infiltrer dans le sol. Les eaux ruissellent alors dans des zones habituellement sèches.



Source : Agence française pour la biodiversité

Les **submersions marines** sont des inondations rapides et de courtes durées de la zone côtière par la mer lors de conditions météorologiques et océaniques défavorables.

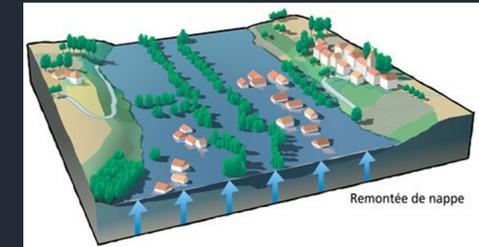
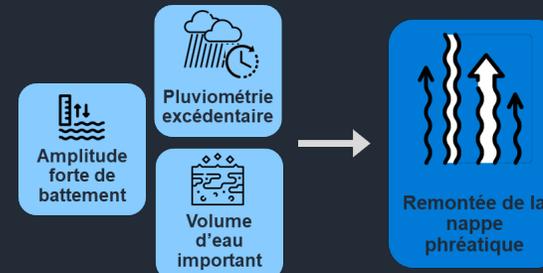
On distingue **trois modes de submersion marine** : la submersion par **débordement**, la submersion par **franchissements de paquets** de mer liés aux vagues et la submersion **par rupture du système de protection**.



Source : Géorisques & Gouvernement

Les **nappes phréatiques** sont alimentées (rechargées) par l'infiltration d'une partie de l'eau de pluie qui atteint le sol. Leur niveau varie de façon saisonnière.

Si des événements pluvieux exceptionnels surviennent et engendrent une recharge exceptionnelle, le niveau de la nappe peut alors atteindre la surface du sol et provoquer une inondation "par **remontée de nappe**".

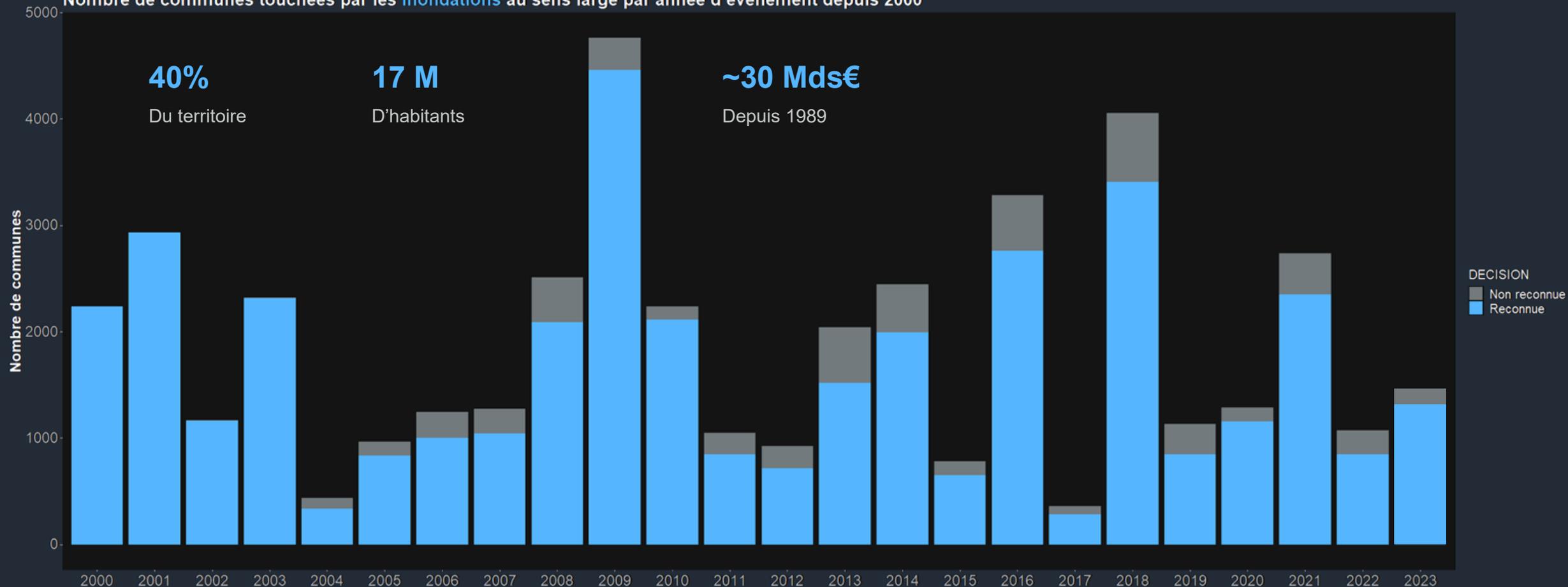


Source : Géorisques

L'historique du péril (1)

Un risque majeur en France

Nombre de communes touchées par les inondations au sens large par année d'événement depuis 2000

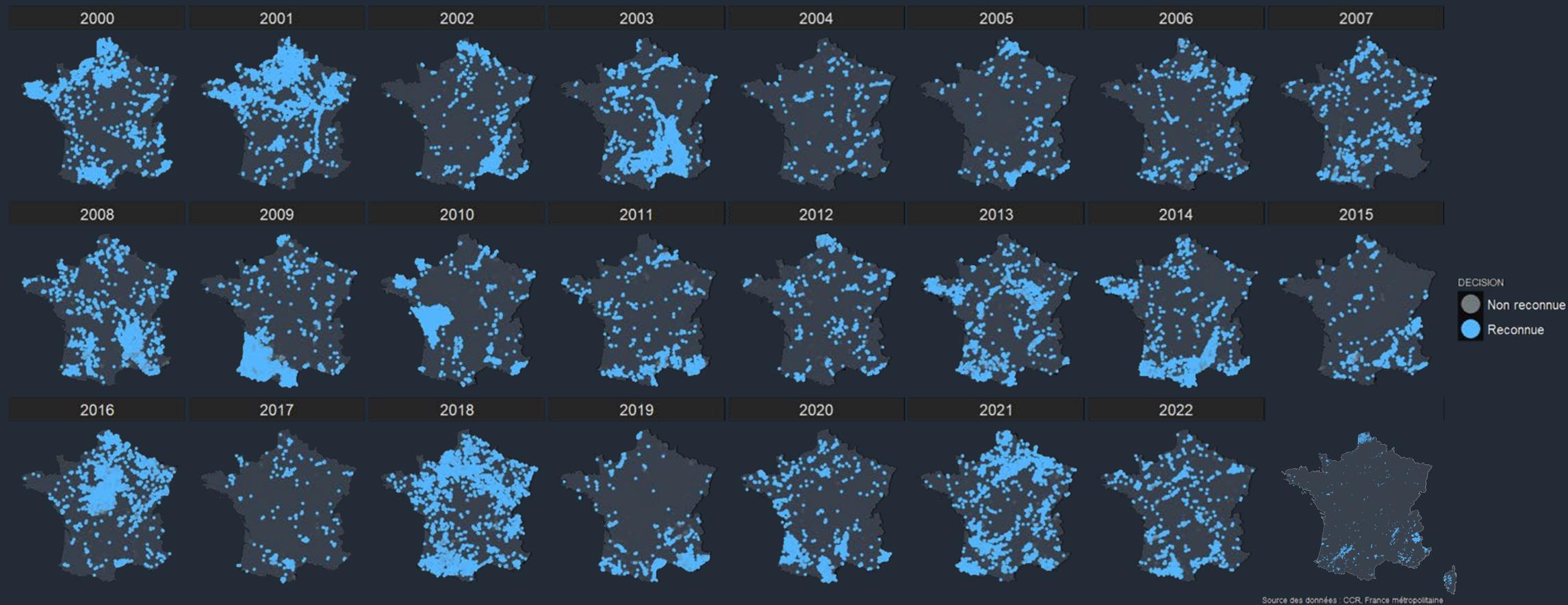


Source des données : CCR, France métropolitaine

L'historique du péril (2)

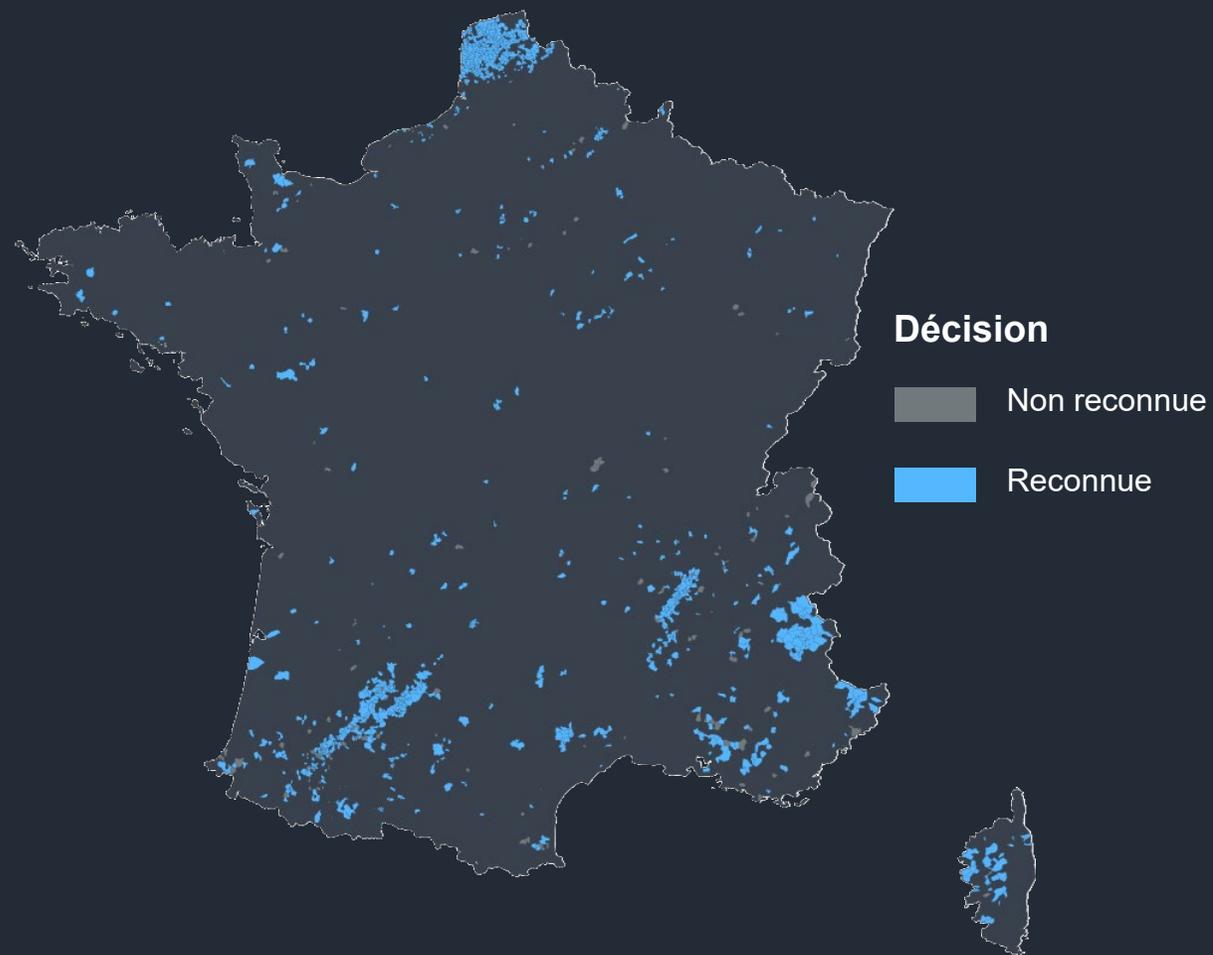
Version spatiale

Communes ayant fait une demande de reconnaissance en Cat Nat **Inondations** depuis 2000



L'historique du péril (3)

Communes ayant fait une demande de reconnaissance
CAT NAT en 2023



Les inondations et le dérèglement climatique

Des rapports d'experts structurants



- Une augmentation d'environ **110%** de la sinistralité 'inondation'
- Une baisse globale des précipitations mais une hausse significative des périodes de **précipitations intenses**
- Le **développement des enjeux assurés** constitue un vecteur important d'augmentation de la sinistralité

Enjeux assurantiels



Inondations: quels enjeux pour les assureurs?

Tarification

- Possibilité de produire des modèles de prime pure plus précis
- Prise en compte des changements climatiques

Souscription

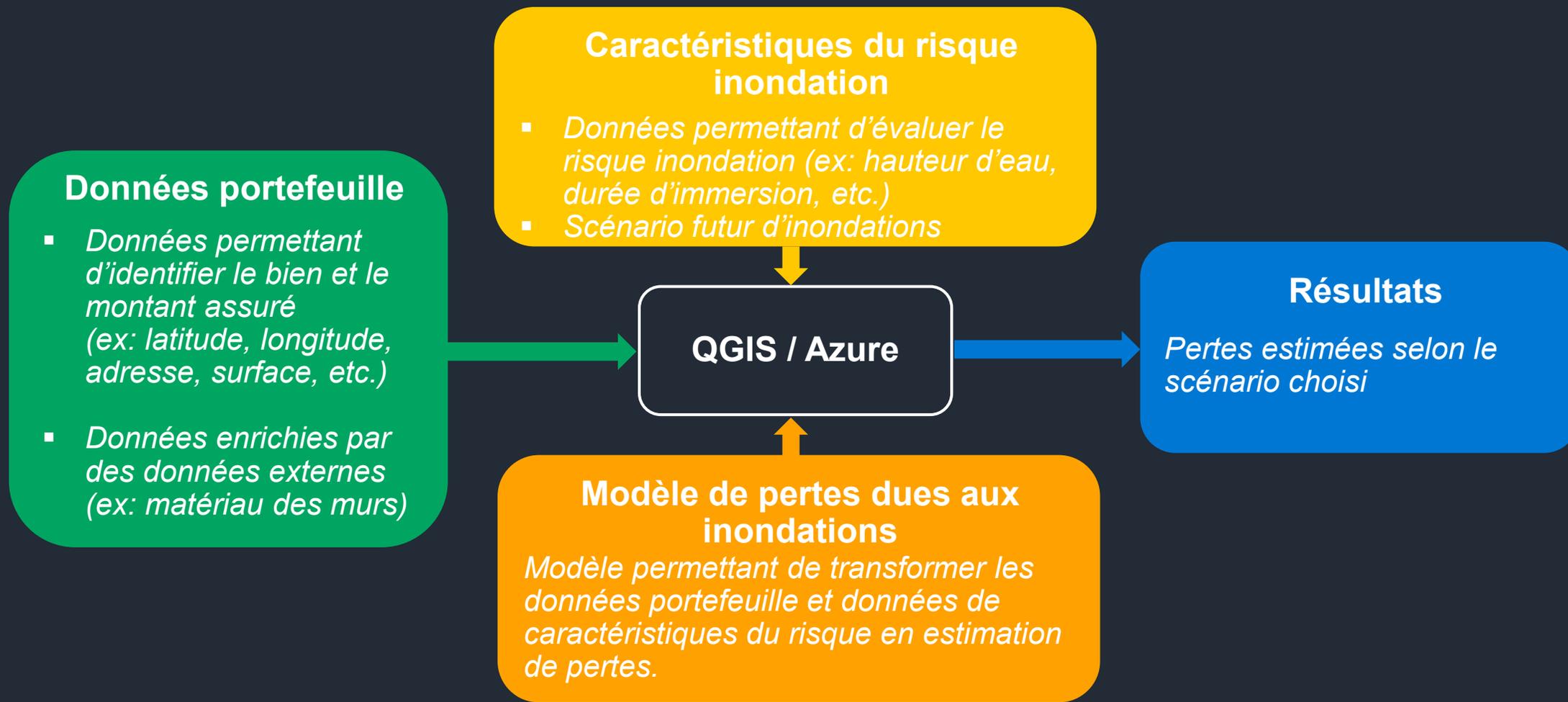
- Inclusion de nouvelles questions dans le processus de souscription
- Mesures incitatives à la prévention

Sinistralité

- Estimation des coûts plus rapides
- Provisionnement des sinistres larges

Vue d'ensemble d'un cadre de modélisation du coût des inondations

Intégration de scénarios climatiques et projections



Travaux de Milliman



Les bureaux européens de Milliman ont mis au point conjointement un framework afin de répondre à cette problématique, avec un focus sur les **inondations par débordement**.

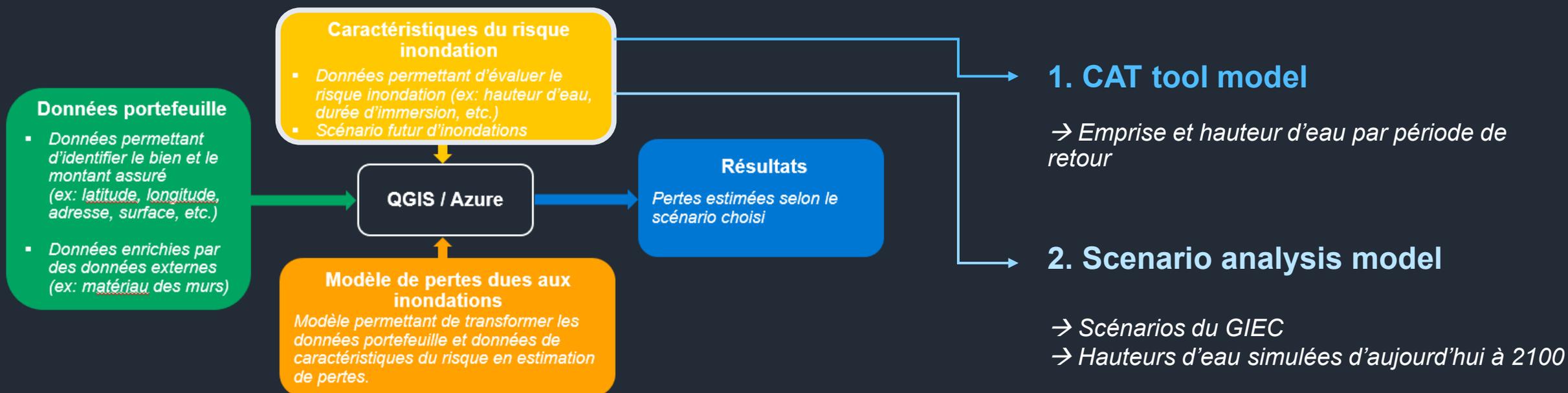
Les travaux sont divisés en 2 parties :

- **Catastrophe Tool** : Estimation des coûts engendrés par différents événements d'inondations à climat actuel
- **Scenario Analysis Tool** : Estimation des mêmes coûts pour des projections climatiques du GIEC

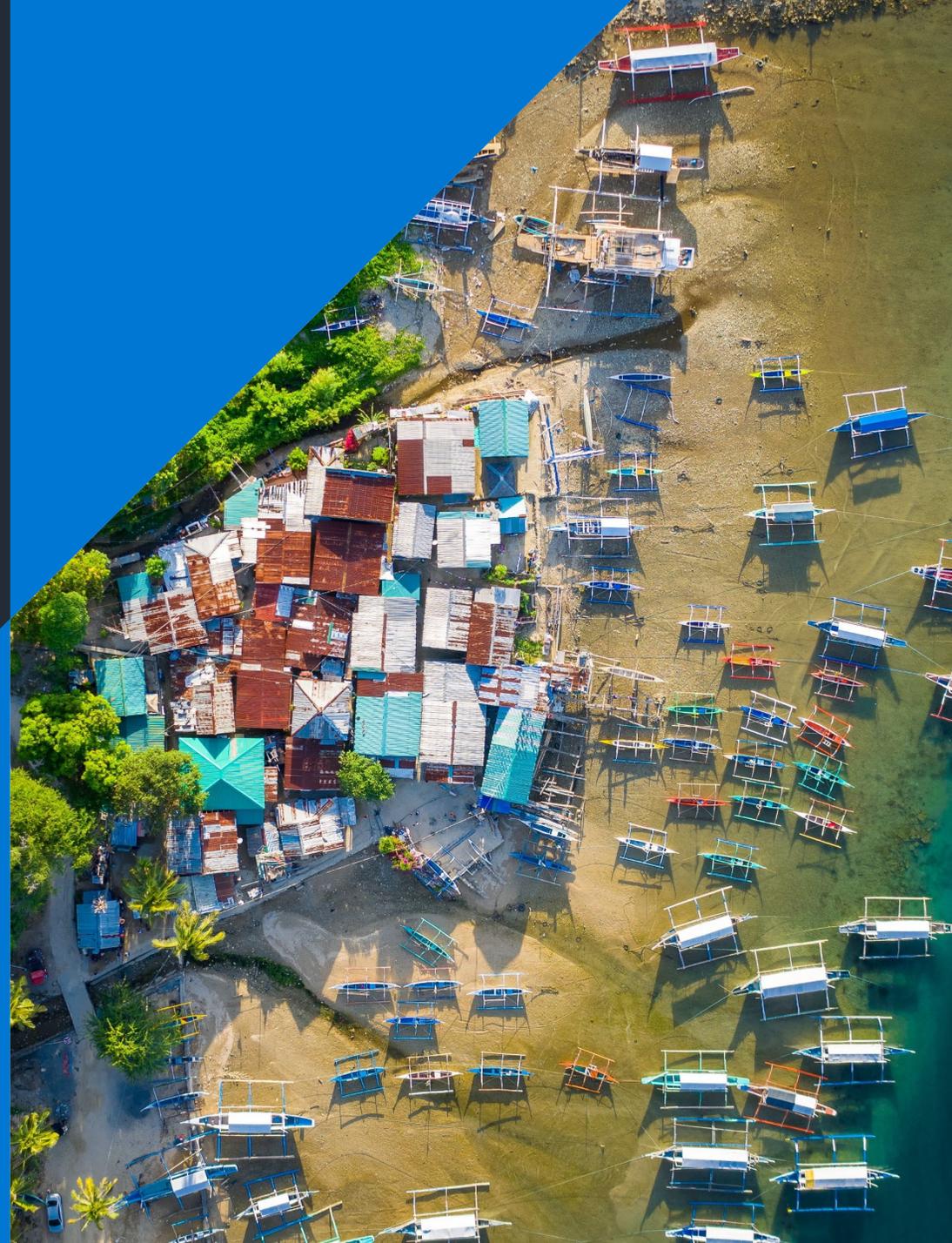


Chaque outil étudie aussi les dommages en fonction de niveaux de protections définis au préalable. Les données utilisées sont entièrement **open source**.

Présentation des deux cadres de modélisation retenus



Facteurs-clés déterminant l'ampleur des dommages



Les caractéristiques de l'inondation

Certaines caractéristiques sont difficiles à mesurer

Hauteur d'eau

Le niveau de dommage n'est pas directement proportionnel à la hauteur d'eau de façon linéaire, mais évolue par paliers.

Utilisation les données du TRI
(Territoires à Risques important
d'Inondations)

Durée d'immersion

La durée d'immersion est un facteur d'aggravation des dommages, à cause des dégradations dues à l'humidité.

Pas de base publique trouvée
Base BDHI (Base de Données
Historiques sur les Inondations)

Vitesse du courant

Une vitesse de courant élevée peut endommager l'extérieur des bâtiments, de par la pression de l'eau, mais également par la projection d'objets lourds.

Pas de base publique trouvée à ce jour

Turbidité et pollution de l'eau

La présence de fines particules en suspension dans l'eau, ainsi que de produits polluants, augmente l'imprégnation des murs par l'eau.

Pas de base publique trouvée à ce jour

Description et détails

Disponibilité des données

Sources: CERPI –Le bâtiment face à l'inondation: diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité
Analyse disponibilité des données: Milliman

Les différentes stratégies face à une inondation

Eviter

- Consiste à construire le bâtiment de telle sorte que le premier étage habitable soit hors d'atteinte par l'eau
- Stratégie mise en place sur des constructions neuves en zone inondable
- Exemple: construction sur pilotis, surélévation sur remblais, etc.

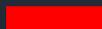
Résister

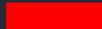
- Consiste à empêcher ou limiter la pénétration de l'eau dans le bâtiment
- Moyen utilisé: occultation et imperméabilisation des murs et ouvertures
- Exemples: utilisation de batardeaux, construction d'un muret autour du bâtiment, installation de clapets anti-reflux

Céder

- Laisser entrer l'eau dans le bâtiment de façon contrôlée de telle sorte que les dommages soient limités
- Organisation des espaces de telle sorte que les dommages au rez-de-chaussée soient minimisés

Variables d'intérêt

Existence de pilotis		Données LIDAR, difficilement exploitables
Remblais		Hauteur de base de construction – Données IGN
Vide sanitaire		Données portefeuille – étage déclaré
Constructions flottantes		Pas disponible autre que sur déclaration de l'assuré

Existence de dispositifs de résistance à l'eau		Données non disponibles: - informations non demandées par les assureurs - informations non disponibles en open data
--	---	---

Matériaux de construction		Données non disponibles: - informations non demandées par les assureurs - informations partiellement disponibles en open data
---------------------------	---	---

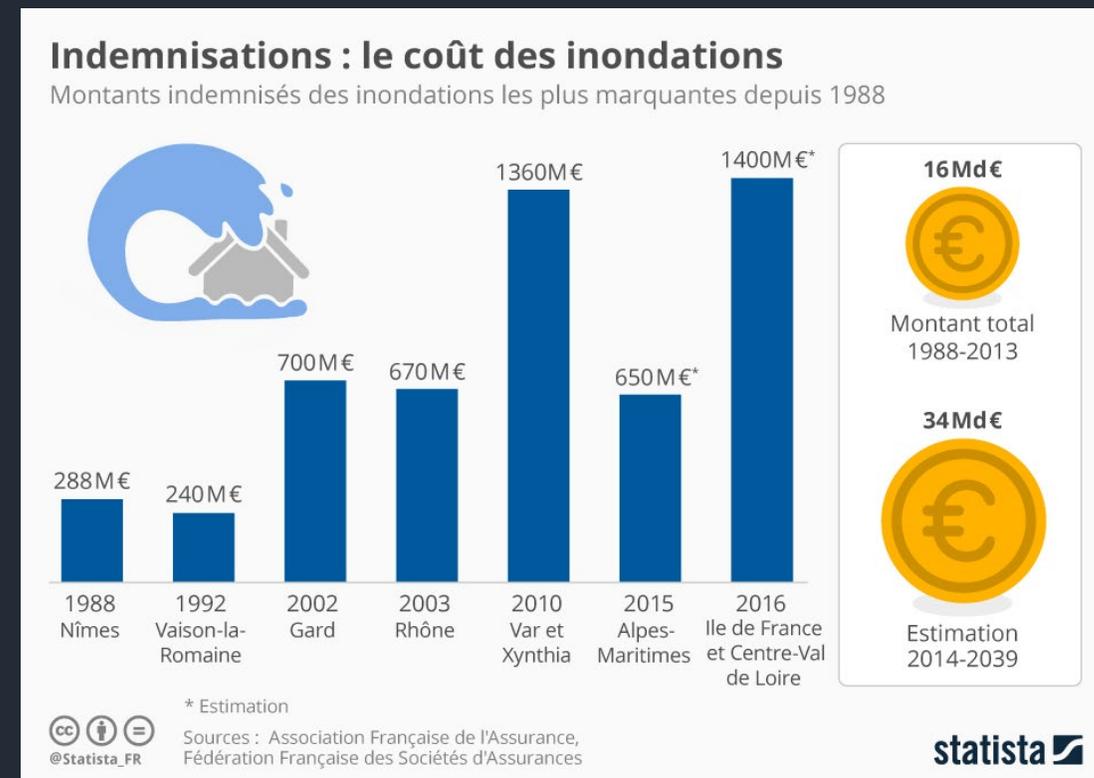
Sources: CERPI –Le bâtiment face à l'inondation: diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité
Analyse disponibilité des données: Milliman

Impact des mesures d'adaptations

Quelques projections de coûts à horizon 2050

- Projection des coûts des inondations à horizon 2050, sans les Plans de prévention des risques d'inondation (PPRi) déployés depuis 1995
→ plusieurs centaines de millions d'euros supplémentaires chaque année
- Investissements du Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) en matière de confortement des ouvrages hydrauliques (96 M€/an)
→ réduction de la sinistralité annuelle moyenne à horizon 2050 estimée à 130 M€
- Une simple prolongation des efforts actuels en matière de prévention ne suffira pas à endiguer l'augmentation du coût des dommages des catastrophes naturelles d'ici 2050

Source : CCR



Caractéristiques du bâtiment et vulnérabilité

- Les matériaux de construction jouent un rôle important dans l'étendue des dommages provoqués par une inondation.
- Difficulté d'obtenir des données précises et exhaustives permettant d'anticiper le coût.

Ouvrages	Description de l'ouvrage			Nature des dommages potentiels	Probabilité (en %) de dommages			Incidence H H en mètres	Vuln. Sécurité	Vuln. Retour	Commentaires	Métré	
	Parties des ouvrages	Caractéristiques	Matériaux		< 0,5	2 à 3	> 3						
Revêtements muraux intérieurs	Sur enduits, cloisons ou portes		Papier	Dégradation, décollement, taches indélébiles	75	100	100	H > 0,1	0	2			
			Peinture	Dégradation, décollement, taches indélébiles	50	75	100						
			Textile	Dégradation, décollement, taches indélébiles	75	100	100						
			Bois	Déformation, gonflement	10	50	100	H > 0,1	0	2			
			Carrelage collé	Décollement	0	0	100	H > sol	0	2			Hauteur totale du carrelage si le carrelage est atteint.
			Carrelage scellé	Pas de dommages	0	0	0	Sans objet	0	0			
Planchers	Haut du vide sanitaire, haut du sous-sol, haut du rez-de-chaussée	Dalle pleine	Béton	Pas de dommages	0	0	0	Sans objet	0	0			
		Poutrelles et hourdis	Béton	Pas de dommages	0	0	0						
		Solives et voutains	Métal et briques	Gonflement et dégradation des joints voutains	0	0	5	H > plancher	0	2			
		Solives et panneaux	Bois	Gonflement et déformation des panneaux	25	75	100		2	3			

Source: Le bâtiment face à l'inondation – Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité. CERPI.

Données et techniques pour appréhender l'inondation



Un écosystème de données pour appréhender l'inondation

EAIP 1



Projections hydro-climatiques



TRI 2



 Risque de crue



Risque de crue éclair



AZI 3



PPRI 4



Précipitations et autres mesures météo



Données hydro temps réel



Cours d'eau et autres éléments du territoire



1. Enveloppes Approchées Inondations Potentielles
2. Territoire à Risque important d'Inondation
3. Atlas des Zones Inondables
4. Plan de Prévention du Risque Inondation

Un écosystème de données pour caractériser l'aléa inondation (2)

GloFAS – Un programme européen de détection d'inondations de pointe

Zones inondées en 2024

- **GloFAS** pour **GLO**bal Flood Awareness System est un programme européen pour **mesurer, prédire et suivre** les inondations dans le monde entier via observations satellites.
- **GloFAS** utilise les mesures fournies par **sentinel-1**, un satellite de l'ESA, au travers son radar à synthèse d'ouverture (**SAR**) combinées à des algorithmes détectant les inondations.

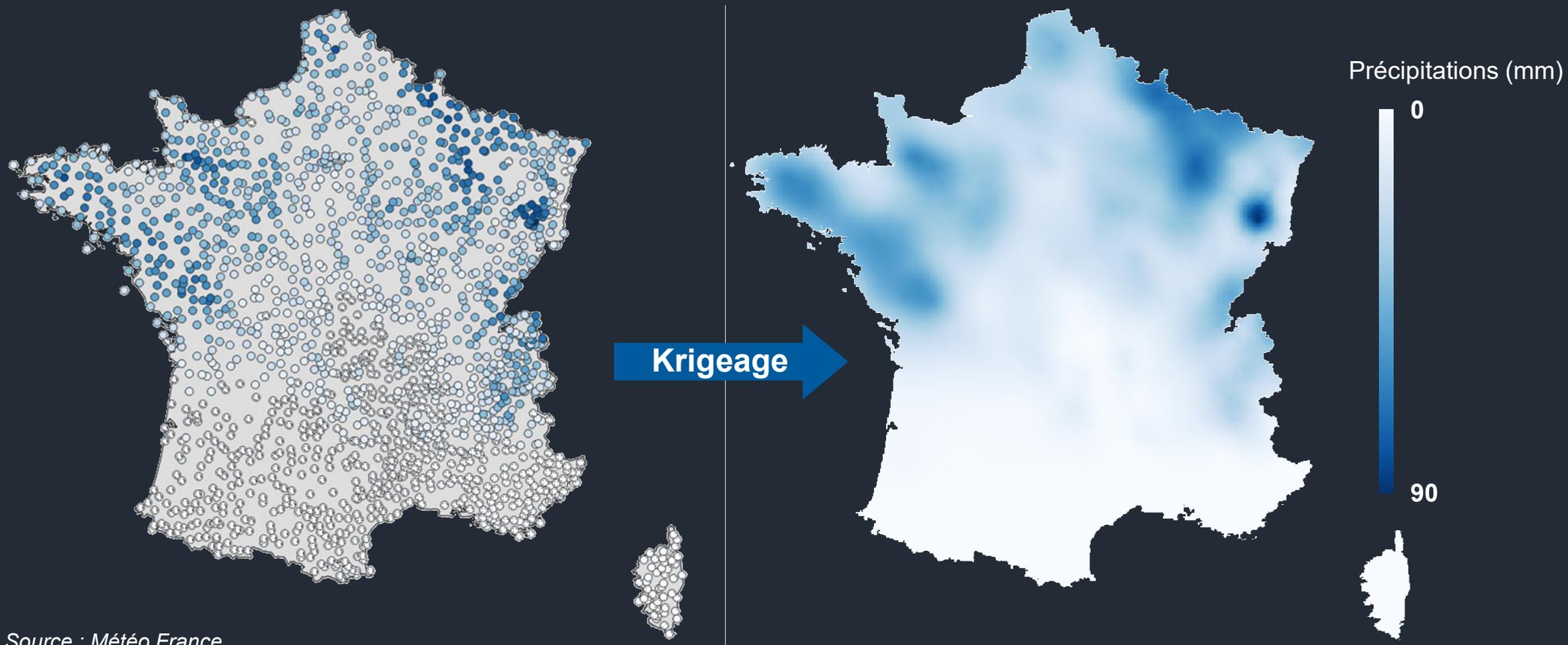
→ Inondations historiques et prévisions d'inondations journalières à la maille **10m X 10m**.



Zone tampon 100m - Source : GloFAS

Un écosystème de données pour caractériser l'aléa inondation (3)

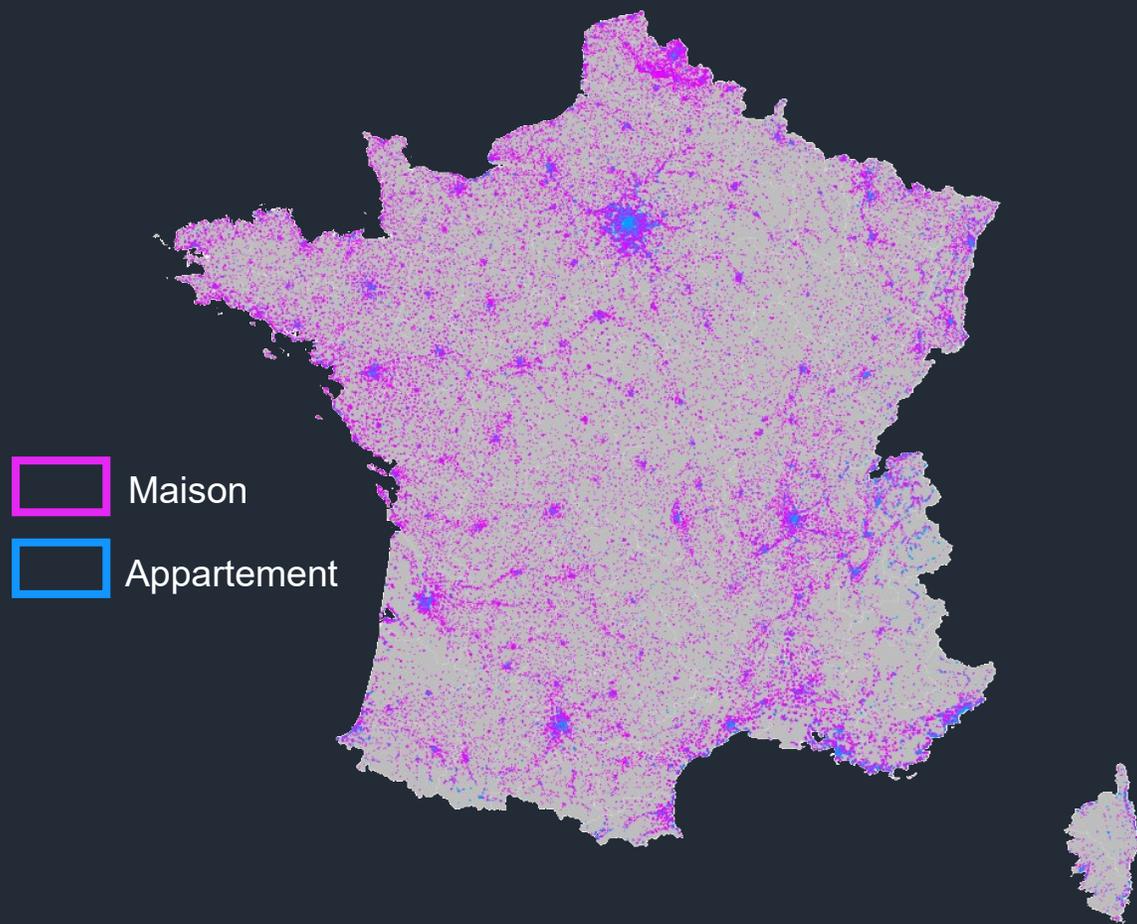
Cumul de précipitations journalières mesuré par Météo France au 2 janvier 2024



Source : Météo France

Modélisation du risque d'inondation (1)

Création d'un portefeuille fictif



Portefeuille fictif issue de la BDNB (CSTB) :

→ 100k logements en France métropolitaine

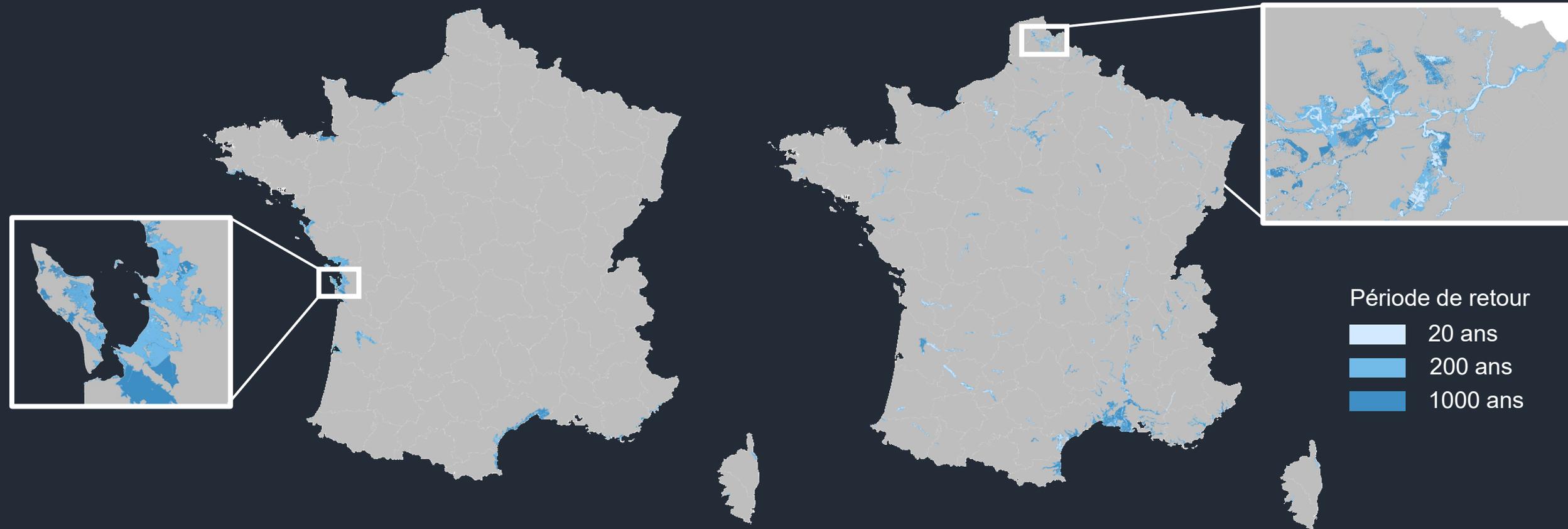
→ 73% de maisons et 27% d'appartements vs
*57% de maisons et 43% d'appartement au
niveau national*

Modélisation du risque d'inondation (2)

Données de risque : submersion marine, débordement, ruissellement et remontée de nappes phréatiques

TRI submersion marine

TRI débordement de cours d'eau



Source : Géorisques

Modélisation du risque d'inondation (2)

Données de risque : submersion marine, débordement, ruissellement et remontée de nappes phréatiques

Hauteurs d'eau maximales des inondations simulées en 2060

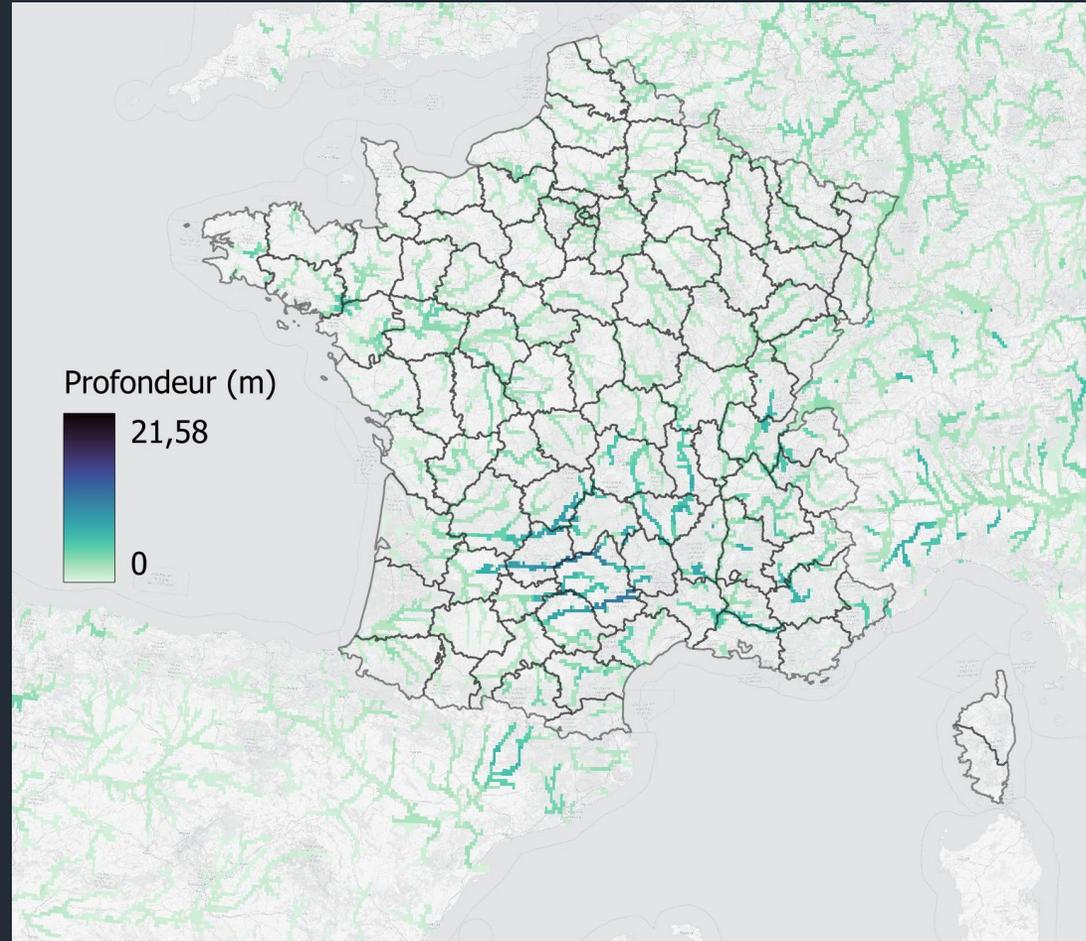


Schéma « CAT tool model »

Première modélisation

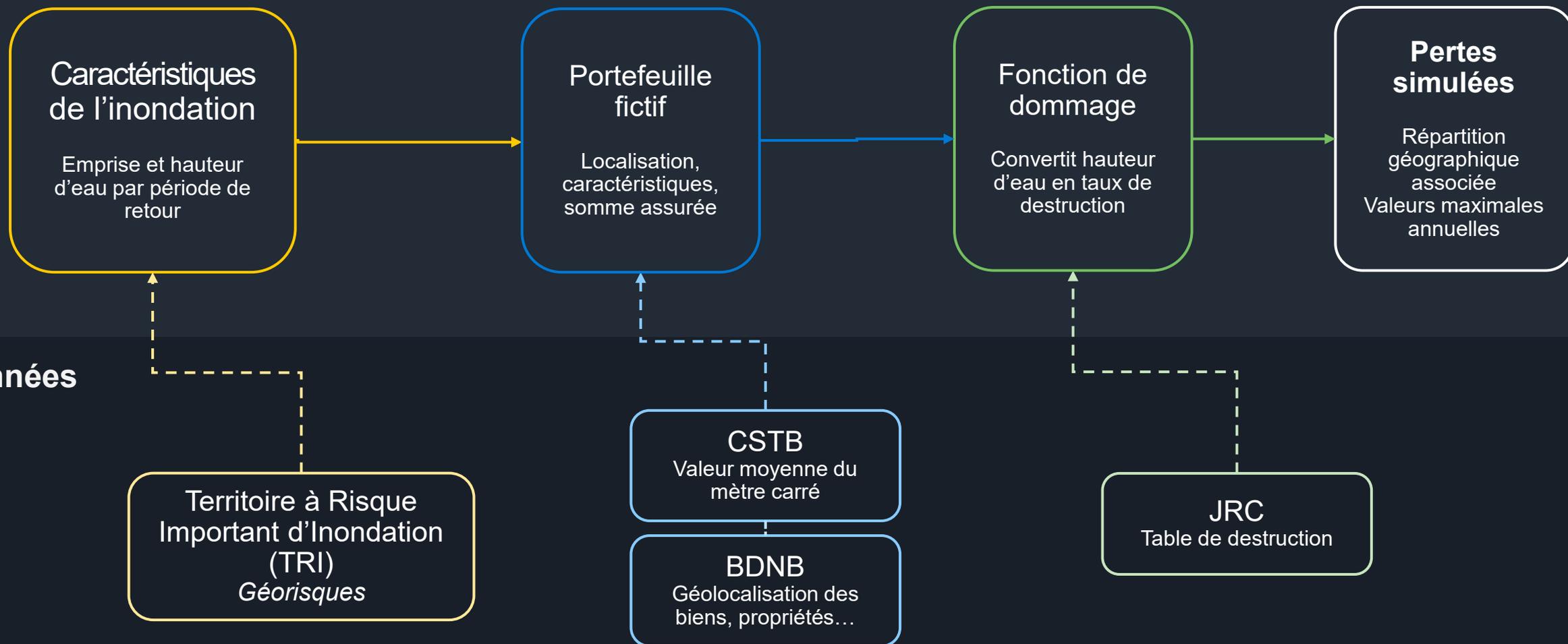
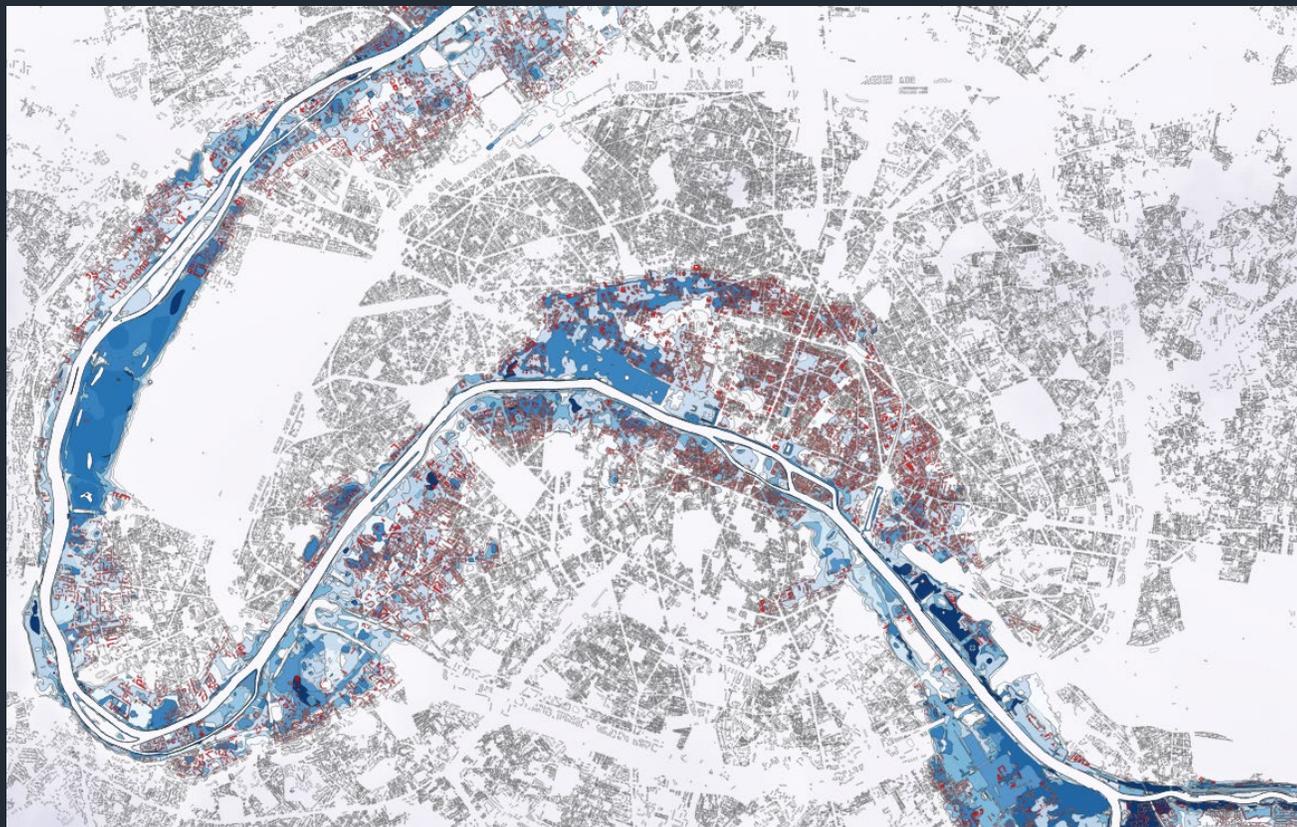


Illustration France

Première modélisation



Carte Milliman Mars 2024 – Sources : Géorisques, IGN

Hauteurs d'eau (m)

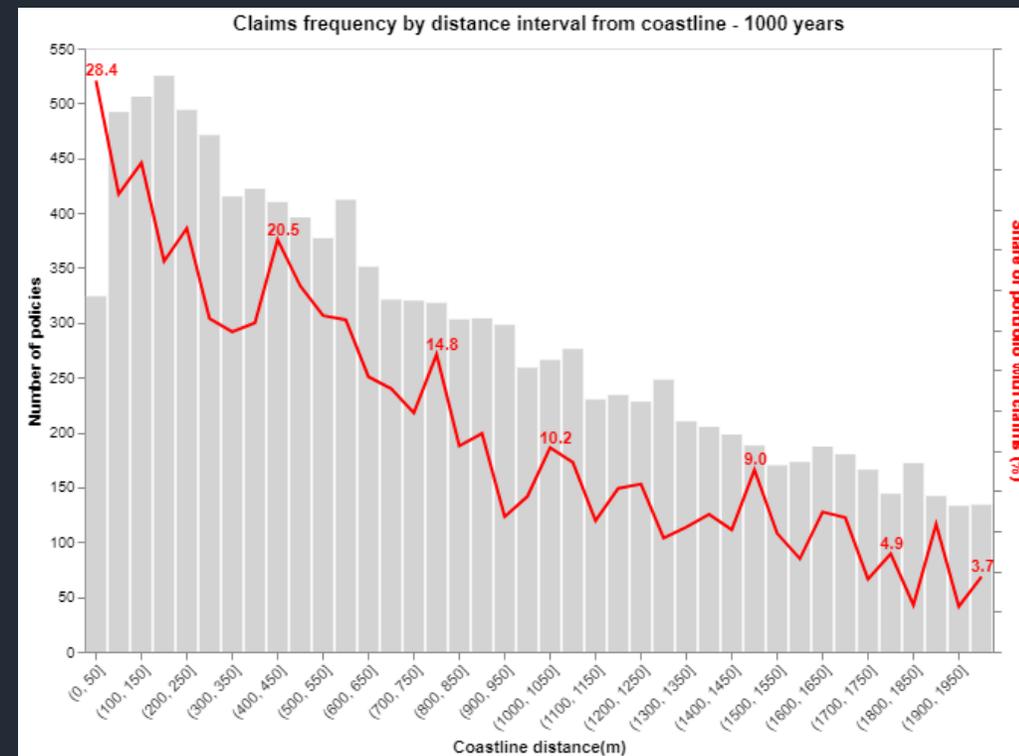


Schéma « scenario analysis model »

Première modélisation

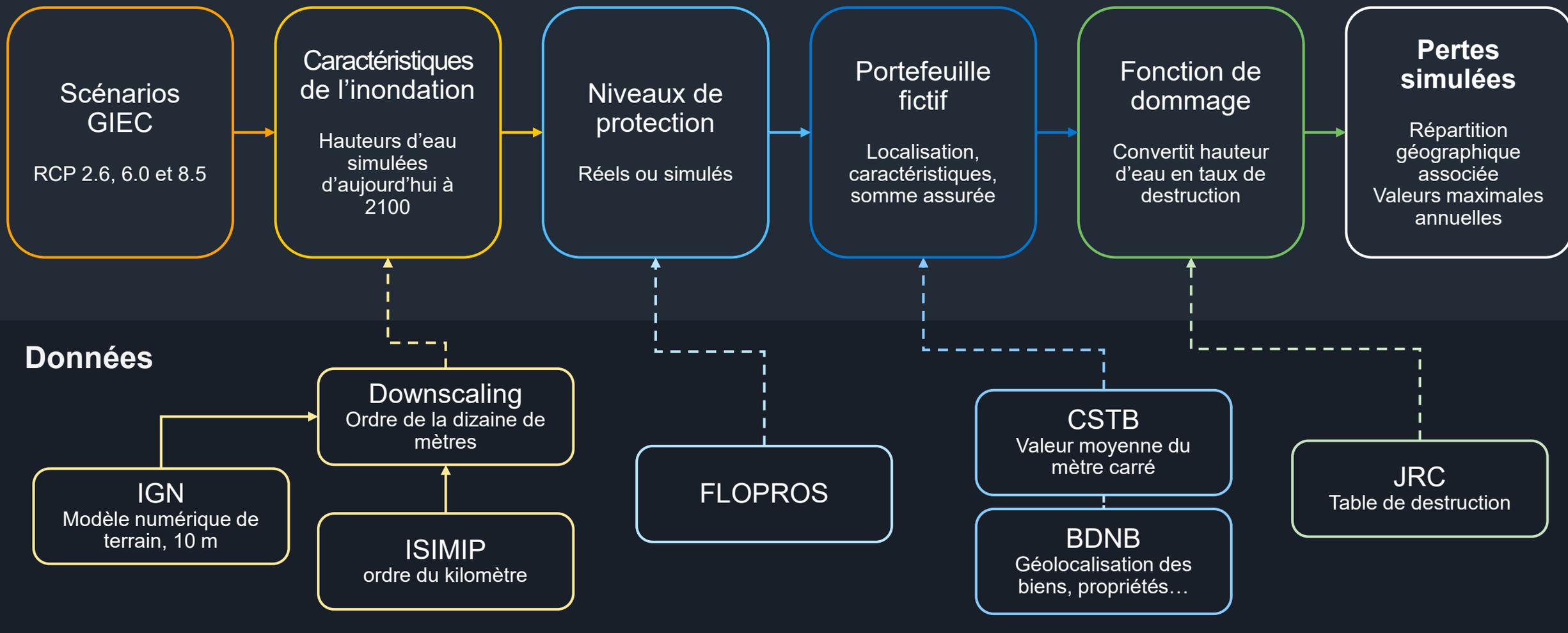
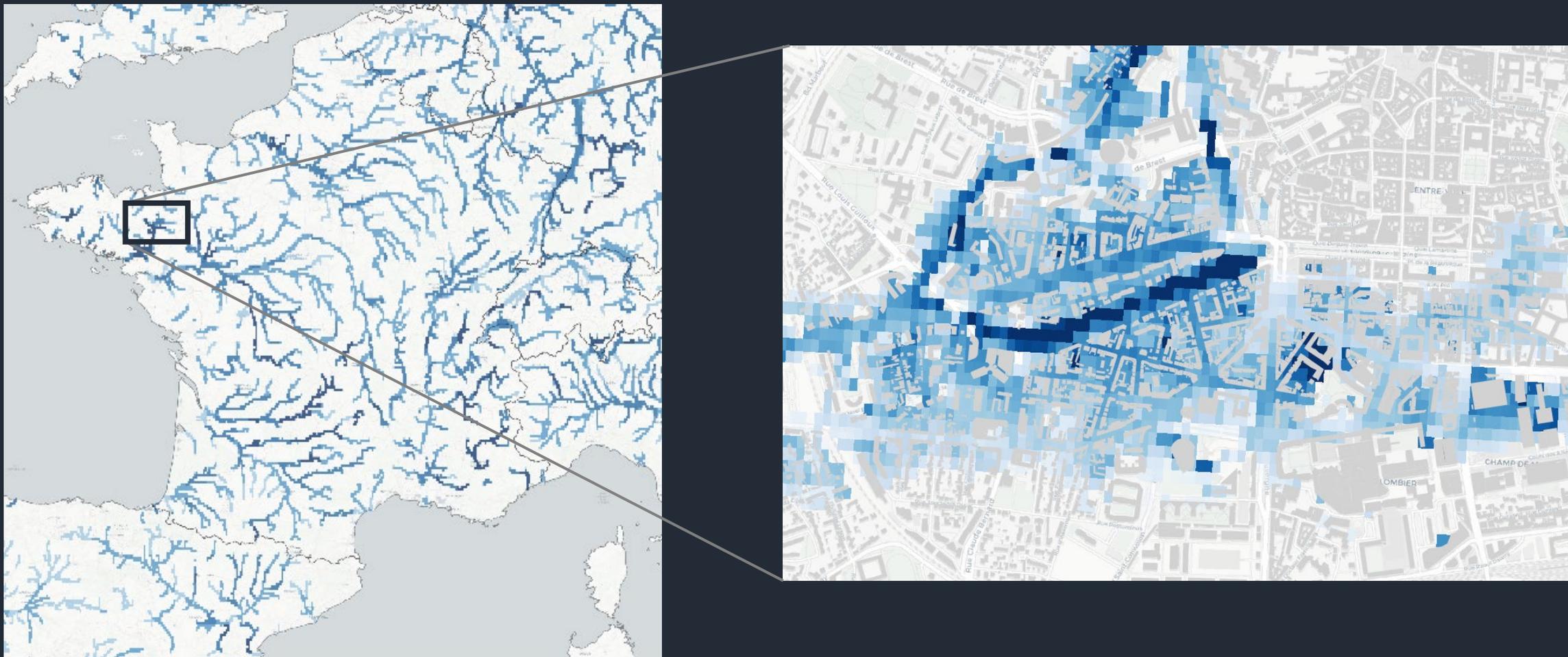


Illustration France

Première modélisation



Cartes Milliman Juin 2024 – Sources : ISIMIP, IGN



Merci!

Antoine Rainaud

Antoine.rainaud@milliman.com

Eve Titon

Eveelisabeth.titon@milliman.com

