

AMÉLIORER LA GESTION DE CRISE : L'IA AU SERVICE DE LA PRÉVENTION DES CRUES

Conférence technique territoriale Eau, Risques, Littoral de Bayonne

04.10.2024

SOMMAIRE

Le protocole Crue et les interactions Predict-CAPB

Les Expérimentations menées dans Inundatio

La prévision hydrologique par IA

Le précalcul hydraulique de l'historique des observations et la sélection de cartes par raisonnement à base de cas

L'analyse automatique de vulnérabilité des bâtiments (ouvrants)

L'étape suivante : AI4FLOOD

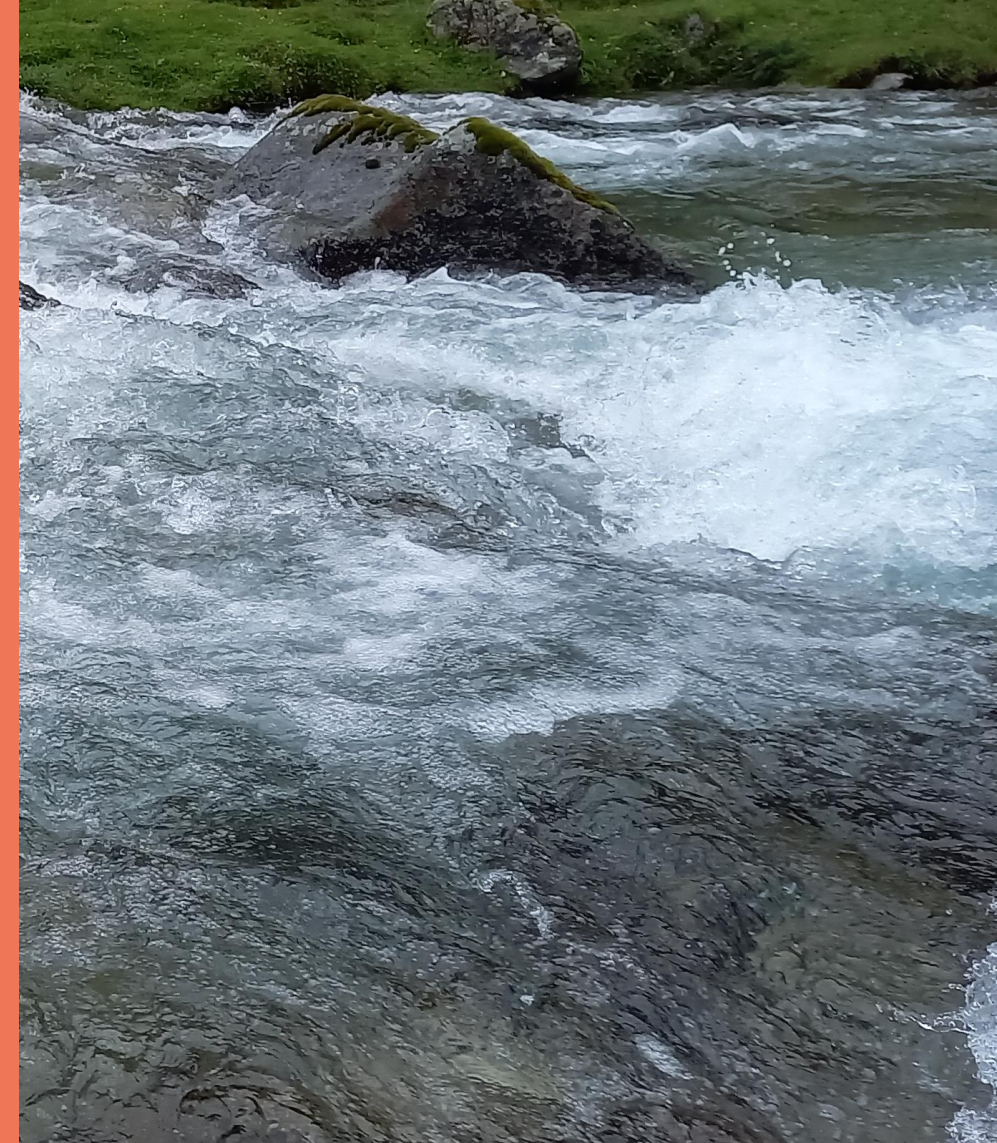
Les objectifs

L'amélioration des prévision pluviométrique par analyse IA des images radar (NAIR, TESICNOR)

La couverture par modèles entièrement distribués et l'enrichissement de données

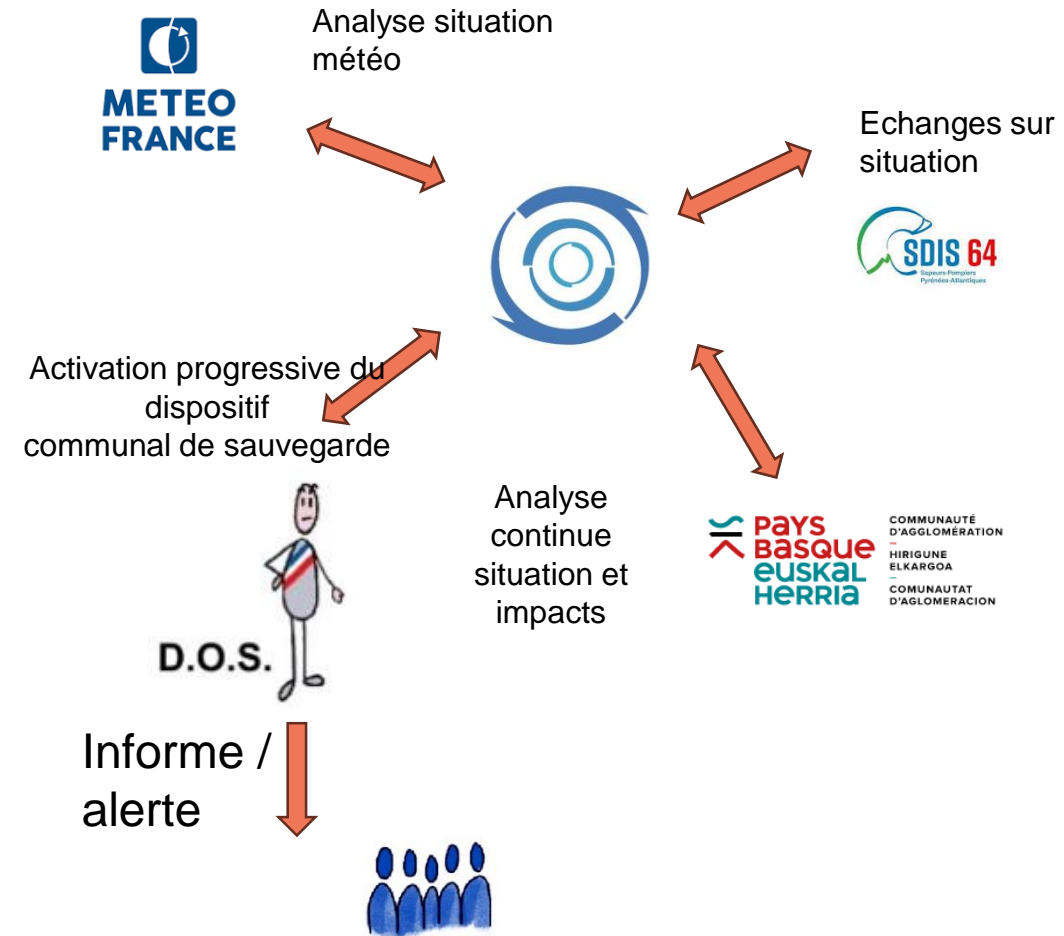
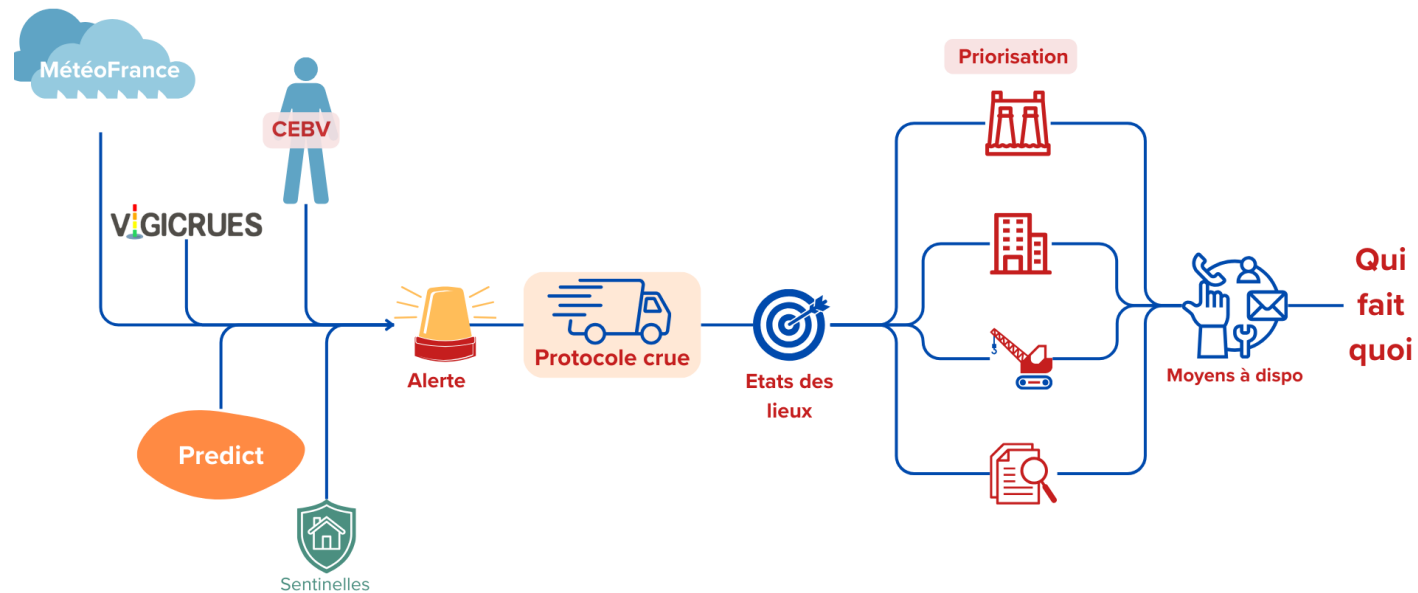
Le Métamodèle MH-CNN

L'Implémentation Dans la plateforme WIKI PREDICT



LE PROTOCOLE CRUE ET LES INTERACTIONS PREDICT-CAPB

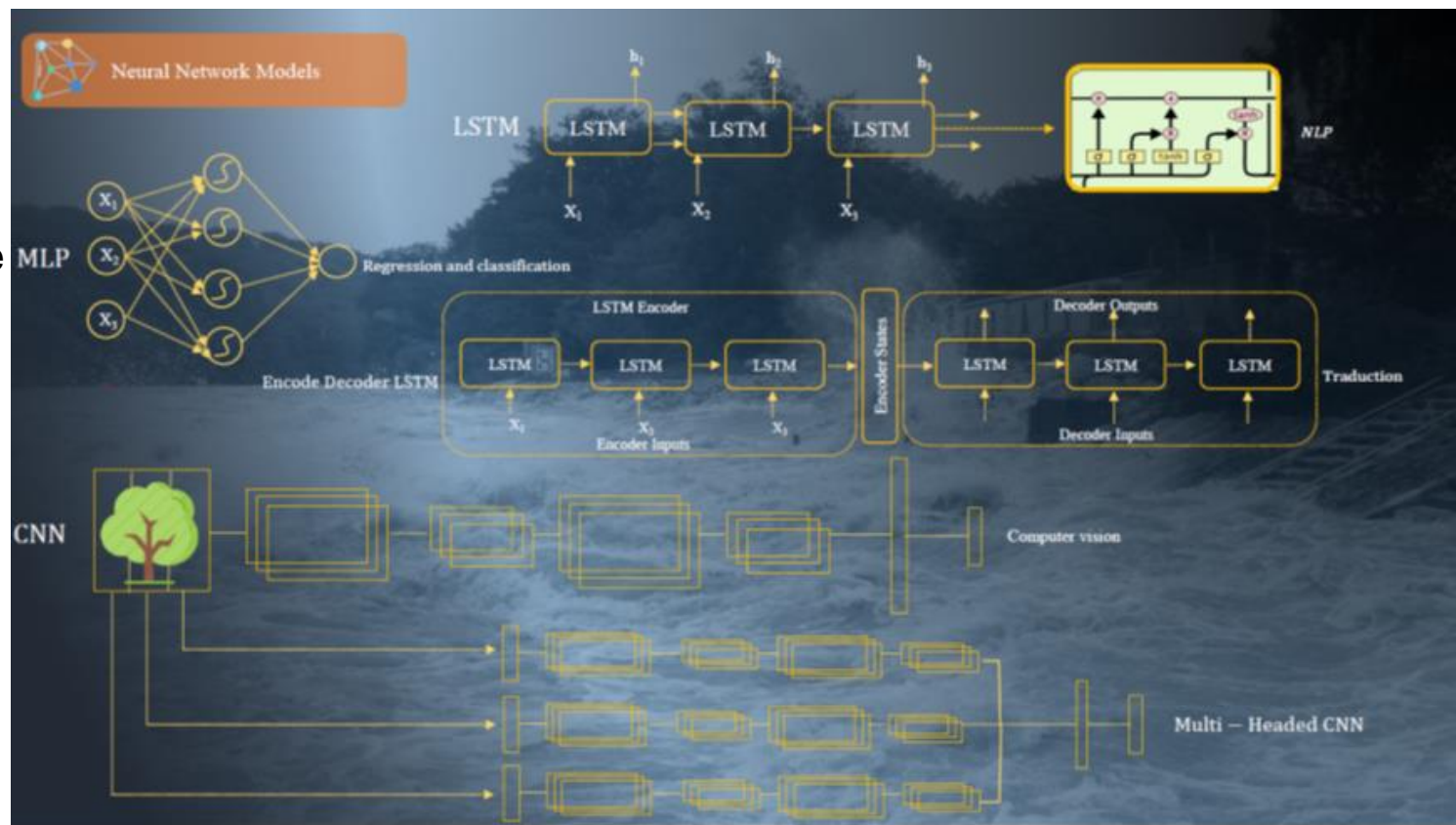
Fonctionnement du Protocole crue :



LES EXPÉRIMENTATIONS MENÉES DANS INUNDATIO

LA PRÉVISION HYDROLOGIQUE PAR IA (MACHINE ET DEEP LEARNING)

- ✓ Essais comparatifs de plusieurs algorithmes,
- ✓ apprentissage sur données multiples (observations, prévisions, modèles empiriques...)
- ✓ détermination de la performance (RMSE et écart au pic de crue) et de l'opérationnalité (sensibilité aux données manquantes, risque d'hallucination...)
- ✓ évaluation des paramètres pertinents pour l'apprentissage et la prévision.
- ✓ Travaux au pas de temps horaire,
- ✓ Des résultats de qualité à T+6h et prometteurs à T+24h,
- ✓ la possibilité d'intégrer des variables peu intégrées aux modèles hydrologiques classiques.

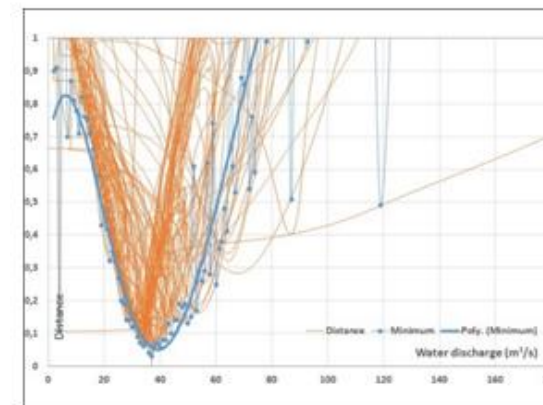
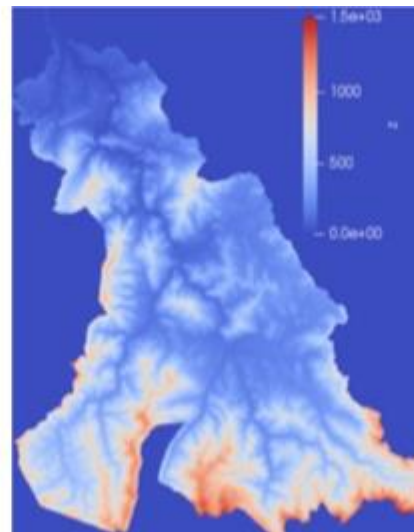


LES EXPÉRIMENTATIONS MENÉES DANS INUNDATIO

LE PRECALCUL HYDRAULIQUE DE L'HISTORIQUE DES OBSERVATIONS ET LA SÉLECTION DE CARTES PAR RAISONNEMENT À BASE DE CAS

- ✓ Modélisation très large échelle (1000km²) et haute résolution (inférieure à 25m en X/Y, précision 10-20cm en Z)
- ✓ Plusieurs codes testés, certains développés pour le projet. Comparaison performances/précisions/efficacités.
- ✓ Simulation de 1000 heures réelles
- ✓ Images produites chaque heure au format vectoriel
- ✓ Sélection, combinaison et affichage temps réel, parmi la banque d'images, des cartes les plus proches par raisonnement à base de cas (fonction de distance issue de l'analyse de l'apprentissage par le modèle hydrologique, variable selon l'horizon)

Code de calcul	Equations	Avantages
Cerema - Diffusive	Onde diffusive	Rapide et GPU
Cerema - LBM	Saint-Venant	Rapide et GPU
Telemac	Saint-Venant	Parallélisé (CPU) avec raffinement local
Nays2DFlood (Iric)	Saint-Venant	Parallélisé (CPU)

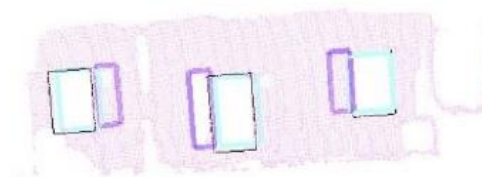
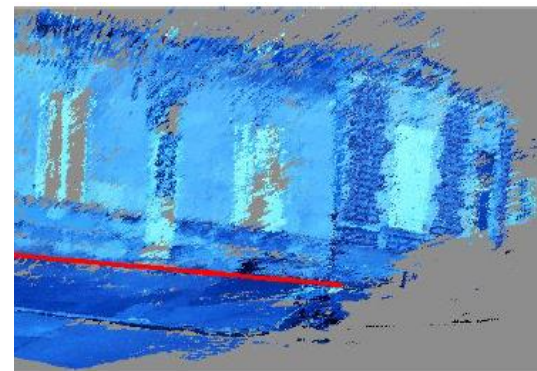


$$D_N = \frac{\sum_{i=1}^{18} S_{iN} \Delta X_i}{\sum_{i=1}^{18} S_{iN} X_i}$$

LES EXPÉRIMENTATIONS MENÉES DANS INUNDATIO

L'ANALYSE AUTOMATIQUE DE VULNÉRABILITÉ DES BÂTIMENTS (OUVRANTS)

- ✓ Campagne de prises de vues depuis la rue,
- ✓ maillage avec détection des plans et croisement aux référentiels nationaux,
- ✓ deep learning avec data augmentation,
- ✓ filtrage des véhicules et mobiliers urbains,
- ✓ autodétections des ouvrants de façade en respect des règles architecturales introduites.
- ✓ Résultats de qualité variable : plus la forme architecturale sort des standards, moins bonne est la détection.
- ✓ problèmes liées aux courbures, volets roulants, règles architecturales introduites dans l'outil trop restrictives.
- ✓ **Gain de temps sur le nivellement par rapport à une campagne classique, pas de nécessité d'entrer sur les propriétés privée, au prix d'une perte de fiabilité.**



L'ÉTAPE SUIVANTE : AI4FLOOD

Les grands objectifs du projet

- ✓ Gagner du temps, mieux anticiper les crues,
- ✓ Disposer d'outils plus accessibles pour la CAPB et les communes,
- ✓ S'enrichir mutuellement des expériences menées en France et en Espagne
- ✓ S'intégrer aux outils et processus existants.

Comment atteindre ces objectifs ?

- ✓ Des outils semi-automatisés, performants et fiables,
- ✓ Des données accessibles et optimisées,
- ✓ Des formats et protocoles harmonisés



Nivelle, 2007. Crédit photos: C-PRIM

Interreg
POCTEFA



Cofinanciado por
la UNIÓN EUROPEA
Cofinancé par
l'UNION EUROPÉENNE

AI4FLOOD

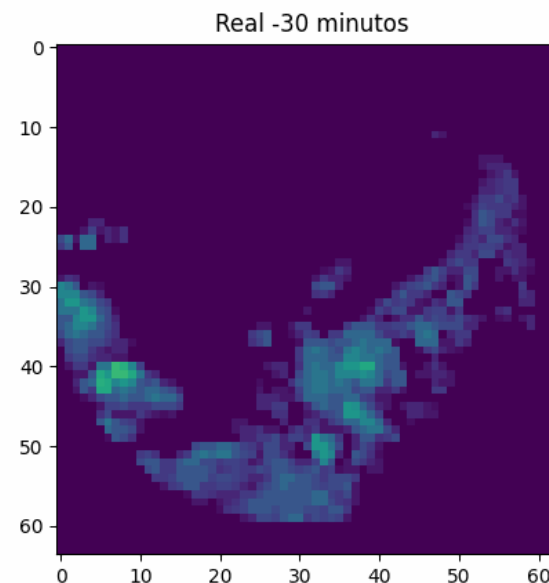
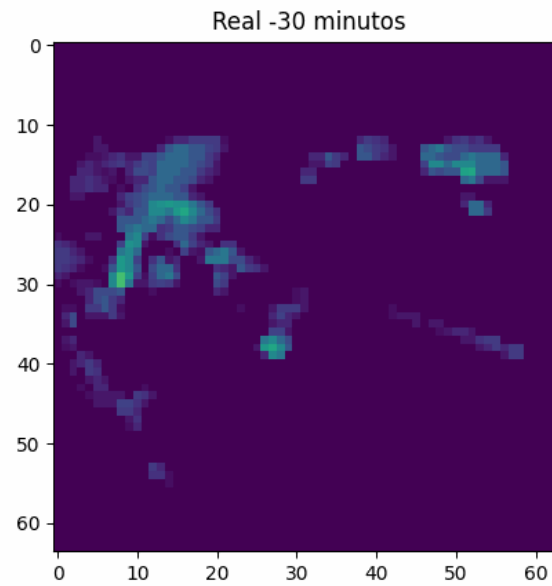
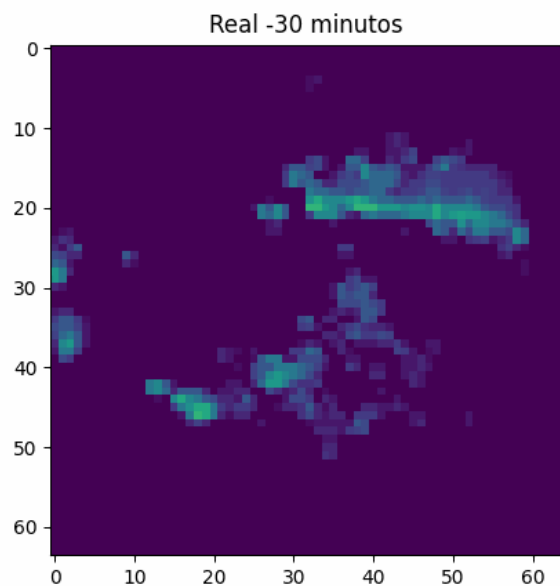


El proyecto Ai4FLOOD ha sido cofinanciado al 65% por la Unión Europea a través del Programa Interreg VI-A España-Francia-Andorra (POCTEFA 2021-2027). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra

L'ÉTAPE SUIVANTE : AI4FLOOD

L'AMÉLIORATION DES PRÉVISION PLUVIOMÉTRIQUE PAR ANALYSE IA DES IMAGES RADAR (NAIR, TESICNOR)

- ✓ **Prévision du mouvement des masses d'eau radars** à l'aide de modèles probabilistes d'intelligence artificielle



index	date	pred	real
67162	2014-09-14 11:00:00	0	0
67163	2014-09-14 12:00:00	0	1
67164	2014-09-14 13:00:00	1	0
67165	2014-09-14 14:00:00	1	1
67166	2014-09-14 15:00:00	3	1
67167	2014-09-14 16:00:00	4	5
67168	2014-09-14 17:00:00	0	0
67169	2014-09-14 19:00:00	0	0
67170	2014-09-14 20:00:00	2	3
67171	2014-09-14 21:00:00	1	0

- ✓ **Meilleure estimation de la pluviométrie**

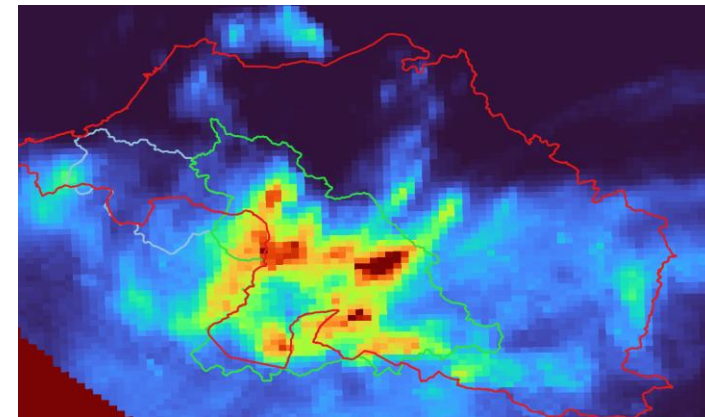
L'ÉTAPE SUIVANTE : AI4FLOOD

LA COUVERTURE PAR MODÈLES ENTièrement DISTRIBUÉS ET L'ENRICHISSEMENT DE DONNÉES

Enrichissement des modèles et amélioration du jeu de données de référence :

- ✓ Introductions de variabilités spatiales et temporelles, extension de la couverture,
- ✓ prise en compte des niveaux de l'Adour, des ouvrages de protection...
- ✓ ajout de fonctionnalités,
- ✓ calcul de scénarios théoriques (crue catastrophiques, pluies théoriques de référence, scénarios alternatifs inspirés de l'historique etc...)

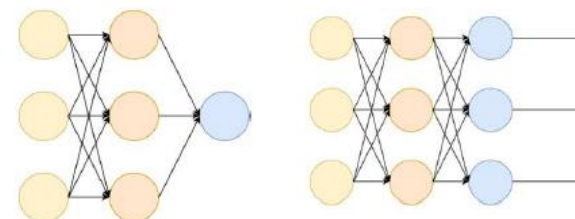
Objectif: que le modèle IA puisse prédire correctement des situations plausibles, mais jamais observées/enregistré par le passé



L'ÉTAPE SUIVANTE : AI4FLOOD

LE MÉTAMODÈLE MH-CNN

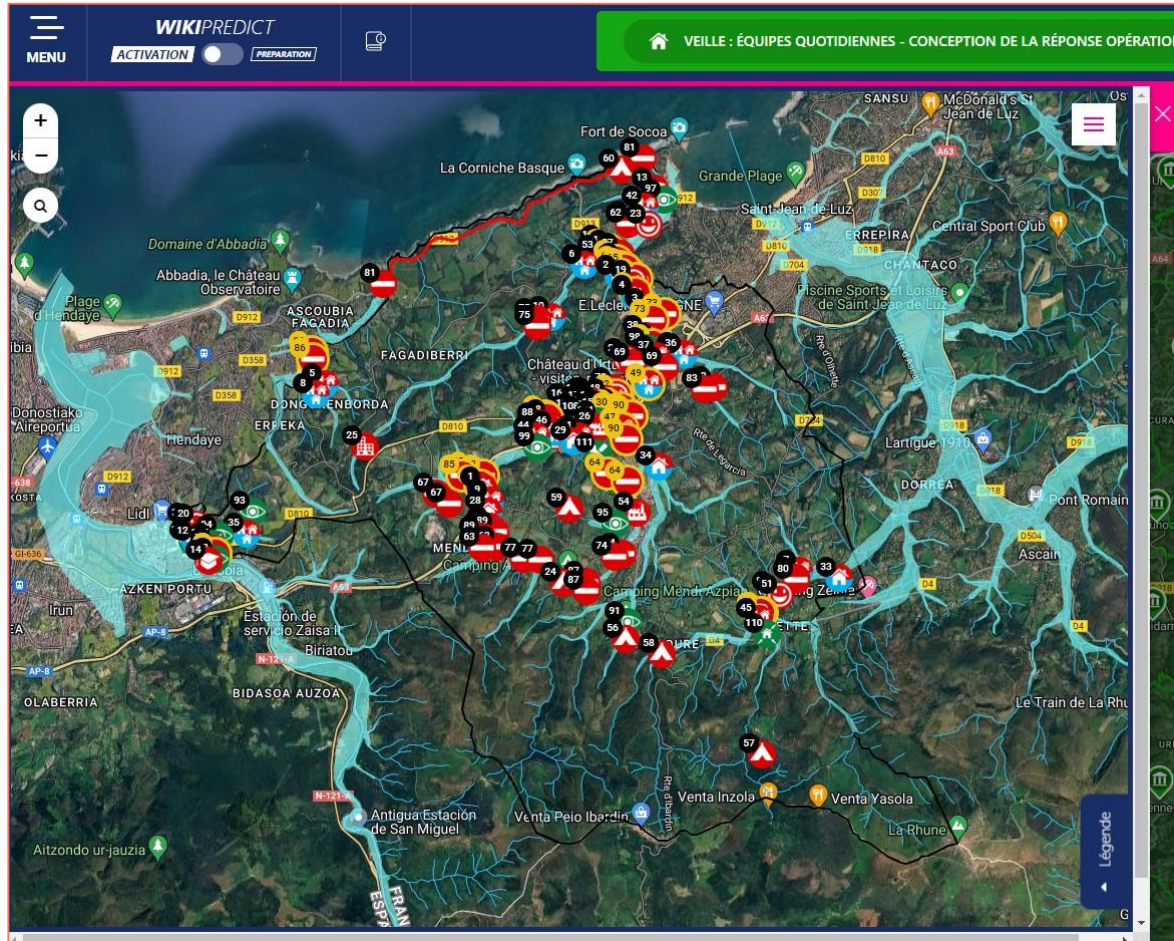
- Alternative plus performante au CBR utilisé dans Inundatio
- Travaux avec Sixsense sur le développement et l'utilisation du logiciel
- Le réseau de neurone apprend directement sur les valeurs des nœuds du modèle hydraulique : le méta-modèle permet un simili calcul hydraulique en temps réel
- Objectif cible : être précis sur quelques centaines de nœuds permettant une couverture exhaustive des enjeux du territoire.



Multi-headed deep convolutional neural network (MHCNN) for very fast forecasting

L'ÉTAPE SUIVANTE : AI4FLOOD

L'IMPLEMENTATION DANS LA PLATEFORME WIKI PREDICT



**Merci de votre attention,
n'hésitez pas à poser vos
questions**