Utilisation des méta-modèles dans le démonstrateur RISCOPE-D de prévision-submersion

Evaluation, optimisation et post-traitement

D. Idier [1], A. Thibault [3], J. Rohmer [1], R. Pedreros [1], J. Betancourt [2], A.F. López-Lopera [2]

1: brgm Geoscience for a sustainable Earth

2: INSTITUT de MATHEMATIQUES de TOULOUSE

3: géo-hyd membre d'Antea Group

Séminaire de restitution du projet ANR RISCOPE, 1-2 février 2022

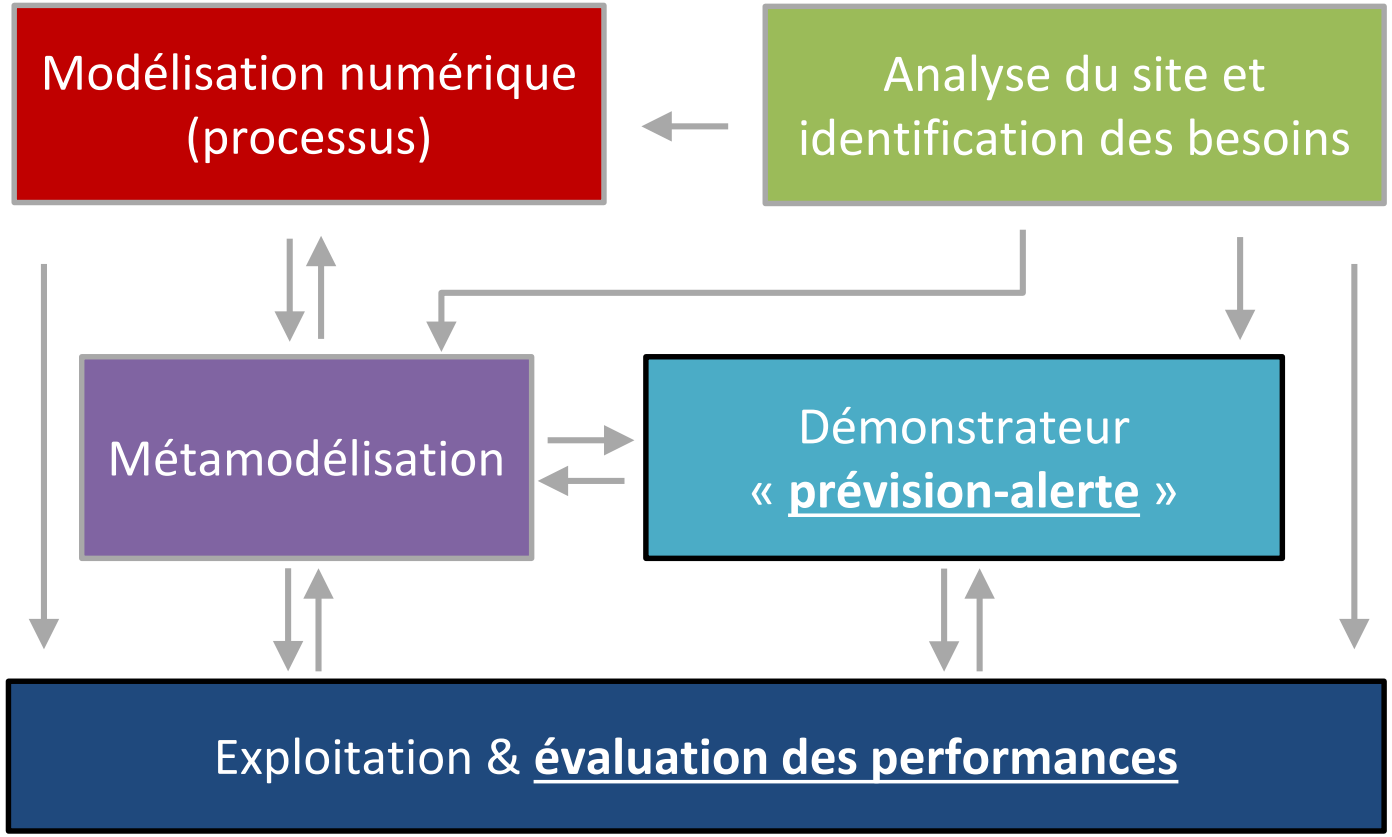
Objectif & méthode

Objectif

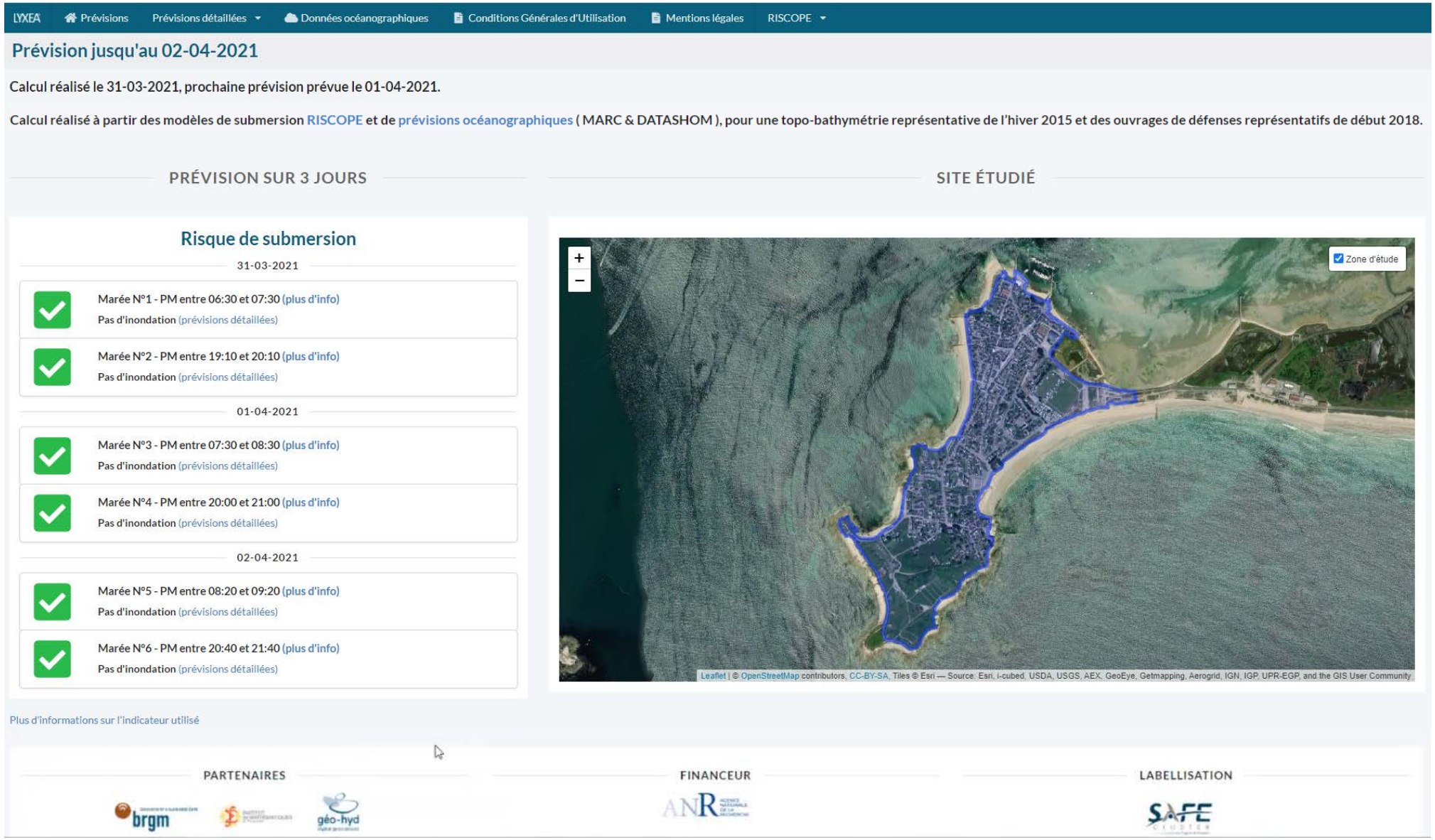
- Limiter **fausses alertes**
- Maximiser **cohérence** de prédiction entre les indicateurs

Méthode

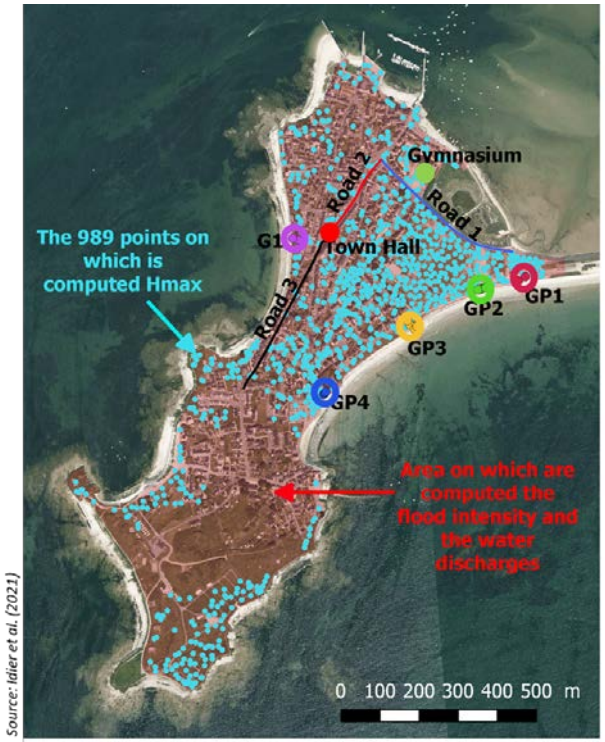
- Optimiser pour limiter les fausses alertes
- Définir des règles « physiques » de correction
- Evaluer (1900-2016; 2019-2021)



Rappel : le démonstrateur RISCOPE-D



Rappel : les indicateurs prédits



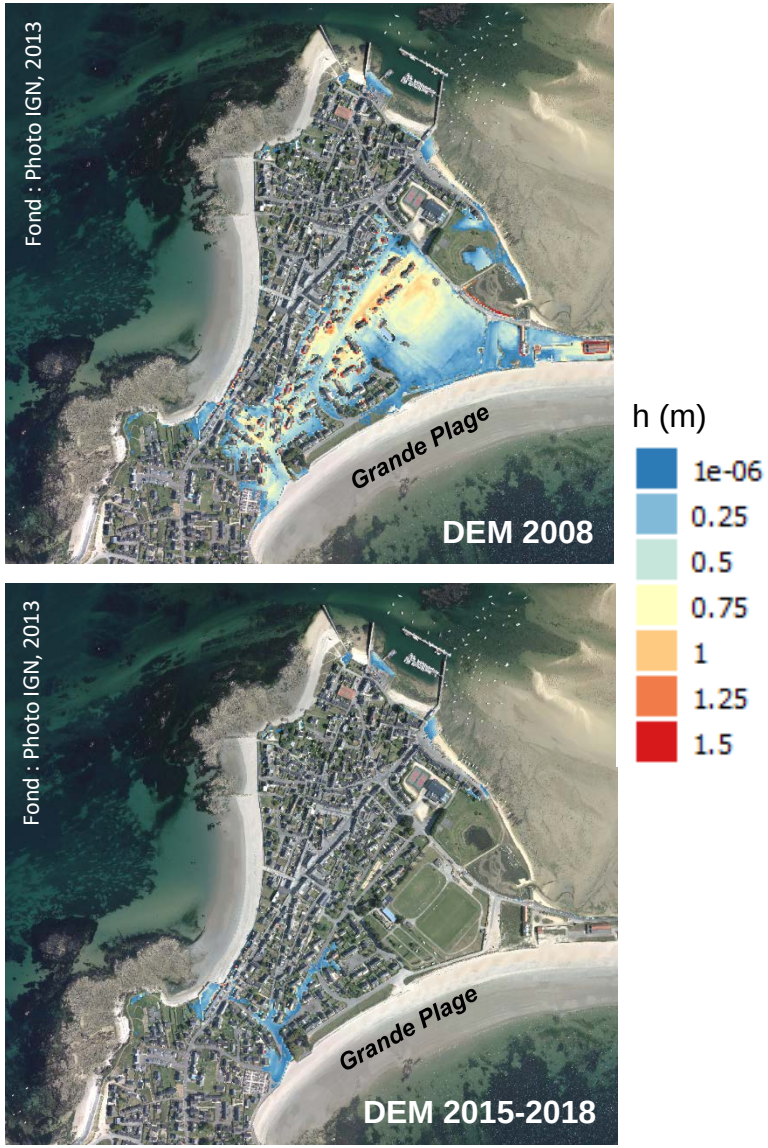
Source: Idier et al. (2021)

Intensité	Pas d'inondation	A la limite de l'inondation	Inondation faible	Inondation moyenne	Inondation forte	Inondation très forte
Hauteurs d'eau aux points de surveillance	RAS	h <= 0.1 m Déplacement possible adulte	0.1 m < h <= 0.25 m Déplacement difficile	0.25 m < h <= 0.5 m Déplacement très difficile	0.5 m < h Risque d'être emporté	
Débits d'eau à terre	RAS	Inférieur à 60m³/h	Entre 60 et 120 m³/h	Entre 120 et 480 m³/h	Entre 480 et 1200 m³/h	Supérieur à 1200 m³/h
Hauteurs d'eau devant les lieux de gestion de crise (mairie, gymnase)	RAS	0 < hmax ≤ 0.1 m	0.1 < hmax ≤ 0.2 m	0.2 < hmax ≤ 0.5 m	0.5 < hmax ≤ 1 m	1 m < hmax
Trafficabilité des routes	RAS	route inondée localement mais trafficable	trafficable uniquement pour véhicules secours	pas trafficable		
Hauteurs d'eau maximales à terre	RAS	0 à 0.1 m	0.1 à 0.5 m	0.5 à 1 m	1 à 1.5 m	> 1.5 m

Optimisation pour limiter les fausses alertes

- Comment valider/optimiser les indicateurs prédits par rapport à la réalité terrain ?
  - Depuis le démarrage du démonstrateur (sept. 2019) ? Pb : pas d'évènements de submersion !
  - Recours à la BDD 1900-2010 (dommages, conditions océano-météo) ? possible <u>sous certaines hypothèses</u> (⚠ évolution du territoire et des défenses côtières)

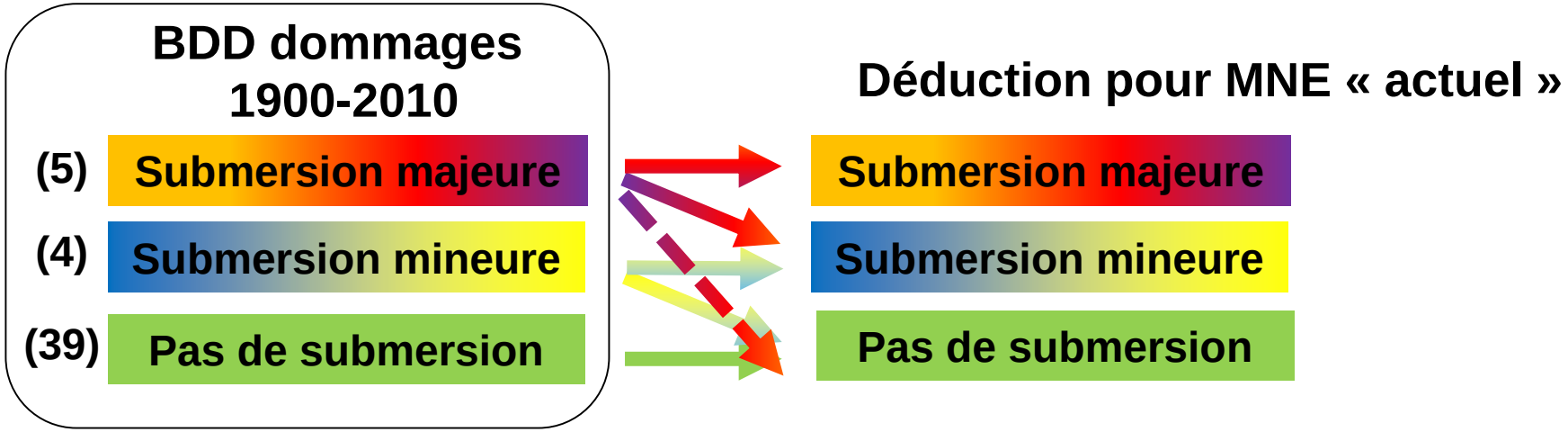
Hauteur d'eau maximale à terre simulée pour les conditions océano-météo du 10/03/2008 (tempête Johanna)



Optimisation pour limiter les fausses alertes

- Hypothèse : MNE 2015-2018 est plus protecteur que toutes les configurations rencontrées depuis 1900

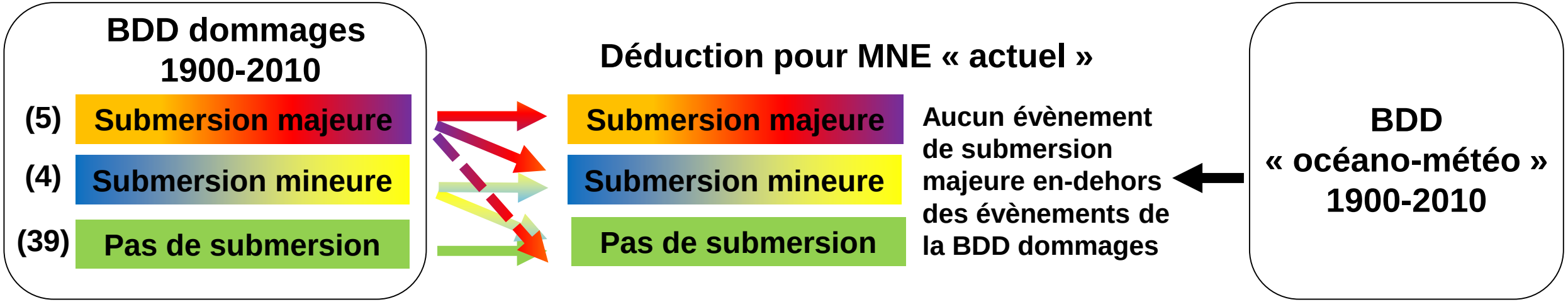
- Ce qu'on peut supposer en termes d'impact des conditions océano-météo passées pour MNE 2015-2018
  - A partir de la BDD dommages



Optimisation pour limiter les fausses alertes

- Hypothèse : MNE 2015-2018 est plus protecteur que toutes les configurations rencontrées depuis 1900

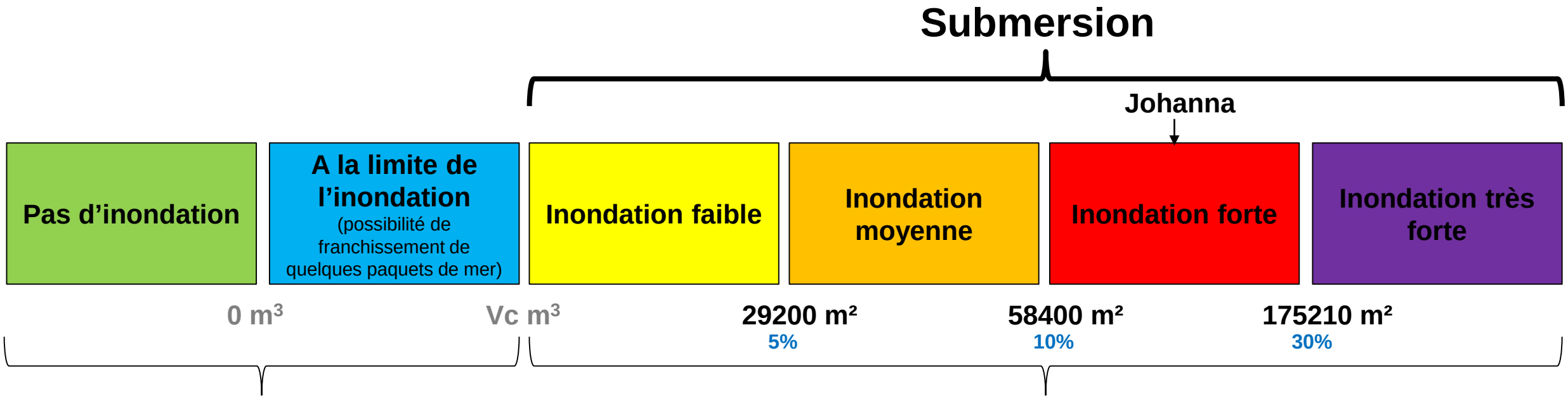
- Ce qu'on peut supposer en termes d'impact des conditions océano-météo passées pour MNE 2015-2018
  - A partir de la BDD dommages
  - A partir de la BDD « oceano-météo »



Optimisation pour limiter les fausses alertes

Indicateur intensité

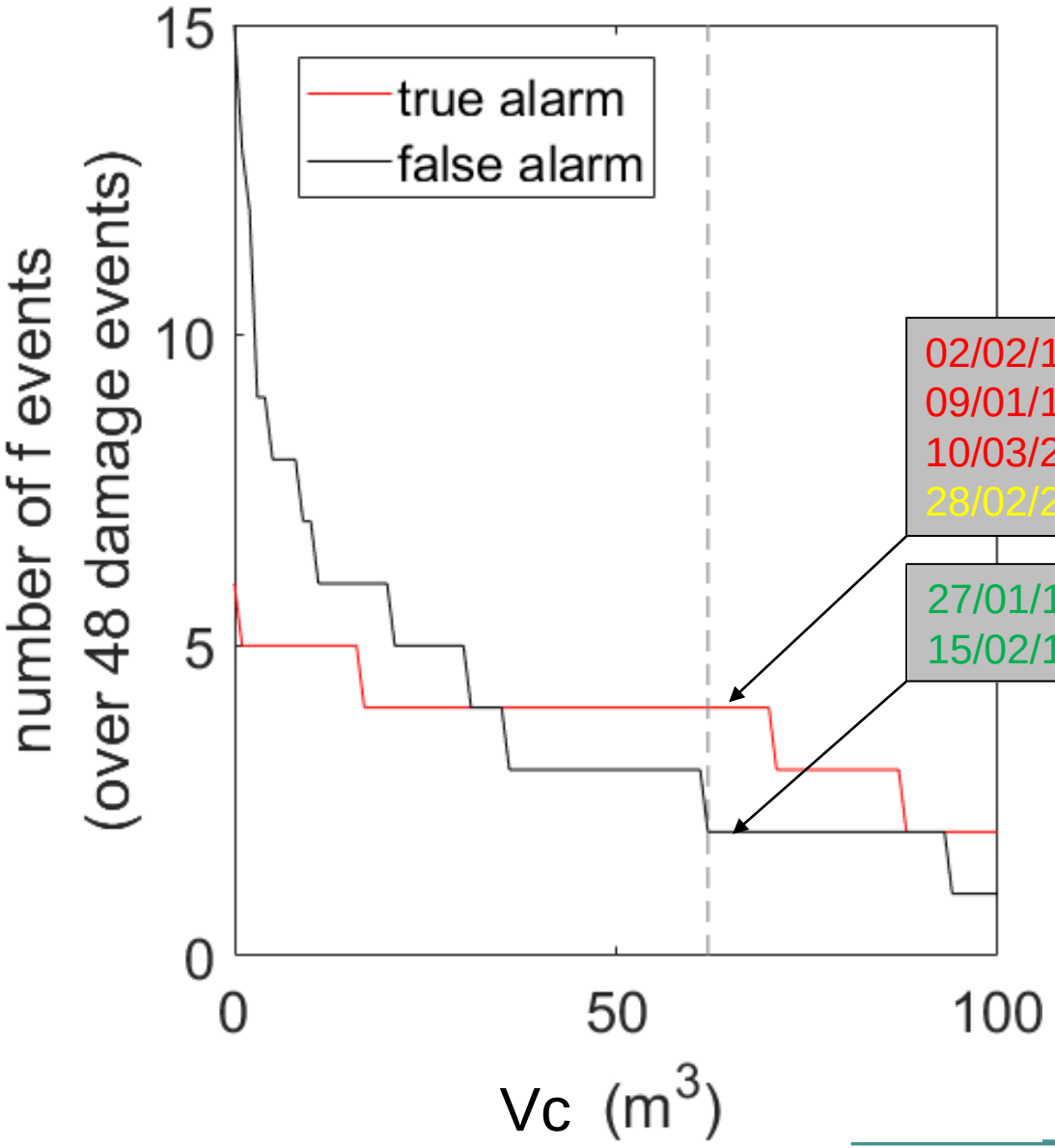
- Optimiser Vc



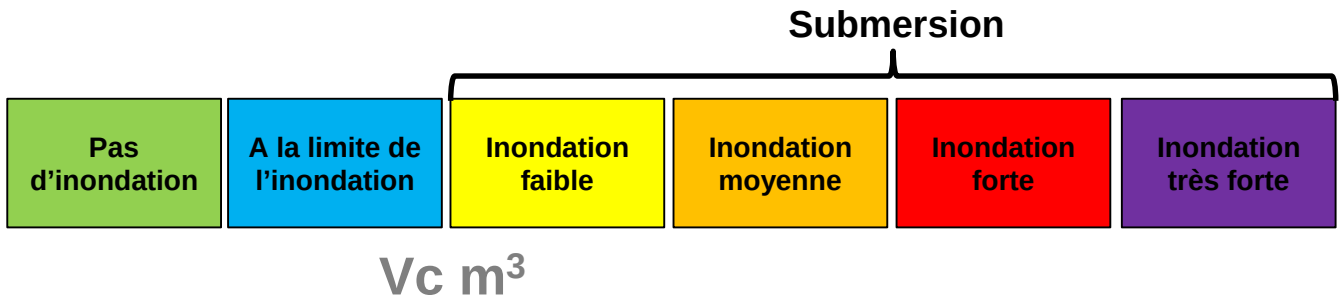
Estimé à partir de la valeur maximale de volume d'eau entrant à terre sur 15 min au cours de l'évènement

Estimé en calculant la surface maximale inondée (m²) au cours de l'évènement

Optimisation pour limiter les fausses alertes



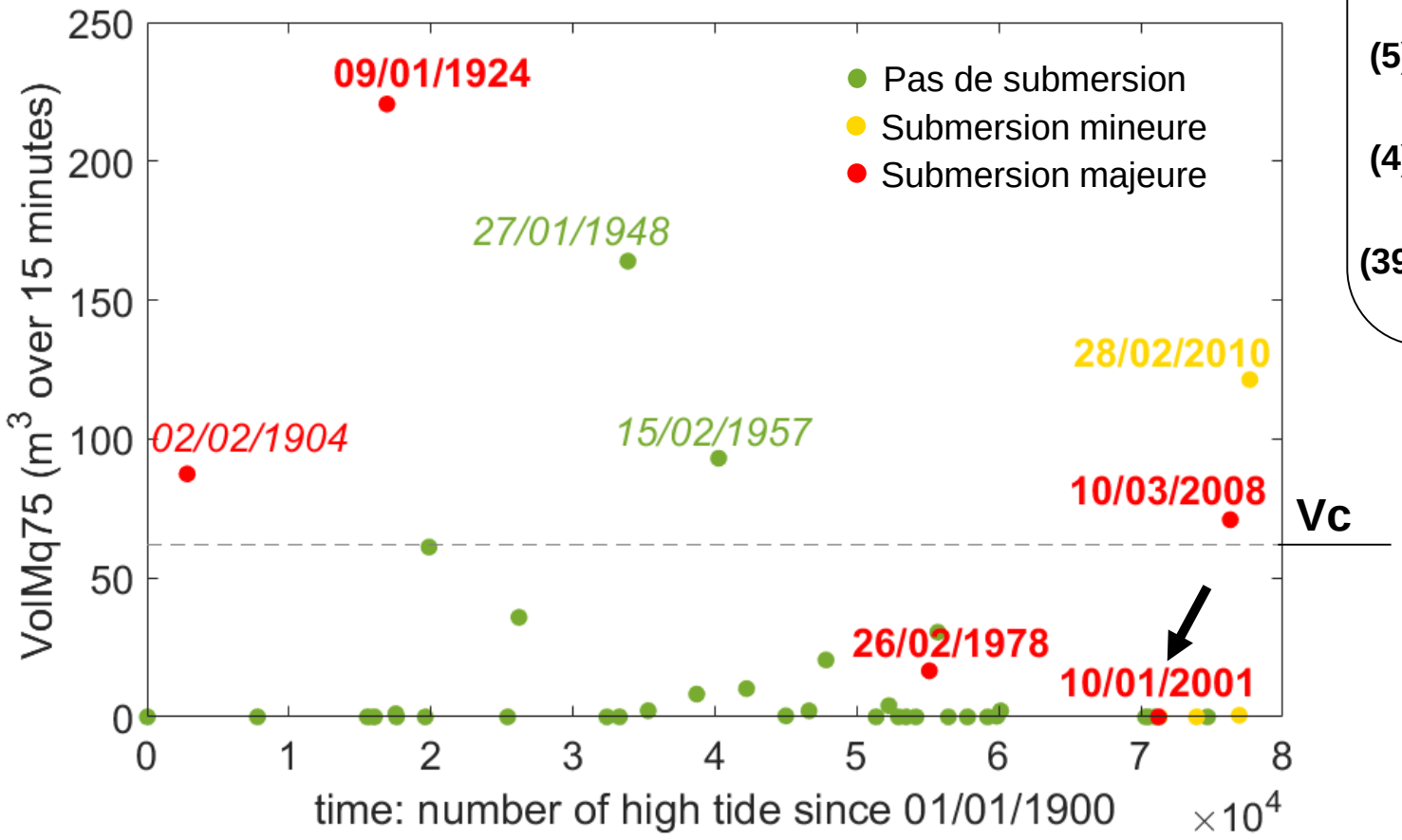
02/02/1904 09/01/1924 10/03/2008 28/02/2010	**Indice confiance BDD dommage : Fort**
27/01/1948 15/02/1957	**Indice confiance BDD dommage : Faible**

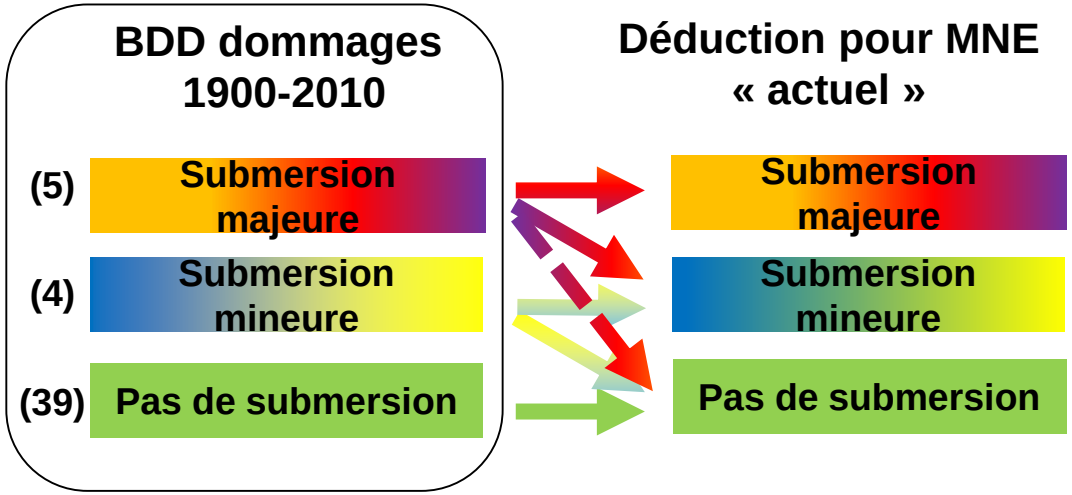


Vc = 62 m³

Optimisation pour limiter les fausses alertes

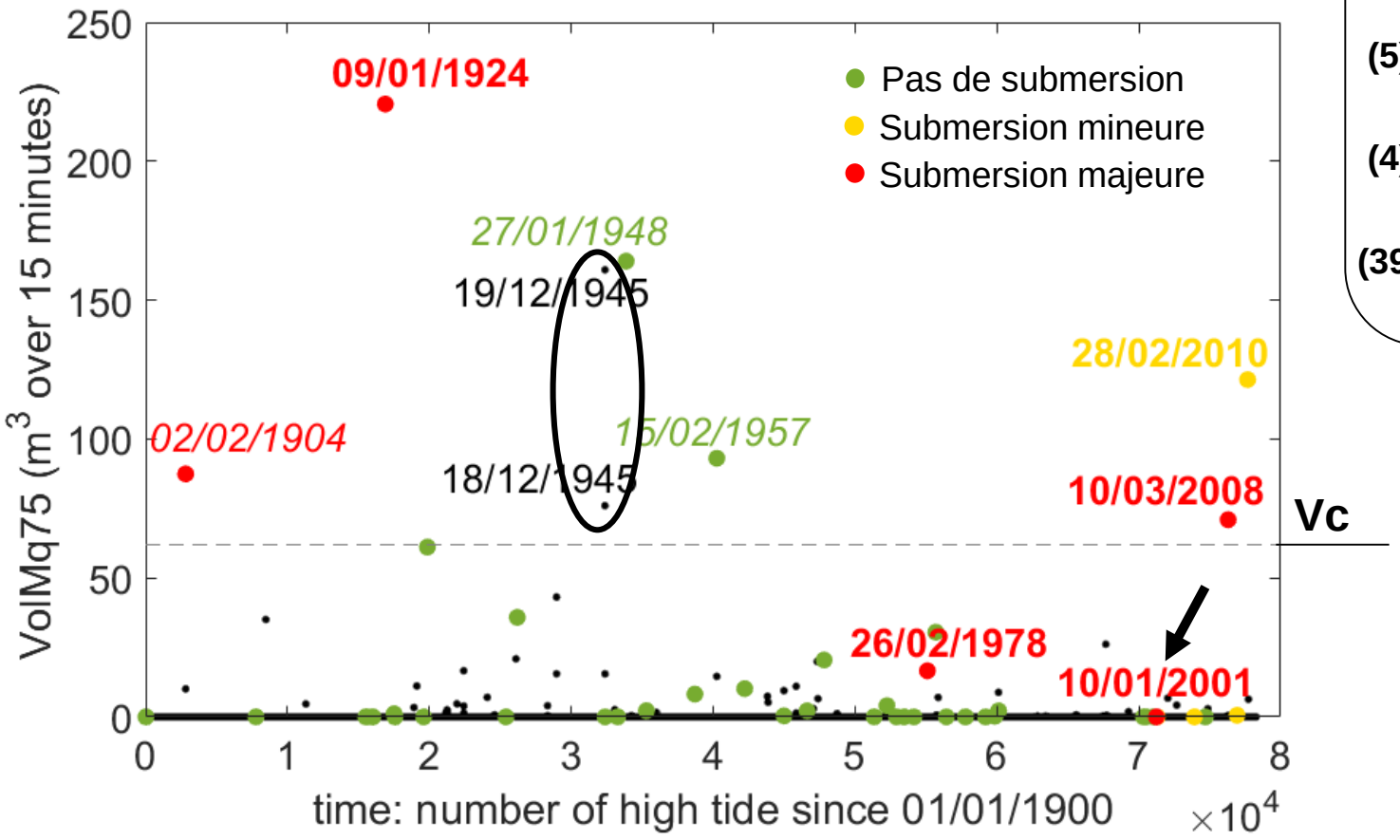
Prédictions pour évènements de la BDD dommages

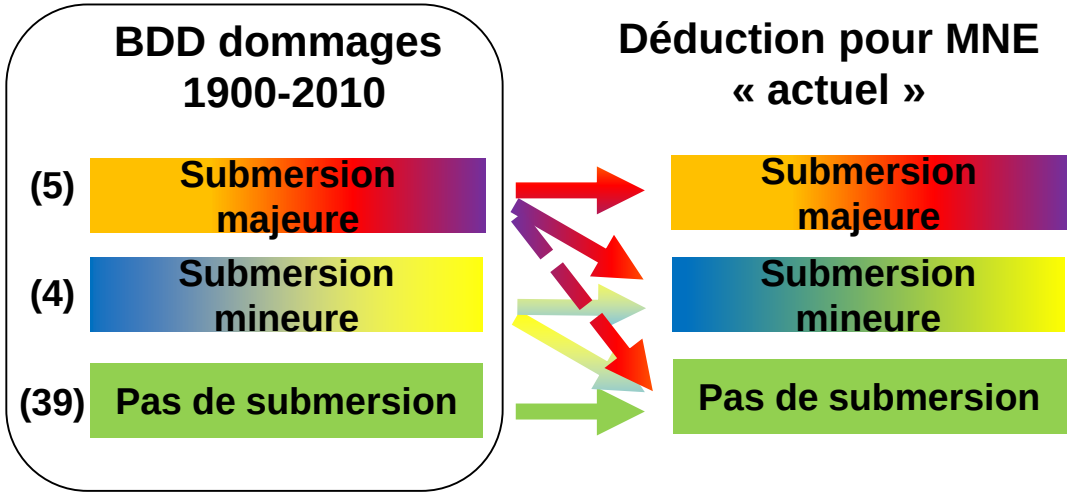




Optimisation pour limiter les fausses alertes

Prédictions pour évènements de la BDD dommages

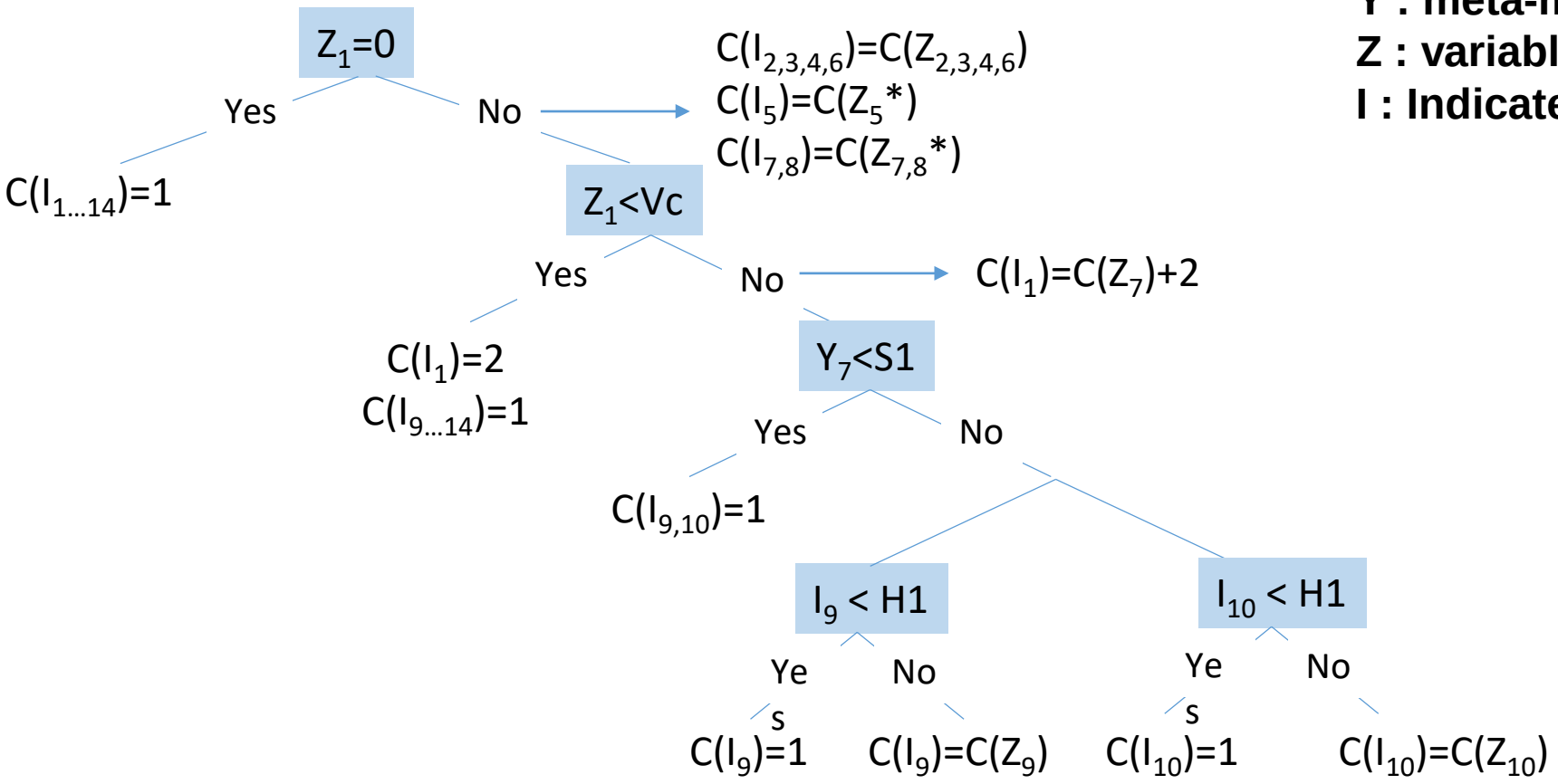




1900-2010 hindcast : 1 seul « évènement » de submersion en-dehors des évènements de la BDD dommages

Règles de cohérences entre indicateurs

Logigramme



Y : méta-modèle
Z : variable intermédiaire
I : Indicateurs

Corrections

Règles cohérences entre indicateurs

- exemple

Intensité	**Pas d'inondation**	A la limite de l'inondation	Inondation faible	Inondation moyenne	Inondation forte	Inondation très forte
Hauteurs d'eau aux points de surveillance	**RAS**	**h <= 0.1 m Déplacement possible adulte**	**0.1 m < h <= 0.25 m Déplacement difficile**	**0.25 m < h <= 0.5 m Déplacement très difficile**		**0.5 m < h Risque d'être emporté**
Débits d'eau à terre	**RAS**	**Inférieur à 60m³/h**	**Entre 60 et 120 m³/h**	**Entre 120 et 480 m³/h**	**Entre 480 et 1200 m³/h**	**Supérieur à 1200 m³/h**
Hauteurs d'eau devant les lieux de gestion de crise (mairie, gymnase)	**RAS**	**0 < hmax ≤ 0.1 m**	**0.1 < hmax ≤ 0.2 m**	**0.2 < hmax ≤ 0.5 m**	**0.5 < hmax ≤ 1 m**	**1 m < hmax**
Trafficabilité des routes	**RAS**	**route inondée localement mais trafficable**		**trafficable uniquement pour véhicules secours**		**pas trafficable**
Hauteurs d'eau maximales à terre	**RAS**	**0 à 0.1 m**	**0.1 à 0.5 m**	**0.5 à 1 m**	**1 à 1.5 m**	**> 1.5 m**

Corrections

Règles cohérences entre indicateurs

- exemple

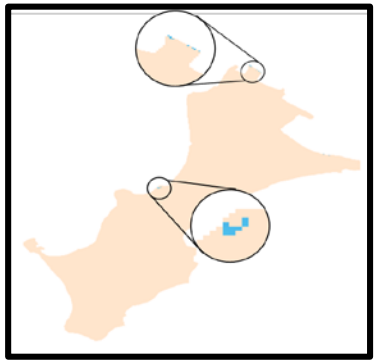
Non affiché

Intensité	**Pas d'inondation**	A la limite de l'inondation	Inondation faible	Inondation moyenne	Inondation forte	Inondation très forte
Hauteurs d'eau aux points de surveillance	**RAS**	h <= 0.1 m Déplacement possible adulte	0.1 m < h <= 0.25 m Déplacement difficile	0.25 m < h <= 0.5 m Déplacement très difficile		0.5 m < h Risque d'être emporté
Débits d'eau à terre	**RAS**	Inférieur à 60m^3/h	Entre 60 et 120 m^3/h	Entre 120 et 480 m^3/h	Entre 480 et 1200 m^3/h	Supérieur à 1200 m^3/h
Hauteurs d'eau devant les lieux de gestion de crise (mairie, gymnase)	**RAS**	0 < hmax ≤ 0.1 m	0.1 < hmax ≤ 0.2 m	0.2 < hmax ≤ 0.5 m	0.5 < hmax ≤ 1 m	1 m < hmax
Trafficabilité des routes	**RAS**	**route inondée localement mais trafficable**		**trafficable uniquement pour véhicules secours**		**pas trafficable**
Hauteurs d'eau maximales à terre	**RAS**	**0 à 0.1 m**	**0.1 à 0.5 m**	**0.5 à 1 m**	**1 à 1.5 m**	**> 1.5 m**

Corrections

Règles cohérences entre indicateurs

- exemple

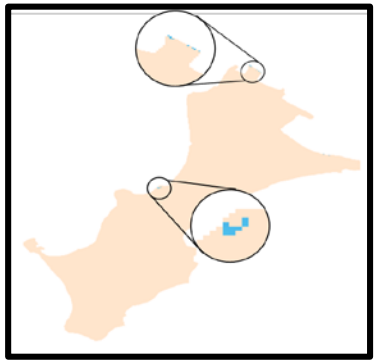


Intensité	Pas d'inondation	**A la limite de l'inondation**	Inondation faible	Inondation moyenne	Inondation forte	Inondation très forte
Hauteurs d'eau aux points de surveillance	**RAS**	**h <= 0.1 m Déplacement possible adulte**	**0.1 m < h <= 0.25 m Déplacement difficile**	**0.25 m < h <= 0.5 m Déplacement très difficile**		**0.5 m < h Risque d'être emporté**
Débits d'eau à terre	**RAS**	**Inférieur à 60m³/h**	**Entre 60 et 120 m³/h**	**Entre 120 et 480 m³/h**	**Entre 480 et 1200 m³/h**	**Supérieur à 1200 m³/h**
Hauteurs d'eau devant les lieux de gestion de crise (mairie, gymnase)	**RAS**	**0 < hmax ≤ 0.1 m**	**0.1 < hmax ≤ 0.2 m**	**0.2 < hmax ≤ 0.5 m**	**0.5 < hmax ≤ 1 m**	**1 m < hmax**
Trafficabilité des routes	**RAS**	**route inondée localement mais trafficable**		**trafficable uniquement pour véhicules secours**		**pas trafficable**
Hauteurs d'eau maximales à terre	**RAS**	**0 à 0.1 m**	**0.1 à 0.5 m**	**0.5 à 1 m**	**1 à 1.5 m**	**> 1.5 m**

Corrections

Règles cohérences entre indicateurs

- exemple



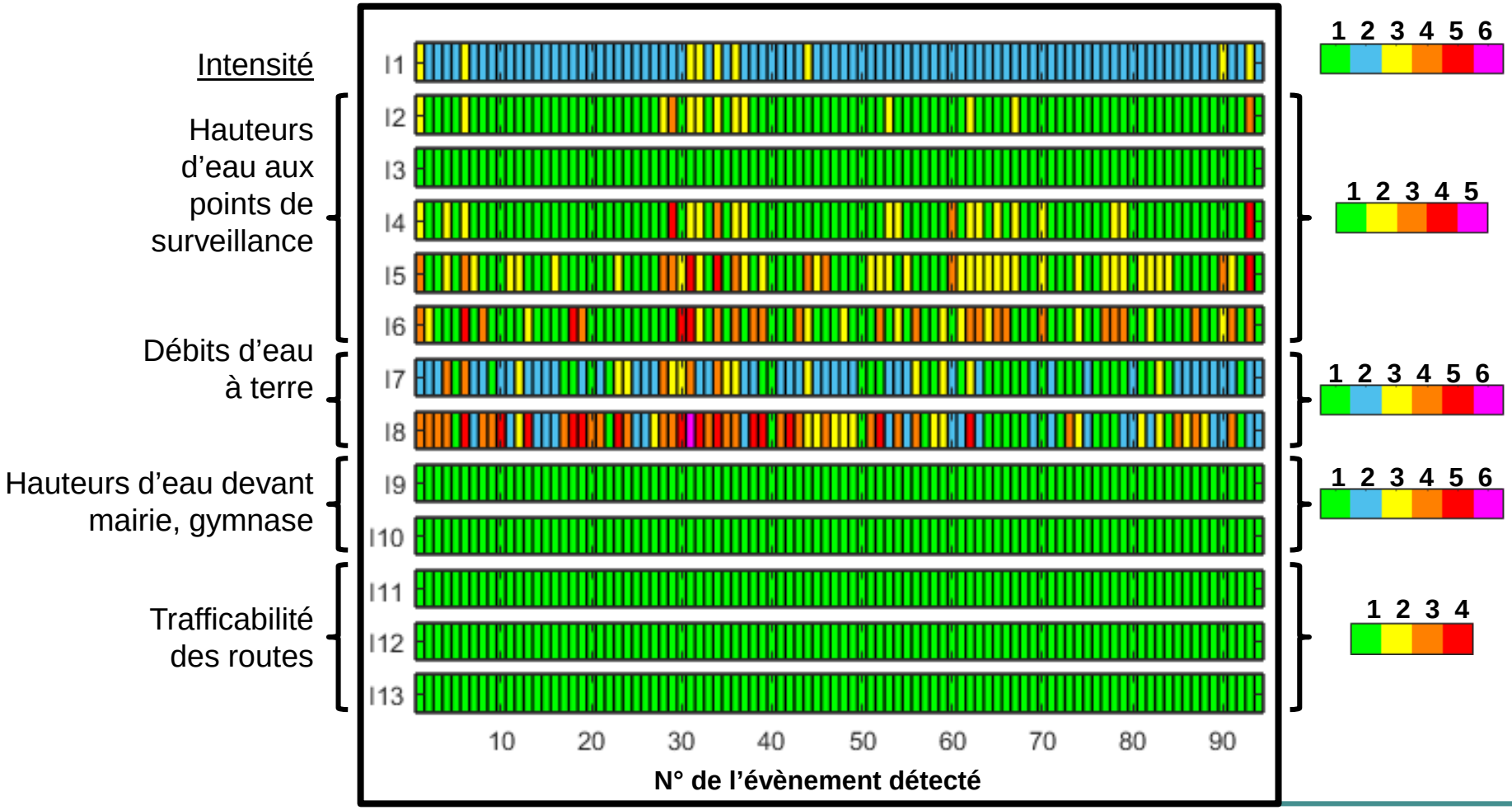
Intensité	Pas d'inondation	**A la limite de l'inondation**	Inondation faible	Inondation moyenne	Inondation forte	Inondation très forte
Hauteurs d'eau aux points de surveillance	**RAS**	**h <= 0.1 m Déplacement possible adulte**	**0.1 m < h <= 0.25 m Déplacement difficile**	**0.25 m < h <= 0.5 m Déplacement très difficile**		**0.5 m < h Risque d'être emporté**
Débits d'eau à terre	**RAS**	**Inférieur à 60m³/h**	**Entre 60 et 120 m³/h**	**Entre 120 et 480 m³/h**	**Entre 480 et 1200 m³/h**	**Supérieur à 1200 m³/h**
Hauteurs d'eau devant les lieux de gestion de crise (mairie, gymnase)	**RAS**	0 < hmax ≤ 0.1 m	0.1 < hmax ≤ 0.2 m	0.2 < hmax ≤ 0.5 m	0.5 < hmax ≤ 1 m	1 m < hmax
Trafficabilité des routes	**RAS**	route inondée localement mais trafficable	trafficable uniquement pour véhicules secours		pas trafficable	
Hauteurs d'eau maximales à terre	**RAS**	**0 à 0.1 m**	**0.1 à 0.5 m**	**0.5 à 1 m**	**1 à 1.5 m**	**> 1.5 m**

Non affiché

1900-2016 : Prédiction « optimisée »

Tous les évènements au moins à la limite de l'inondation

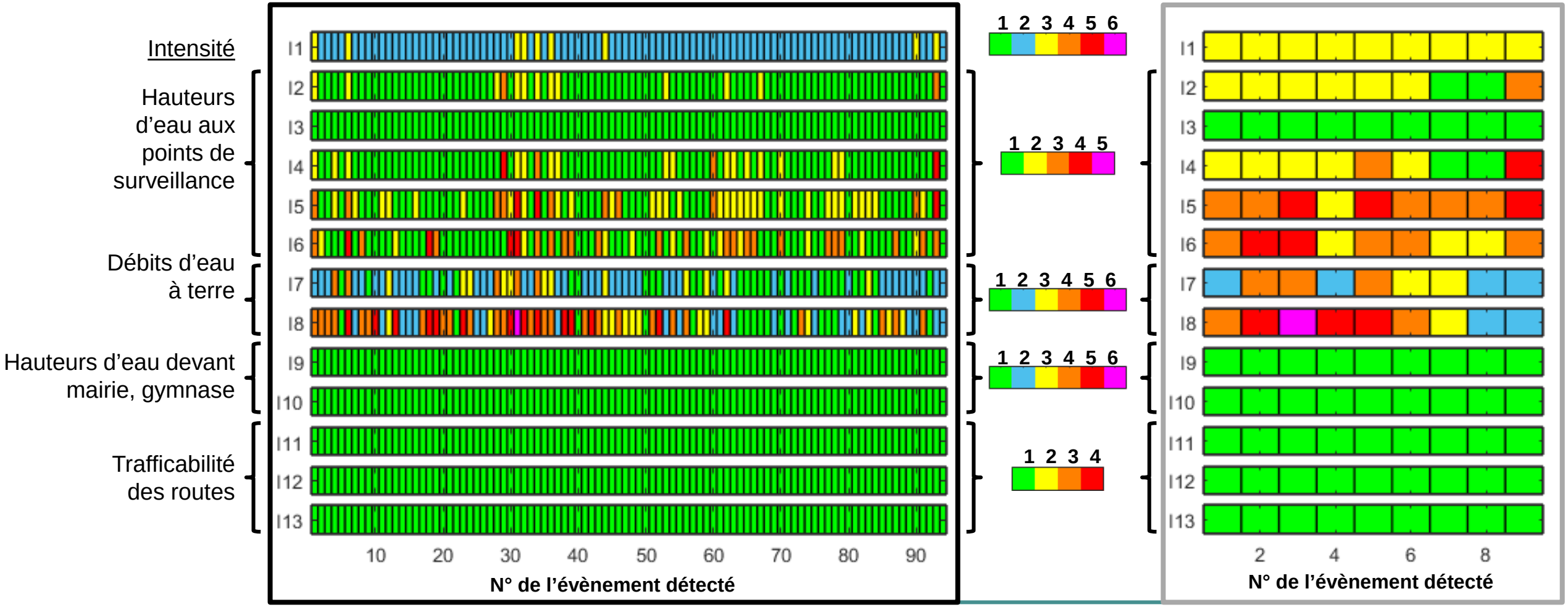
Pas d'inondation	A la limite de l'inondation	**Inondation faible**	Inondation moyenne	Inondation forte	Inondation très forte



1900-2016 : Prédiction « optimisée »

Tous les évènements au moins à la limite de l'inondation / tous les évènements submersion

Pas d'inondation	A la limite de l'inondation	**Inondation faible**	Inondation moyenne	Inondation forte	Inondation très forte



Performances du démonstrateur, 2019-2021

NB: prédictions à J+1

Date	X_{marc*}	$X_{datashom}$	VVS (orange ou rouge)
29 September 2019	2	1	NTR
30 September 2019	2	1	NTR
14 January 2020	1	1	Orange
10 February 2020	2	1	Orange
11 March 2020	2	1	NTR
9 April 2020	2	1	NTR
17 October 2020	2	1	NTR
15 November 2020	2	1	NTR
16 December 2020	2	1	NTR
30 January 2021	1	1	Orange

Accès groupe utilisateur

… aucun évènement ou alerte depuis
(mise à jour : 24/01/2022)

Conclusion & Perspectives

En résumé

- La problématique de données de validation « submersion »
  - Quantifiées
  - Spatialisées
  - Adéquates pour valider des prédictions pour des territoires en évolution
- Approche pragmatique pour limiter les fausses alertes et maximiser la cohérence entre les indicateurs
- Prédictions « cohérentes » au regard du passé et montrant de bonnes performances sur l'actuel (2019 -> …)

Perspectives

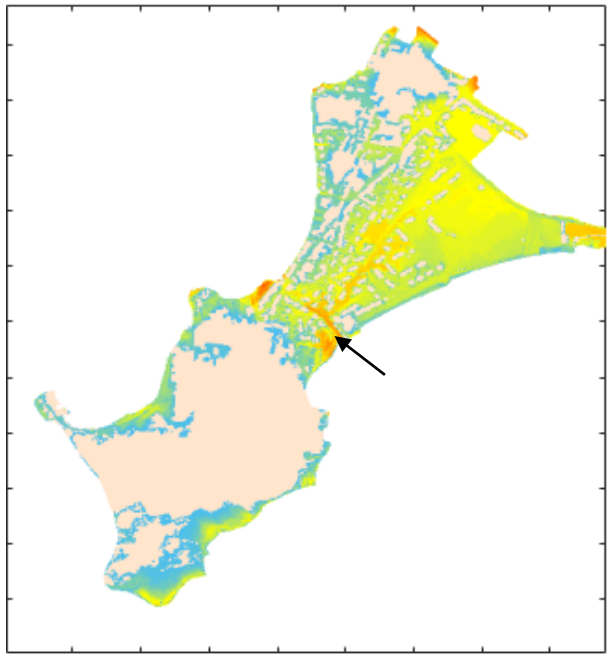
- Mieux caractériser la qualité des données de forçage par des mesures co-localisées
- Pouvoir considérer les MNE's comme une variable d'entrée (évolutive) des prédictions : un vrai défi !
- Développer les capacités d'observations de « submersion » (ex. : vidéos à terre mais aussi sur le littoral, réseaux sociaux, sciences participatives…)

Conclusion & Perspectives

Exemple de données potentiellement utile / submersion Gâvres

CoastSnap Morbihan

https://observatoire-littoral-morbihan.fr/animations-coastsnap/



Besoin de plus de prises de vue pendant les période de tempêtes et forts coefficients de marée

Merci pour votre attention

Idier et al. (2021) A User-Oriented Local Coastal Flooding Early Warning System Using Metamodelling Techniques. ***Journal of Marine Science and Engineering*****.**