

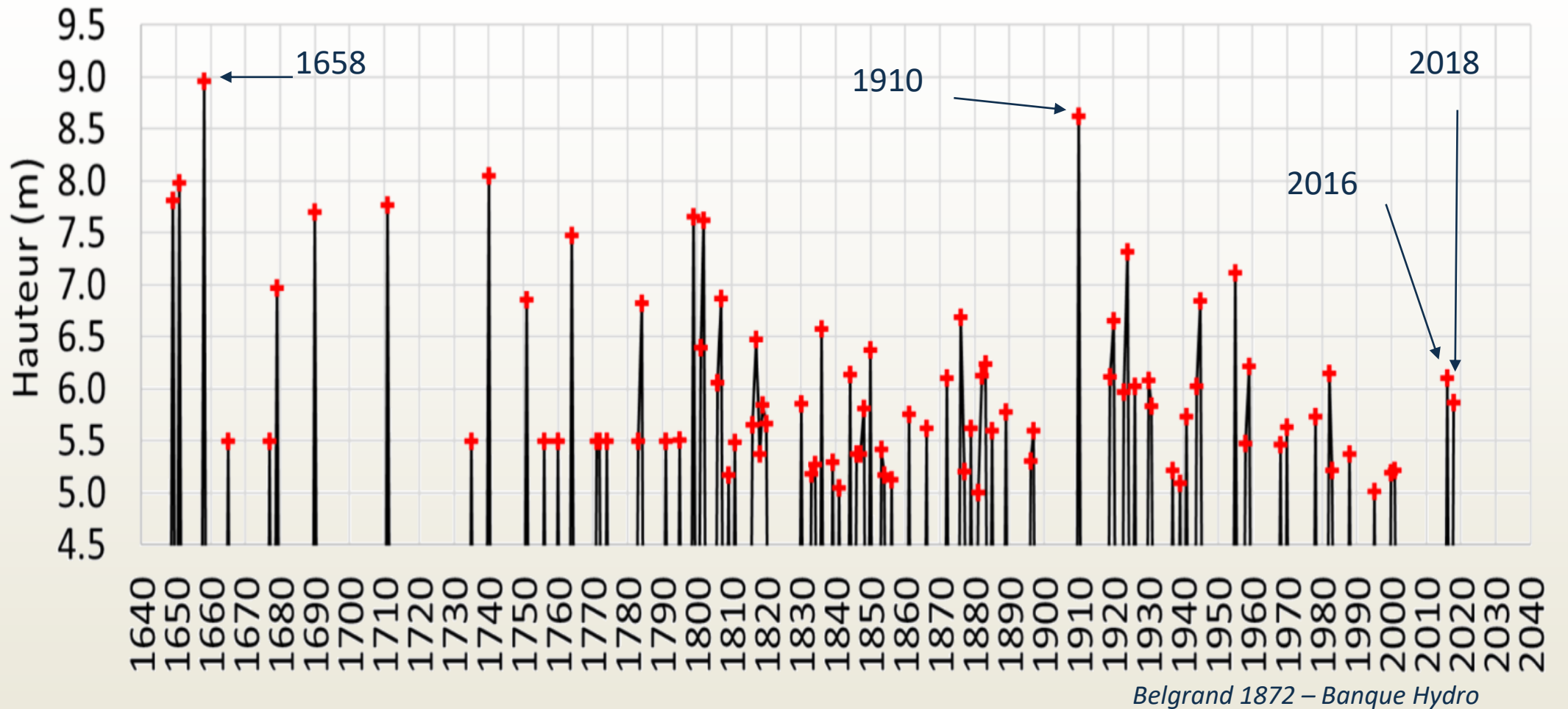
Étude des scénarios de crue par la modélisation hydrogéologique de Paris et sa petite couronne



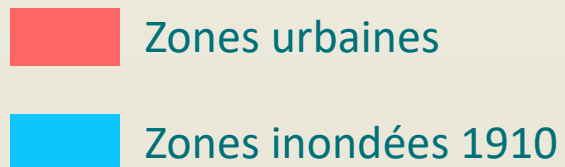
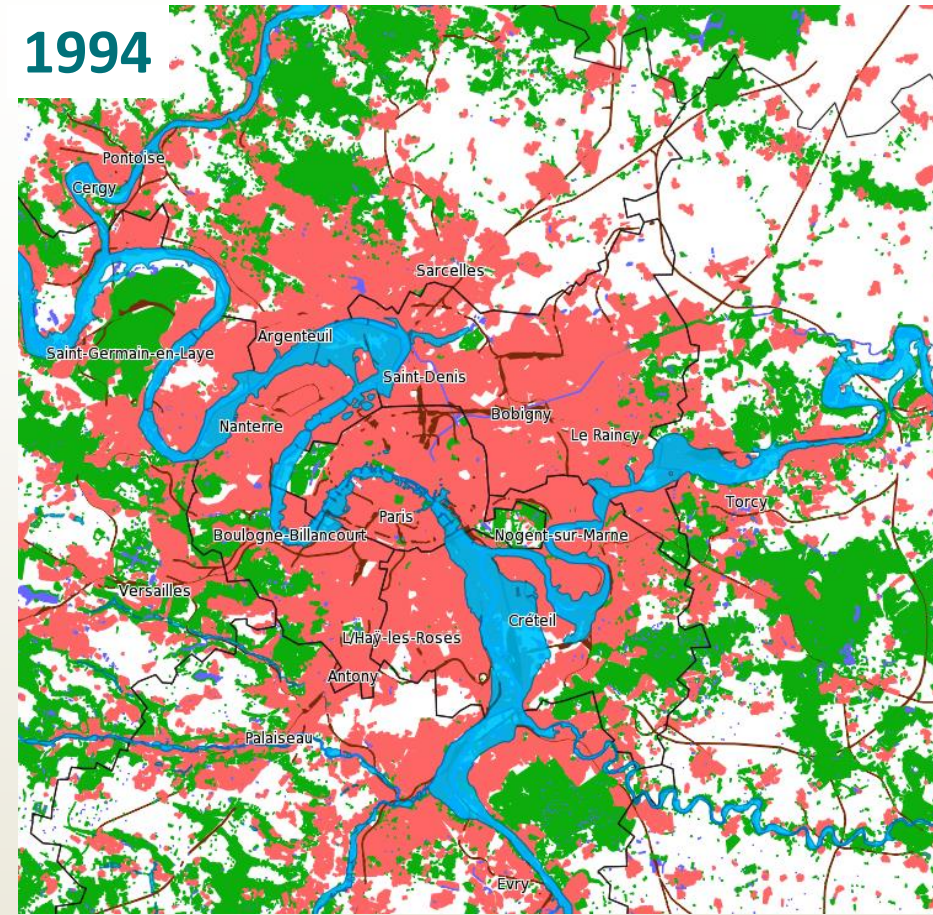
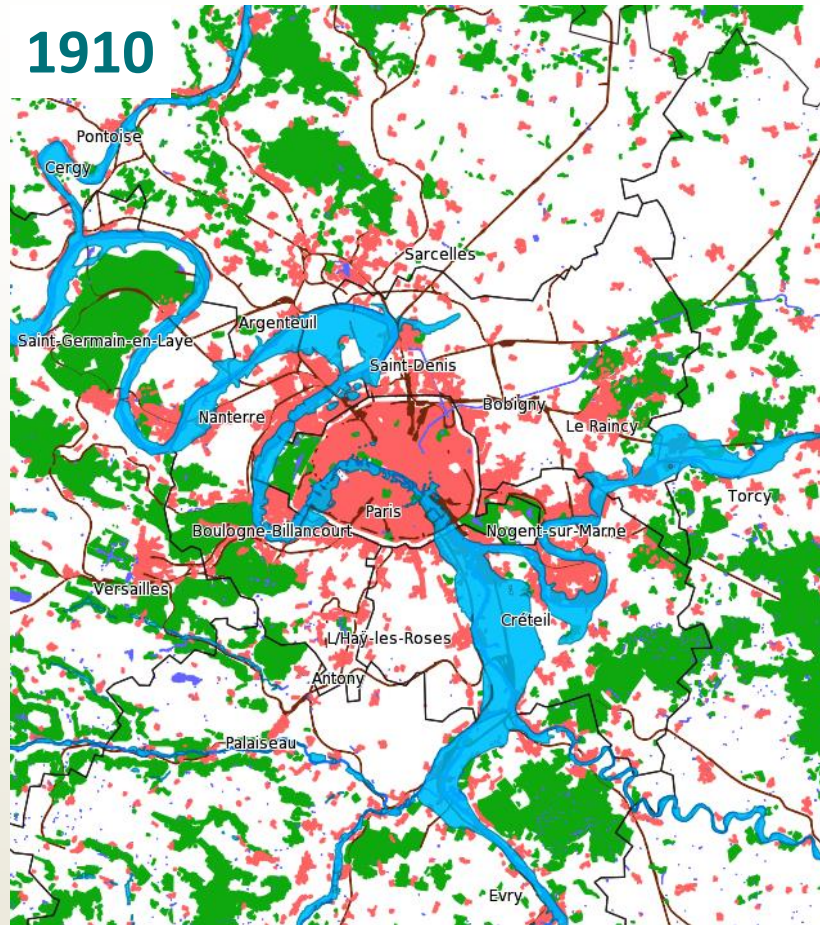
Rivière Agnès, Maillot Mathias, Flipo Nicolas, Goblet Patrick et Vincent Marc:

Résultats de la thèse de Mathias Maillot soutenue le 18 novembre 2019

Les inondations historiques



Scénario 1910 aujourd'hui



- 850 000 habitants en zone inondable
- Impacts supplémentaires liés aux réseaux critiques
- Risque en augmentation

Dernières crues importantes

➤ 2016

- Bassins de la Seine et de la Loire
- 1,2 milliard d'euros de dommages

➤ 2018

- Bassin de la Seine uniquement
- Entre 150 et 200 millions d'euros de dommages

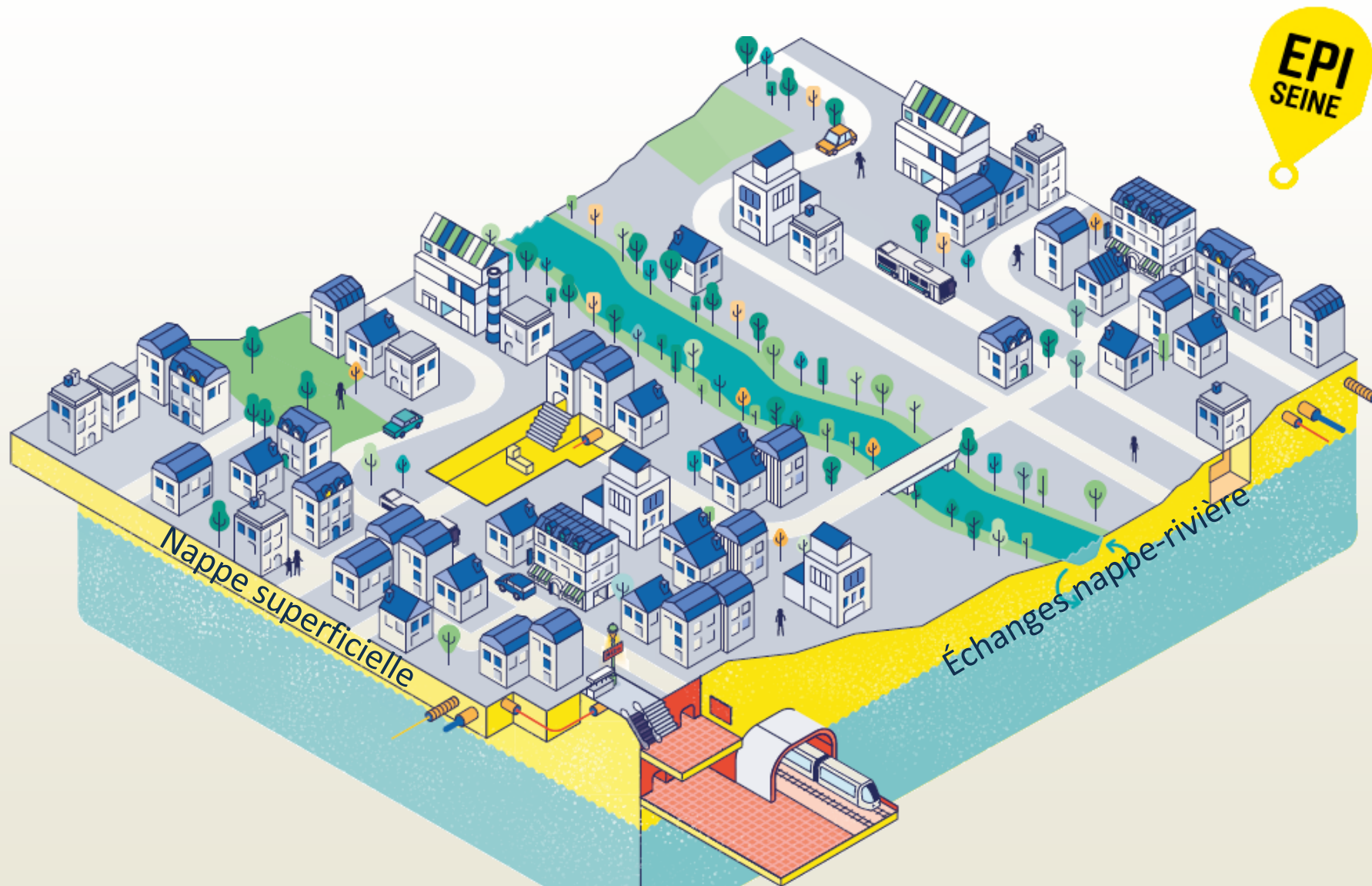


Juin 2016

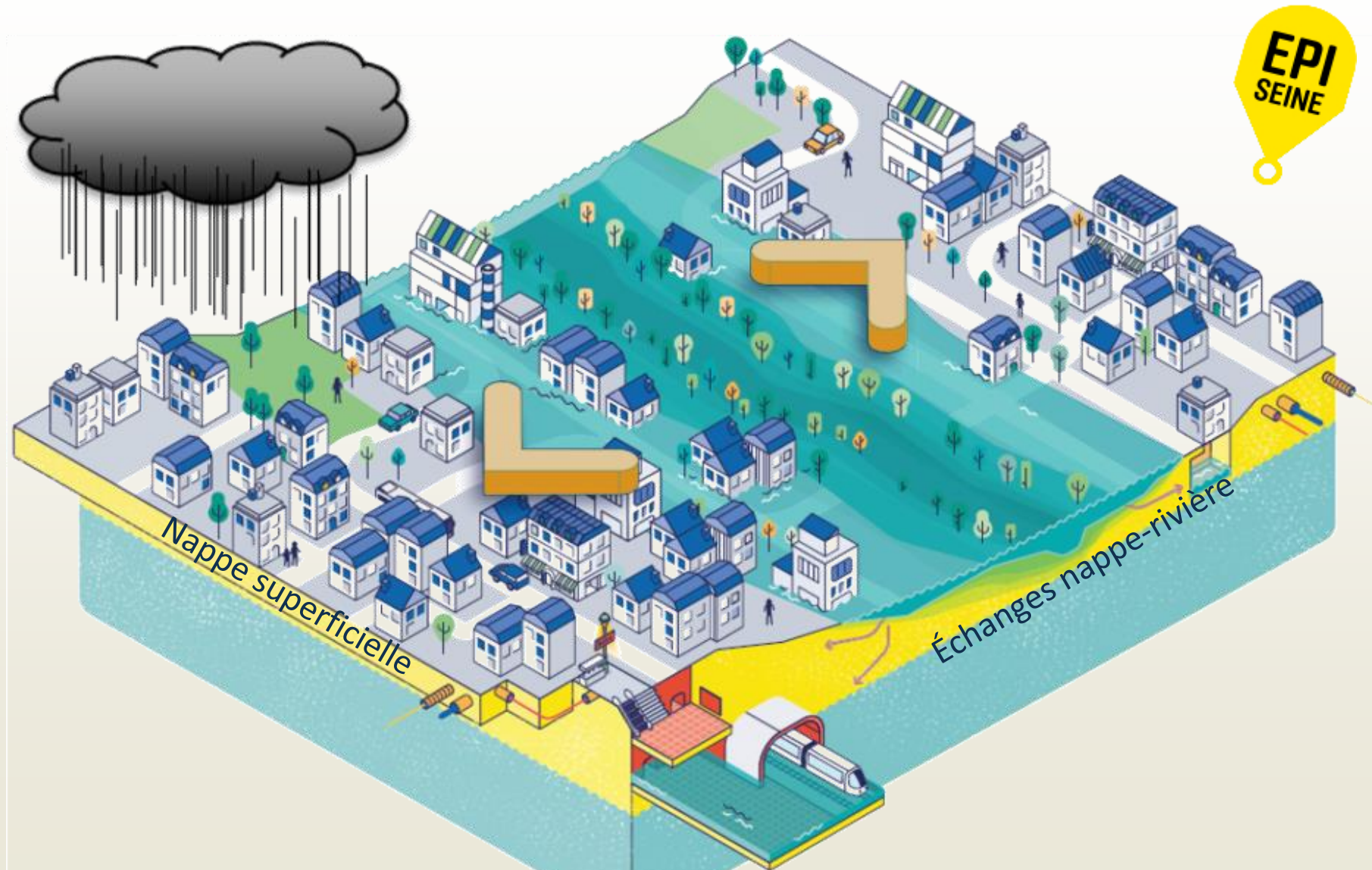


Janvier 2018

Déroulement d'une crue

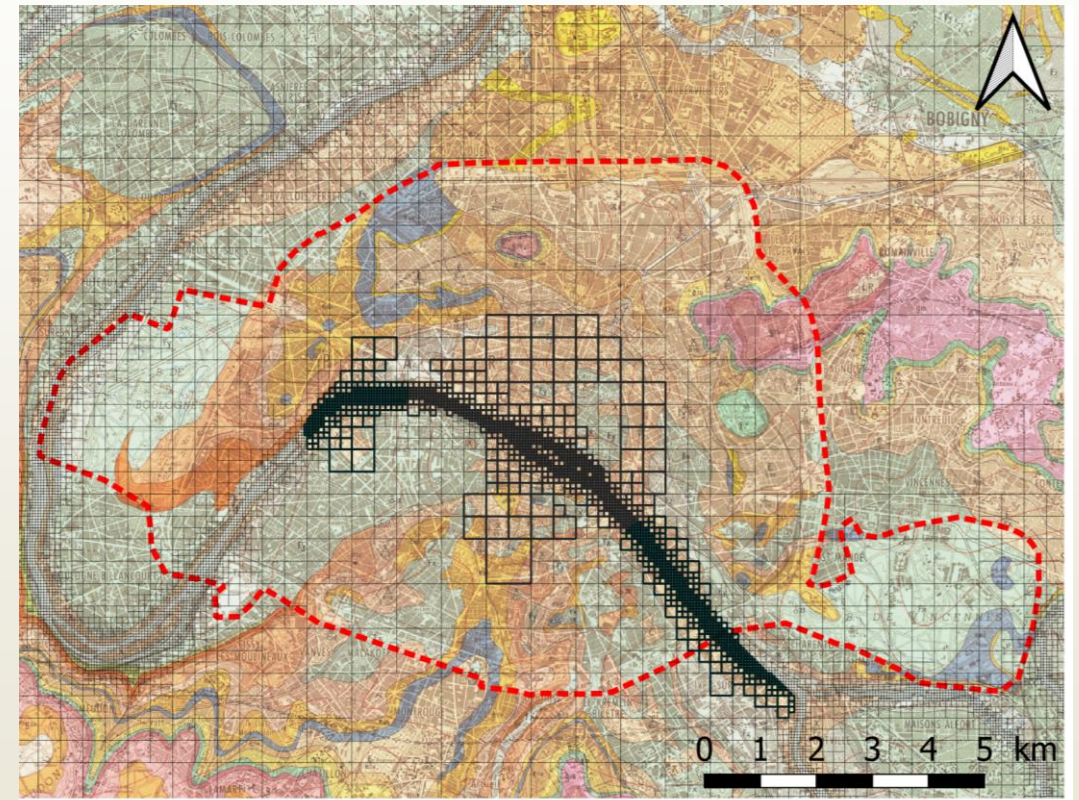
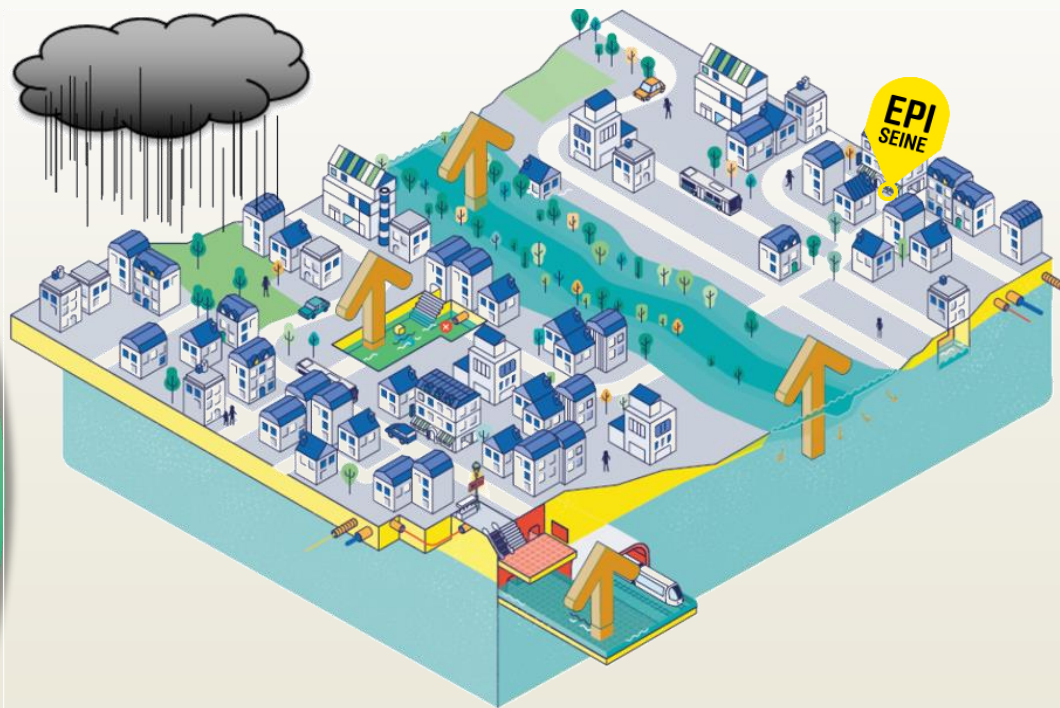


Déroulement d'une crue : Inondations par débordement



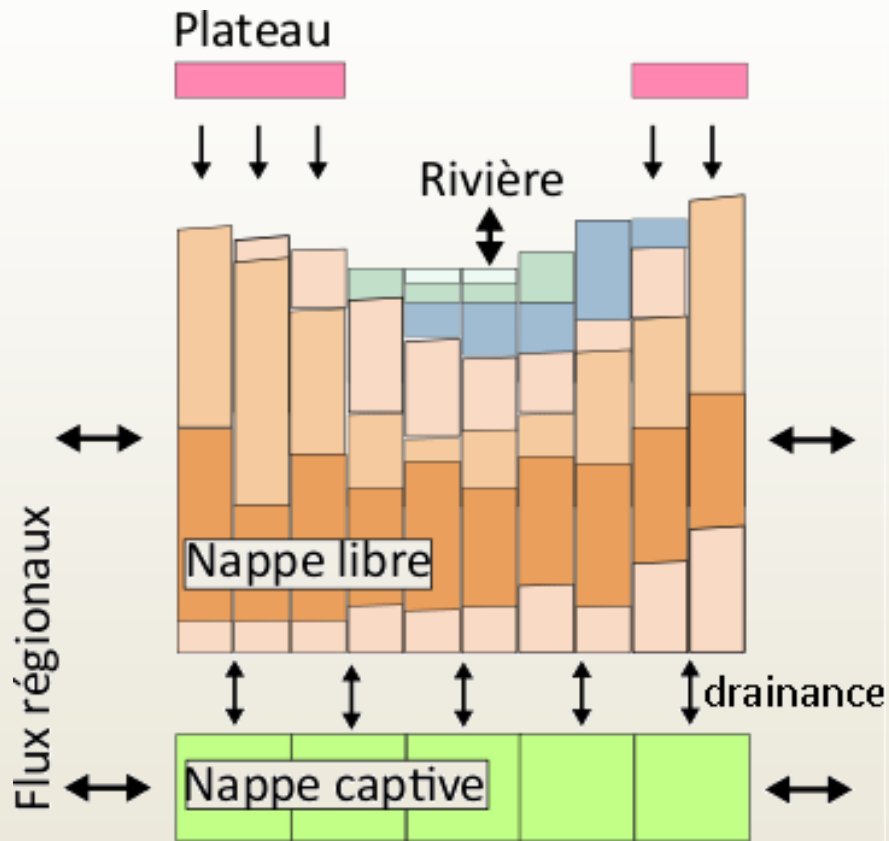
Objectifs

→ Comprendre les remontées de nappe lors des crues de la Seine



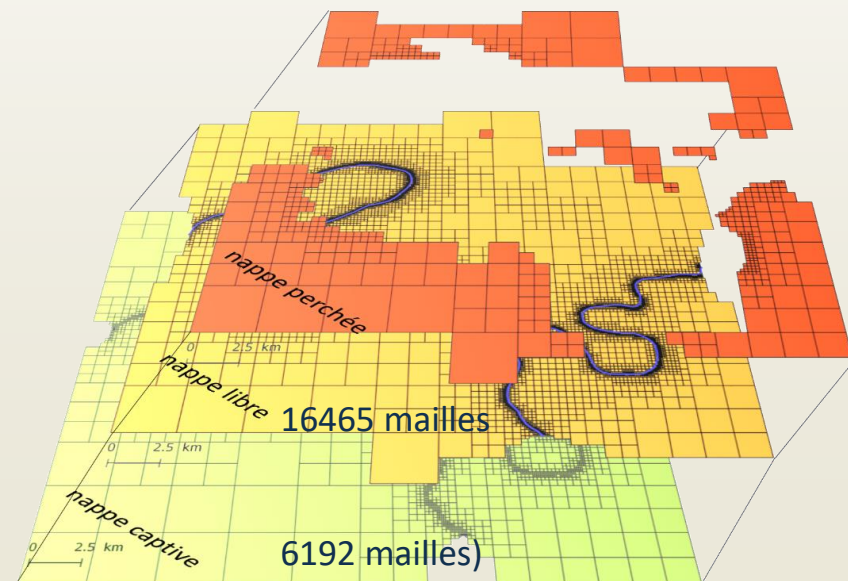
Construction du modèle

► Conceptualisation



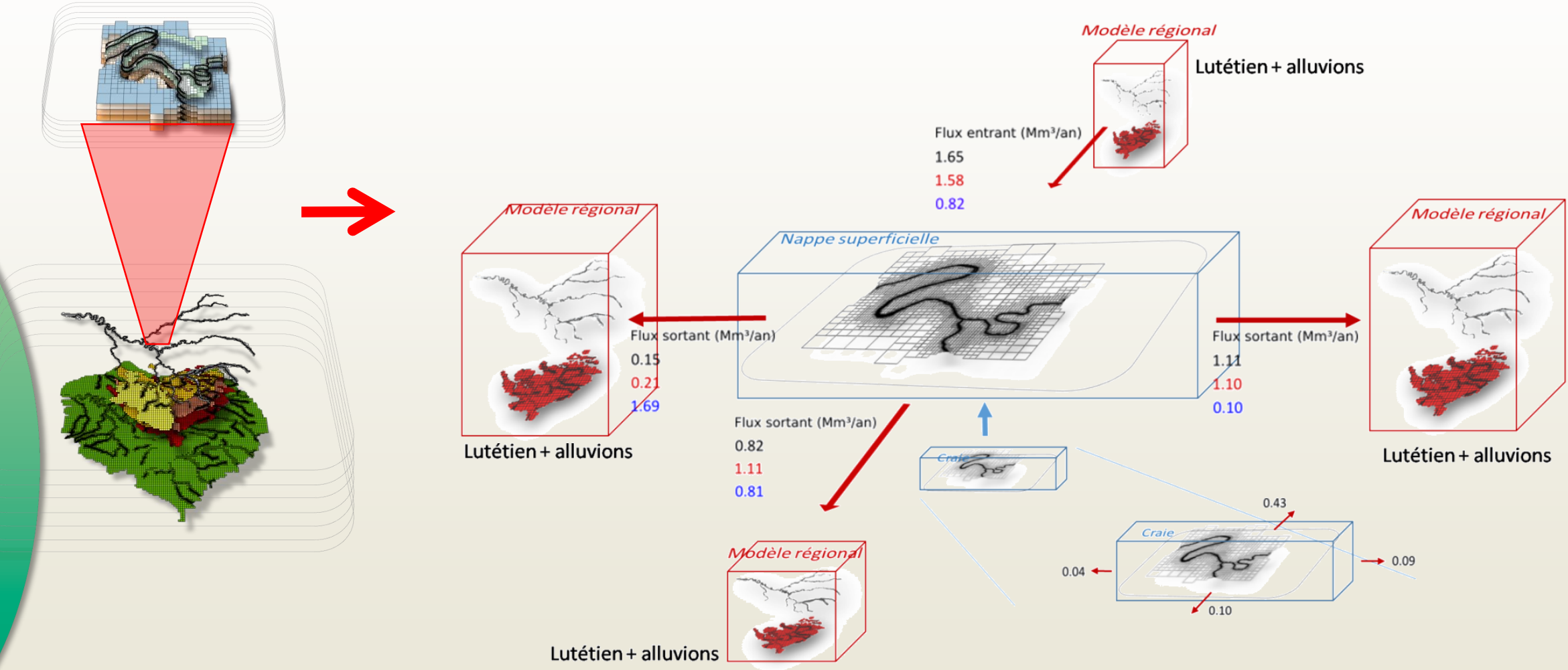
► Épaisseur et emprise des couches déterminées par interpolation :

- données interpolées = BD SONGE & modèle Lamé 2013
- Dérive externe issue du modèle tridimensionnel du Tertiaire du Bassin parisien (DRIEE – BRGM)



Flux hydrogéologiques régionaux du modèle

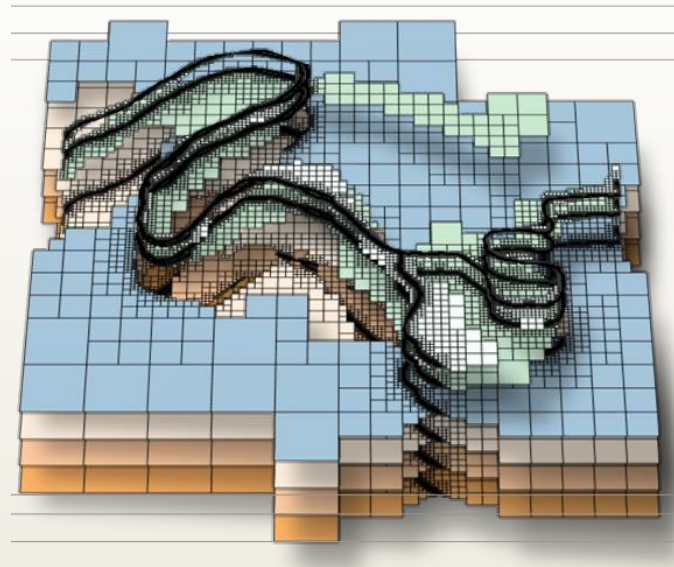
► Emboîtement dans le modèle Seine



Méthodologie: modélisation hydrogéologique de l'agglomération parisienne

➡ Construction du modèle

(Aquifère: Code hydrogéologique CaWaQS, Rivière: Code hydraulique Hydrariv)



➡ Vitesse d'écoulement



➡ Dynamique des réserves d'eau souterraines



➡ Echanges nappe-rivière



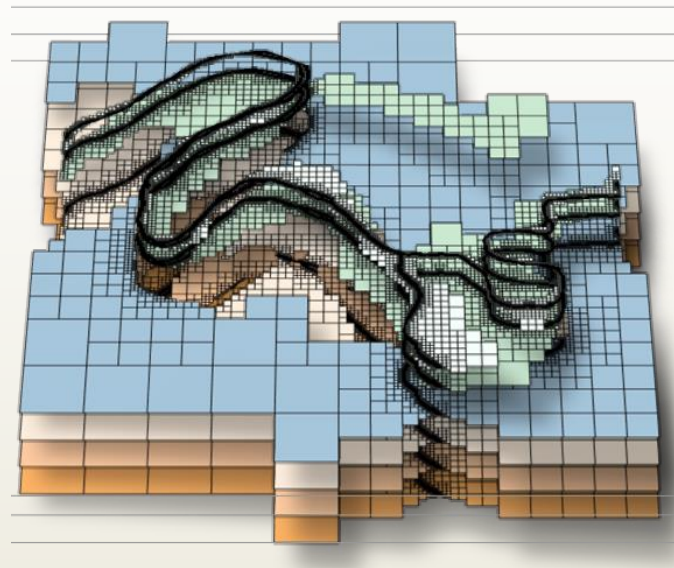
➡ Pressions anthropiques



Méthodologie: modélisation hydrogéologique de l'agglomération parisienne

Construction du modèle

(Aquifère: Code hydrogéologique CaWaQS, Rivière: Code hydraulique Hydrariv)



➡ Vitesse d'écoulement

➡ Dynamique des réserves d'eau souterraines

➡ Echanges nappe-rivière

➡ Pressions anthropiques



Calibration sur des campagnes

Basses eaux Octobre 2015
Régime permanent

Cru de Juin 2016
Régime transitoire

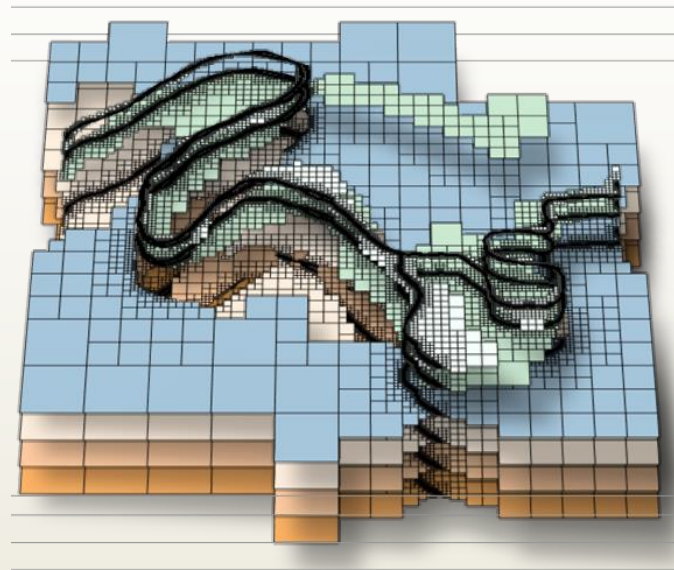
Validation

Cru de Janvier 2018

Méthodologie: modélisation hydrogéologique de l'agglomération parisienne

➤ Construction du modèle

(Aquifère: Code hydrogéologique CaWaQS, Rivière: Code hydraulique Hydrariv)



➤ Vitesse d'écoulement

➤ Dynamique des réserves d'eau souterraines

➤ Echanges nappe-rivière

➤ Pressions anthropiques



➤ Calibration sur des campagnes

➤ Basses eaux Octobre 2015
Régime permanent

➤ Crue de Juin 2016
Régime transitoire

➤ Validation

Crue de Janvier 2018

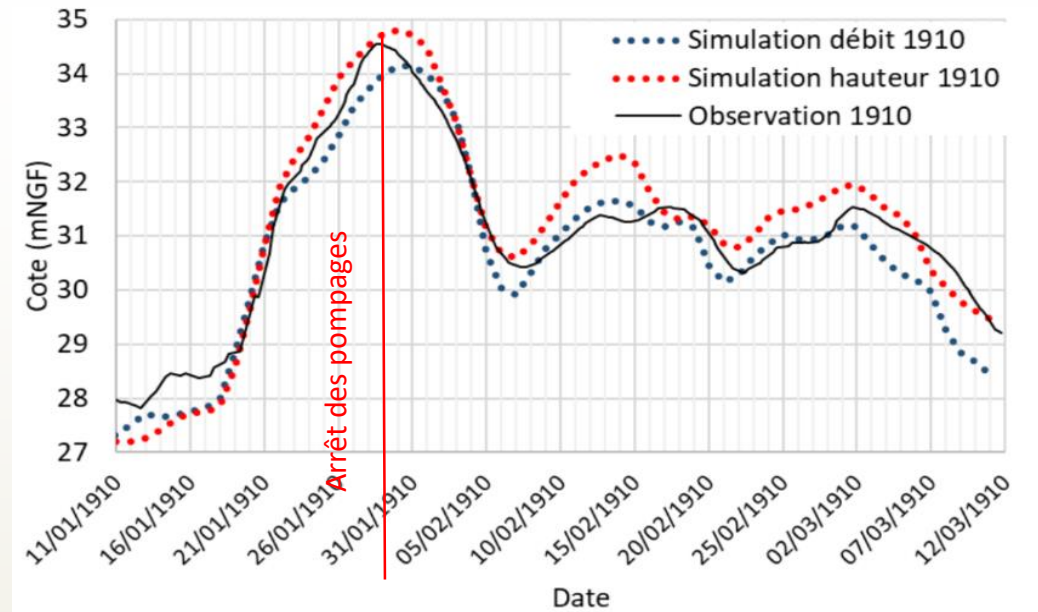
➤ Simulations de scénarios de crue

➤ Evolutions des échanges nappe-rivière

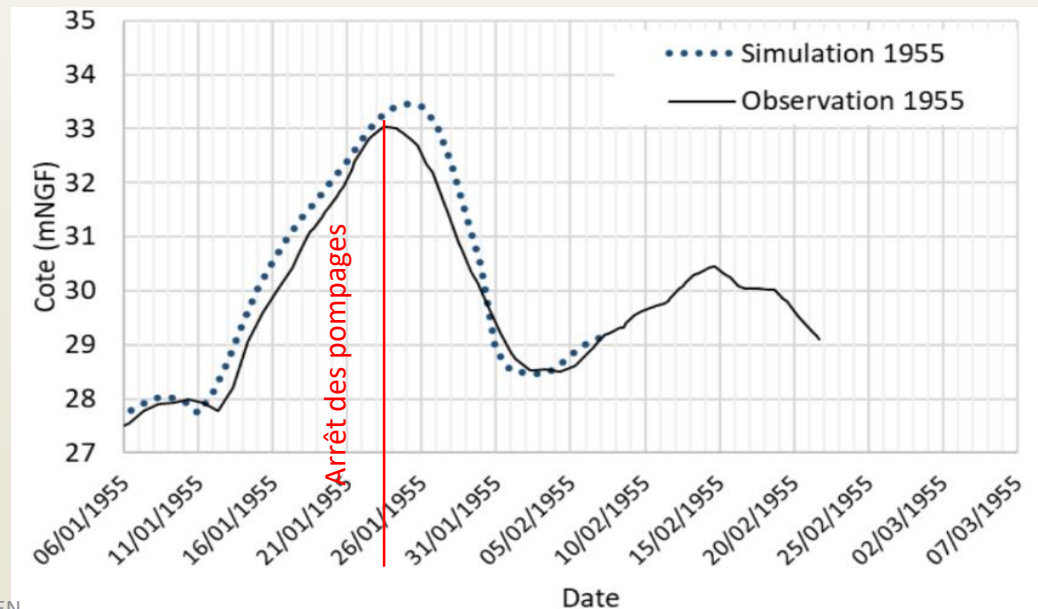
➤ Vulnérabilité des infrastructures

Présentation des scénarios modélisés

- Scénario de crue (modèle Hydrariv)
 - Débit constaté en 1910 (R1.0)
 - Hauteur d'eau constatée en 1910 (R1.15)
 - Crue de 1955

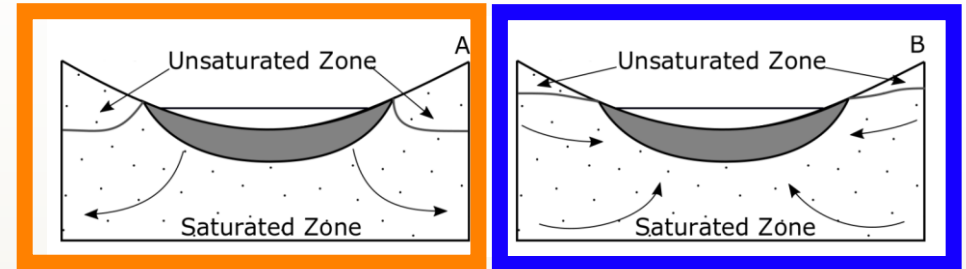
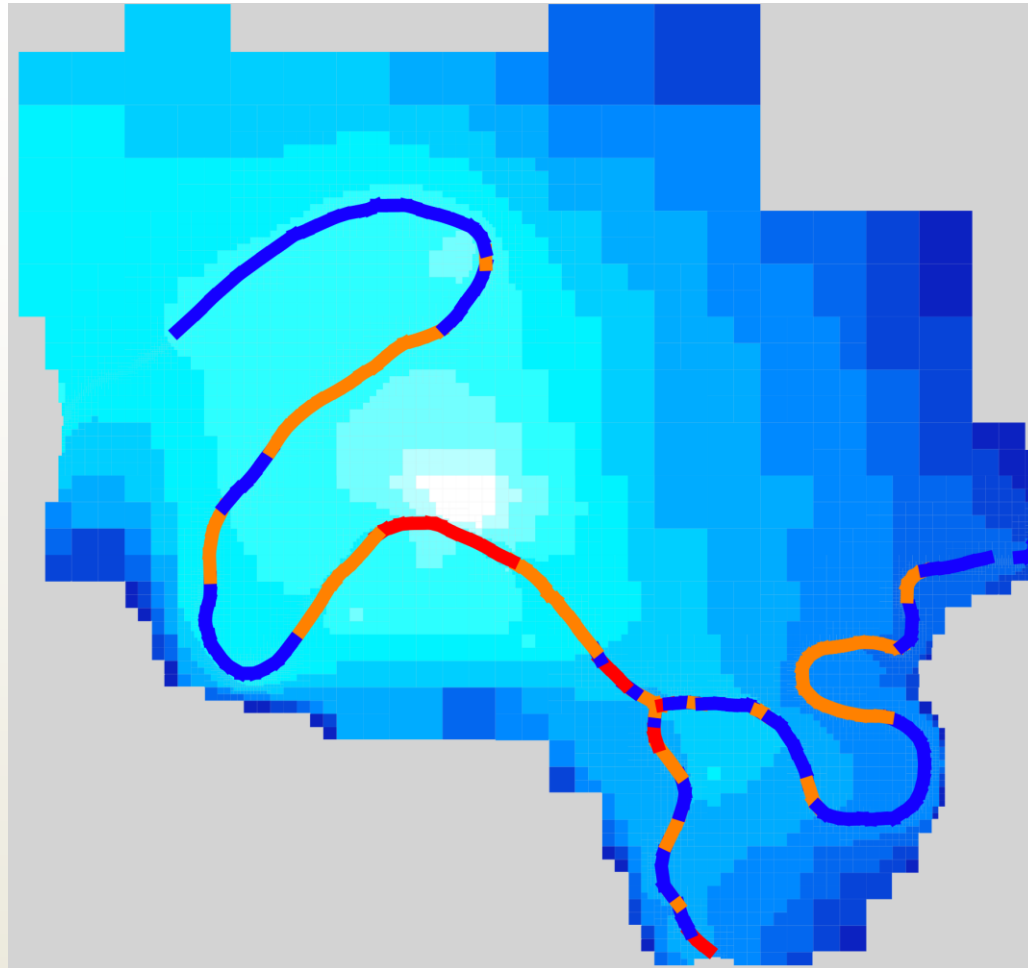


- Scénarios de pompages
 - Maintien des pompages
 - Arrêt des pompages au pic de crue
 - Absence de pompages

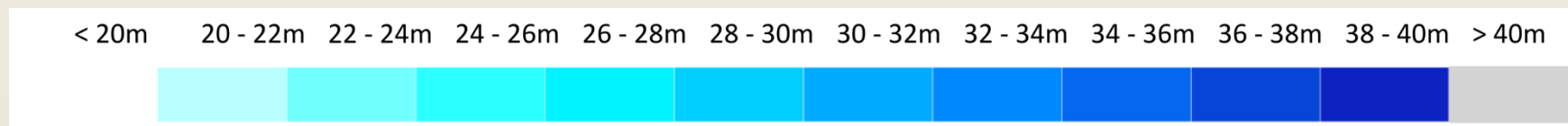


Simulations de scénario de crue

15 janvier 1910



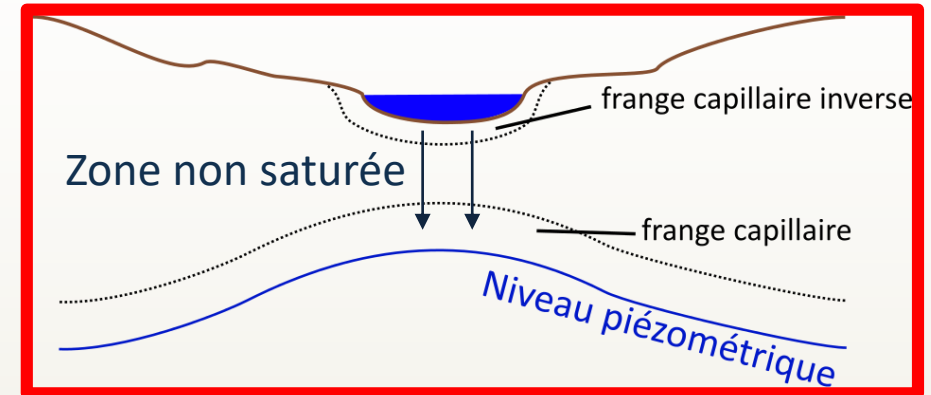
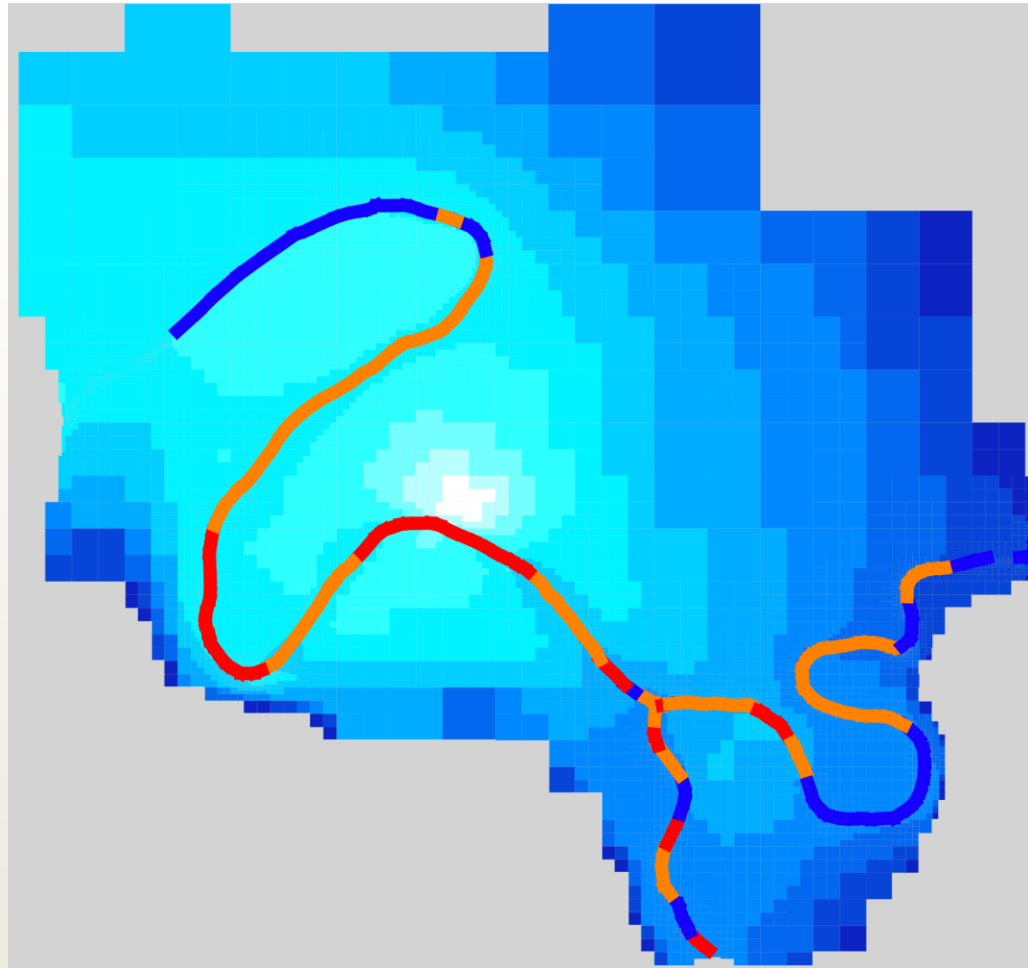
- Connexion : nappe → rivière**
- Connexion : rivière → nappe**
- Déconnexion**



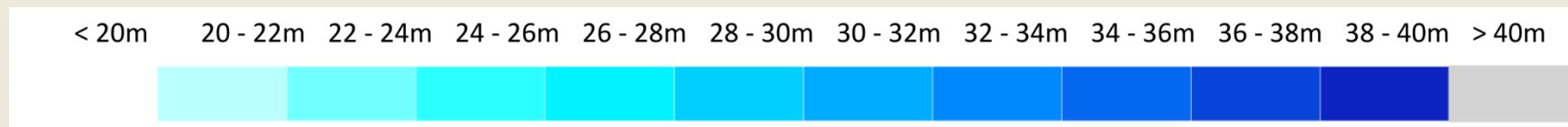
Niveau piézométrique (m NGF)

Simulations de scénario de crue

20 janvier 1910



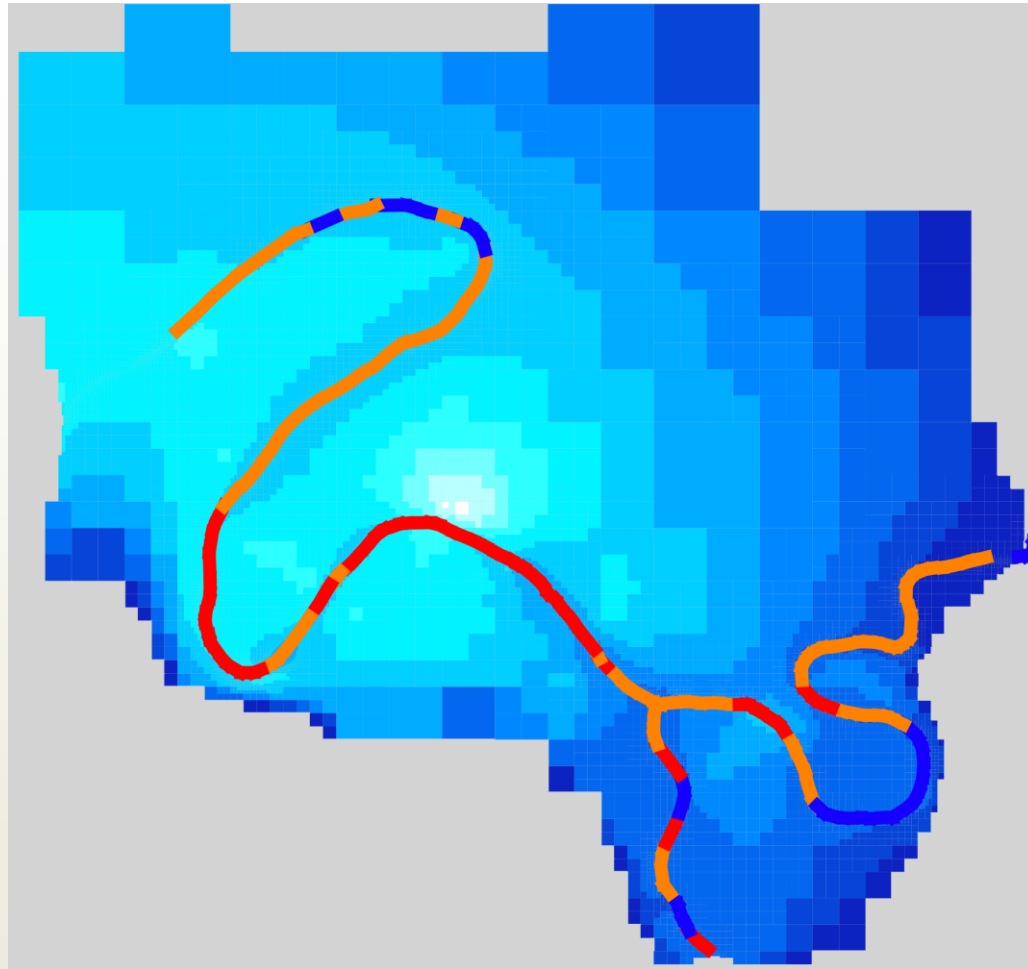
- Connexion : nappe → rivière**
- Connexion : rivière → nappe**
- Déconnexion**



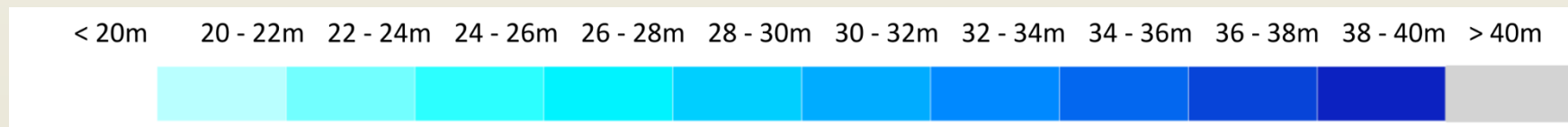
Niveau piézométrique (m NGF)

Simulations de scénario de crue

25 janvier 1910



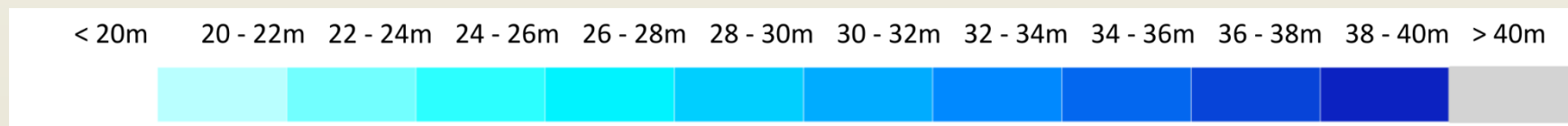
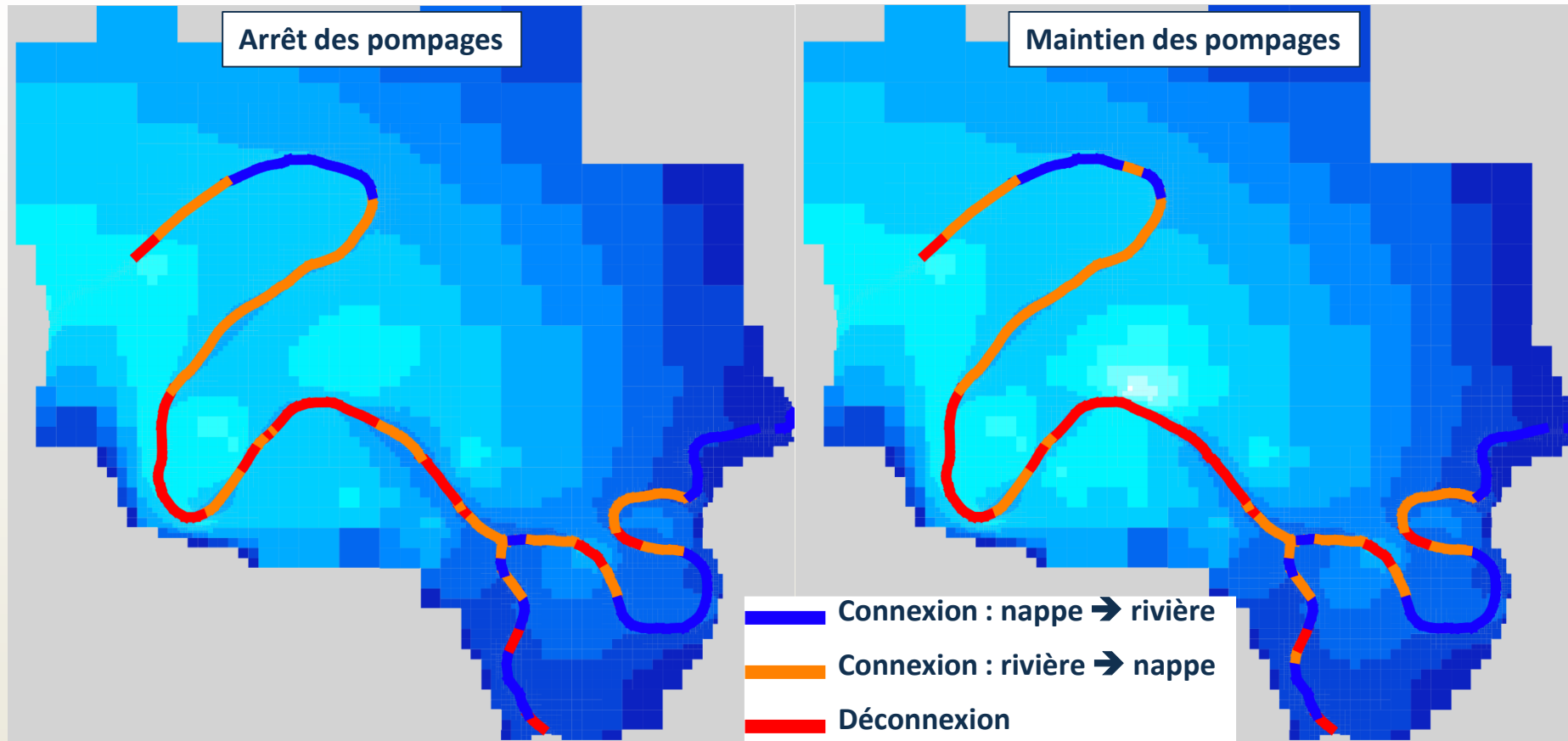
- Connexion : nappe → rivière**
- Connexion : rivière → nappe**
- Déconnexion**



Niveau piézométrique (m NGF)

Simulations de scénario de crue

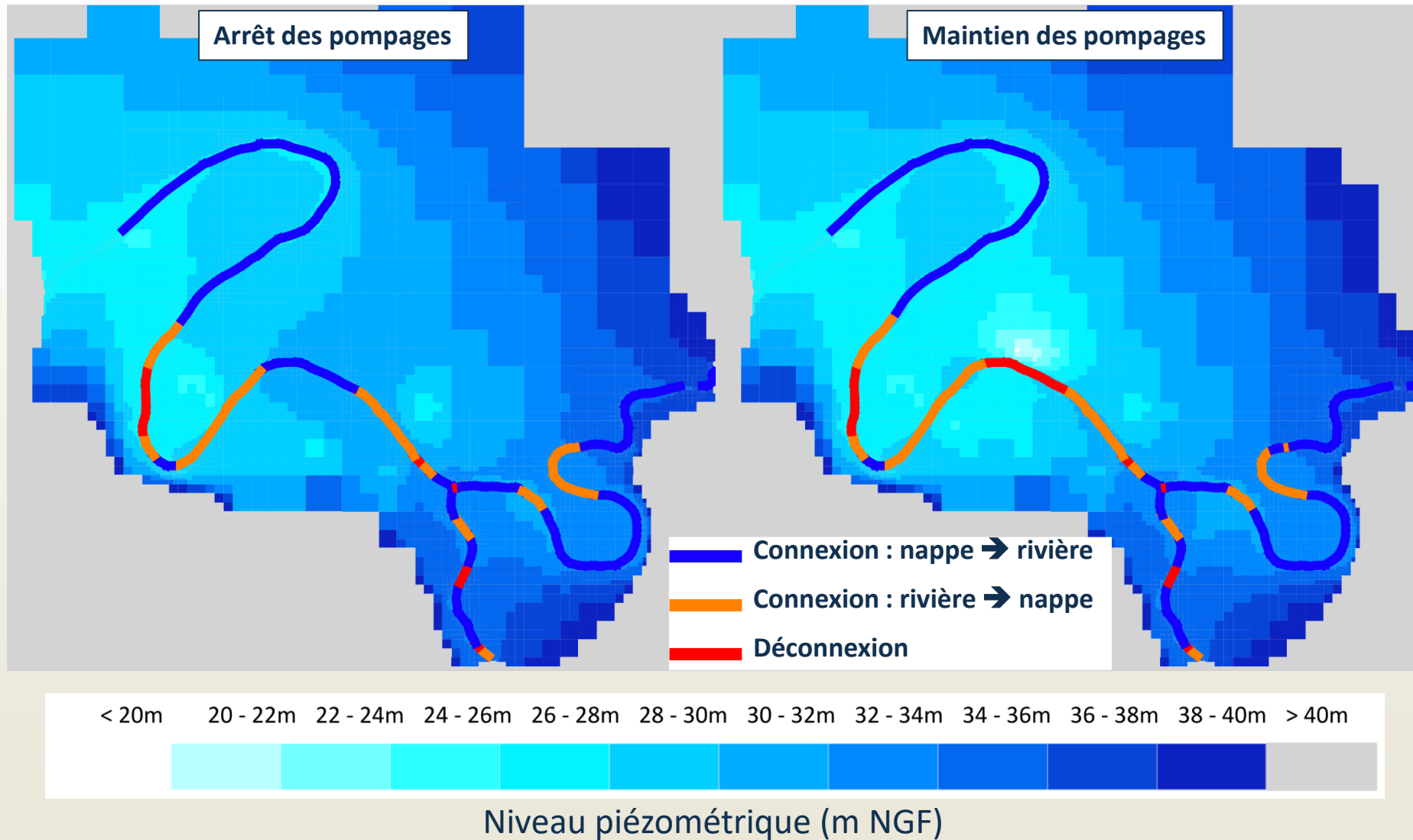
30 janvier 1910 – **arrêt des pompages**



Niveau piézométrique (m NGF)

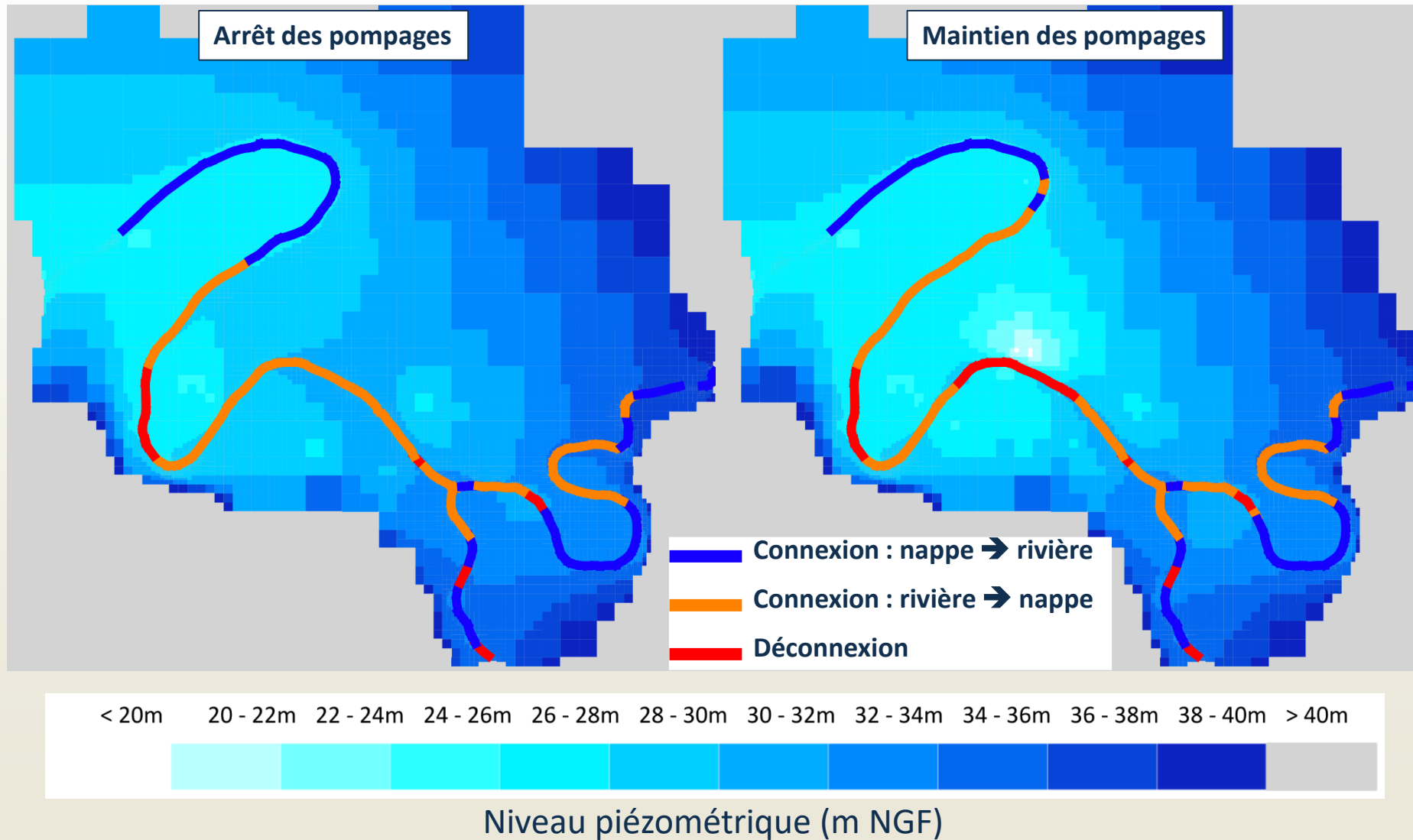
Simulations de scénario de crue

4 février 1910



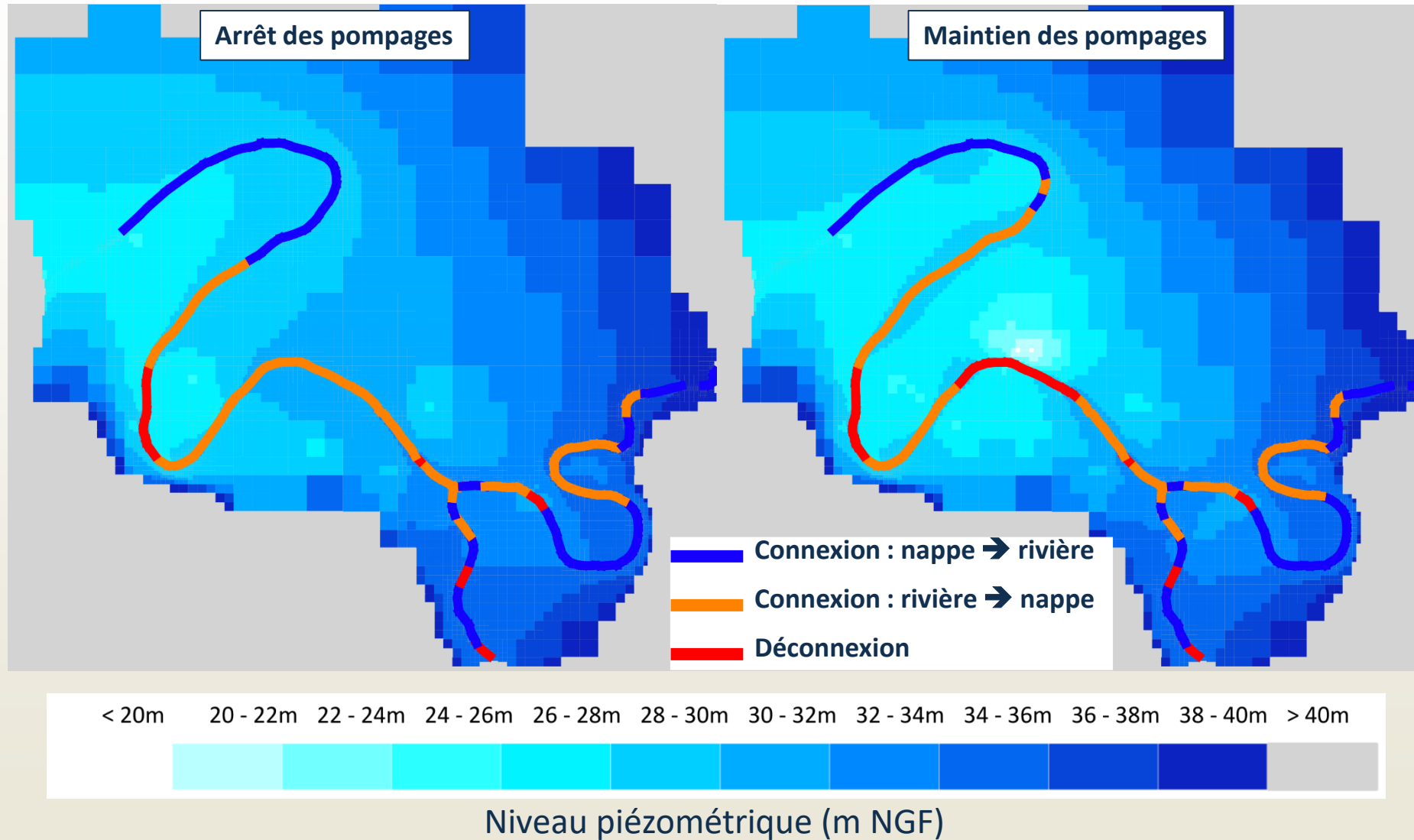
Simulations de scénario de crue

9 février 1910



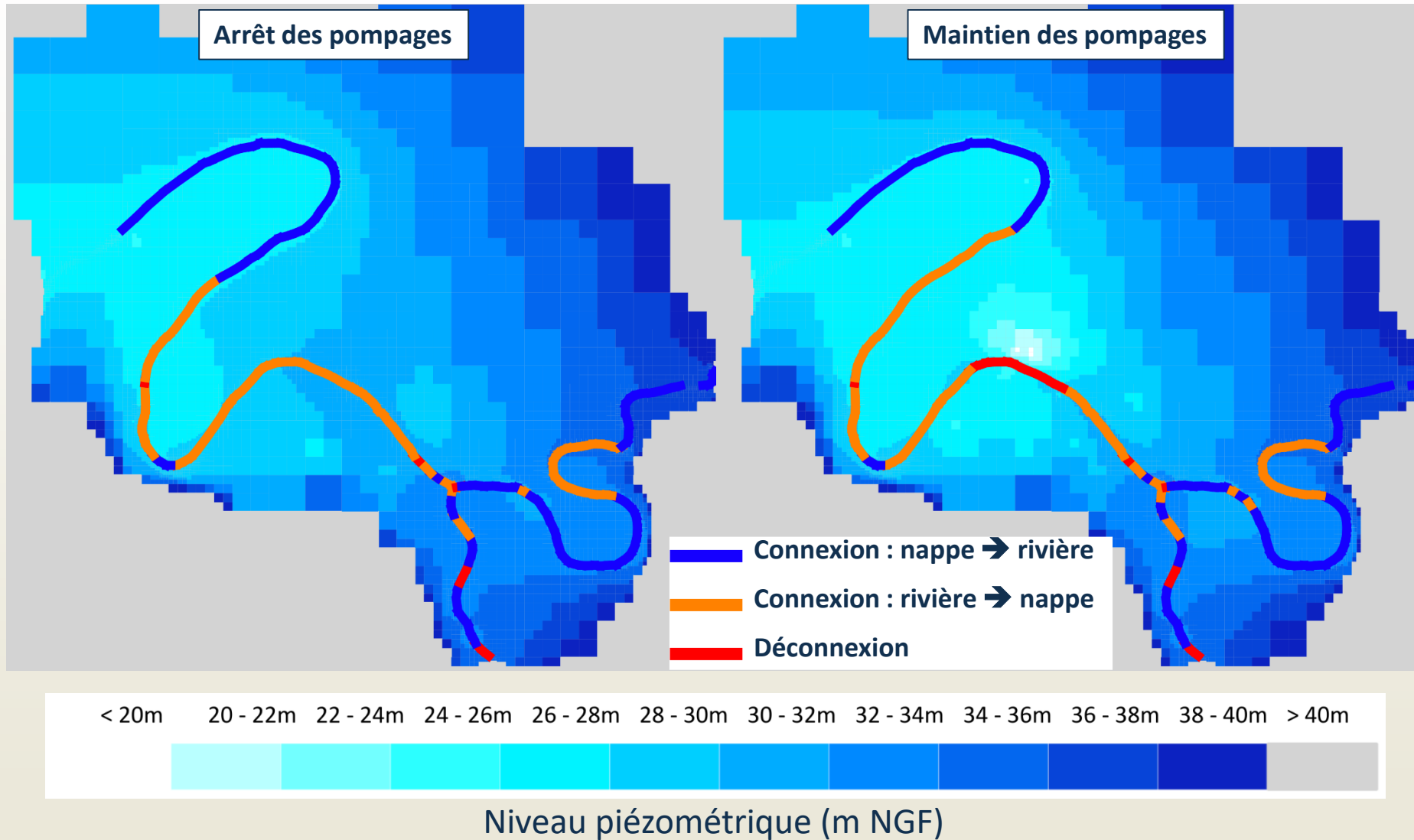
Simulations de scénario de crue

14 février 1910



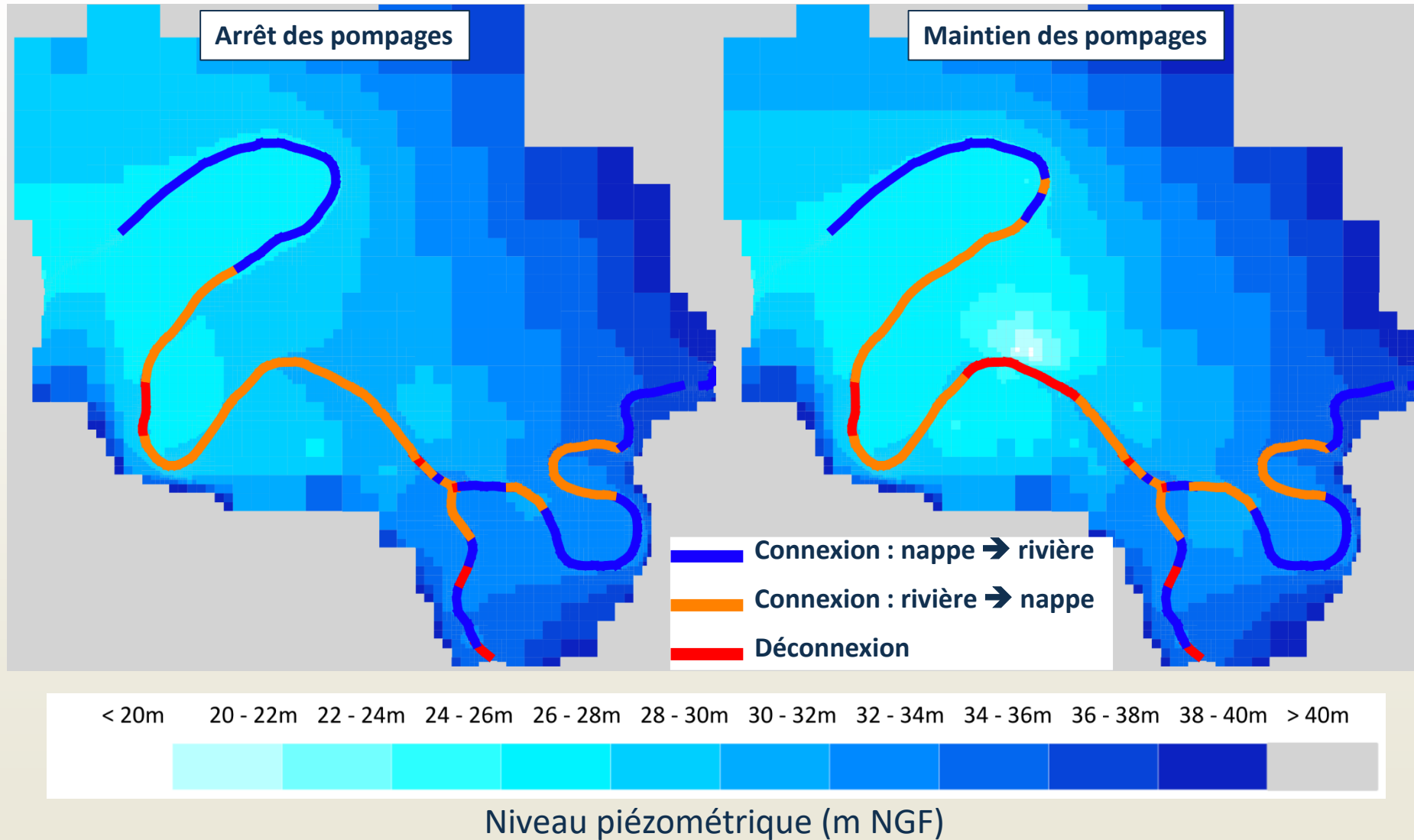
Simulations de scénario de crue

19 février 1910



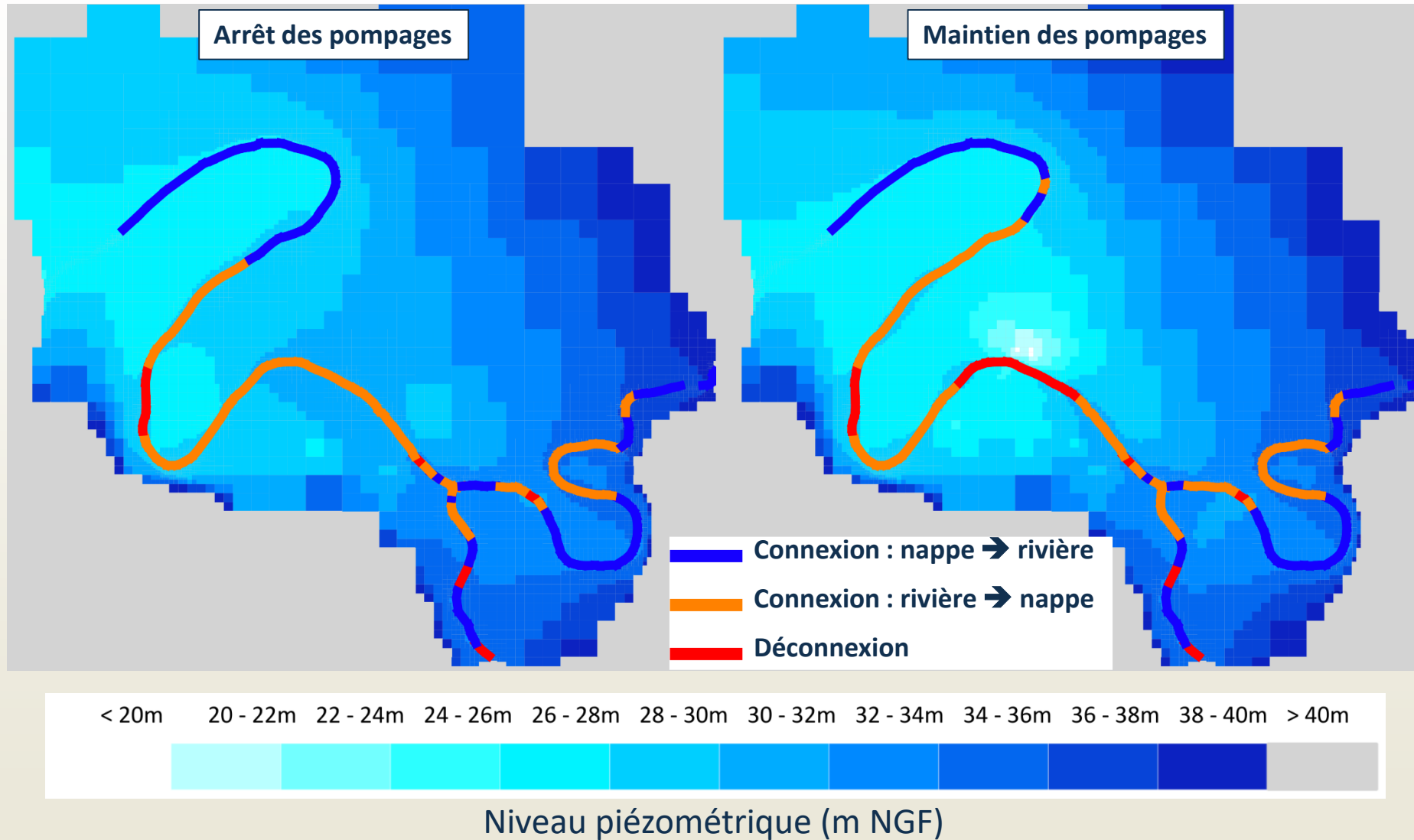
Simulations de scénario de crue

24 février 1910



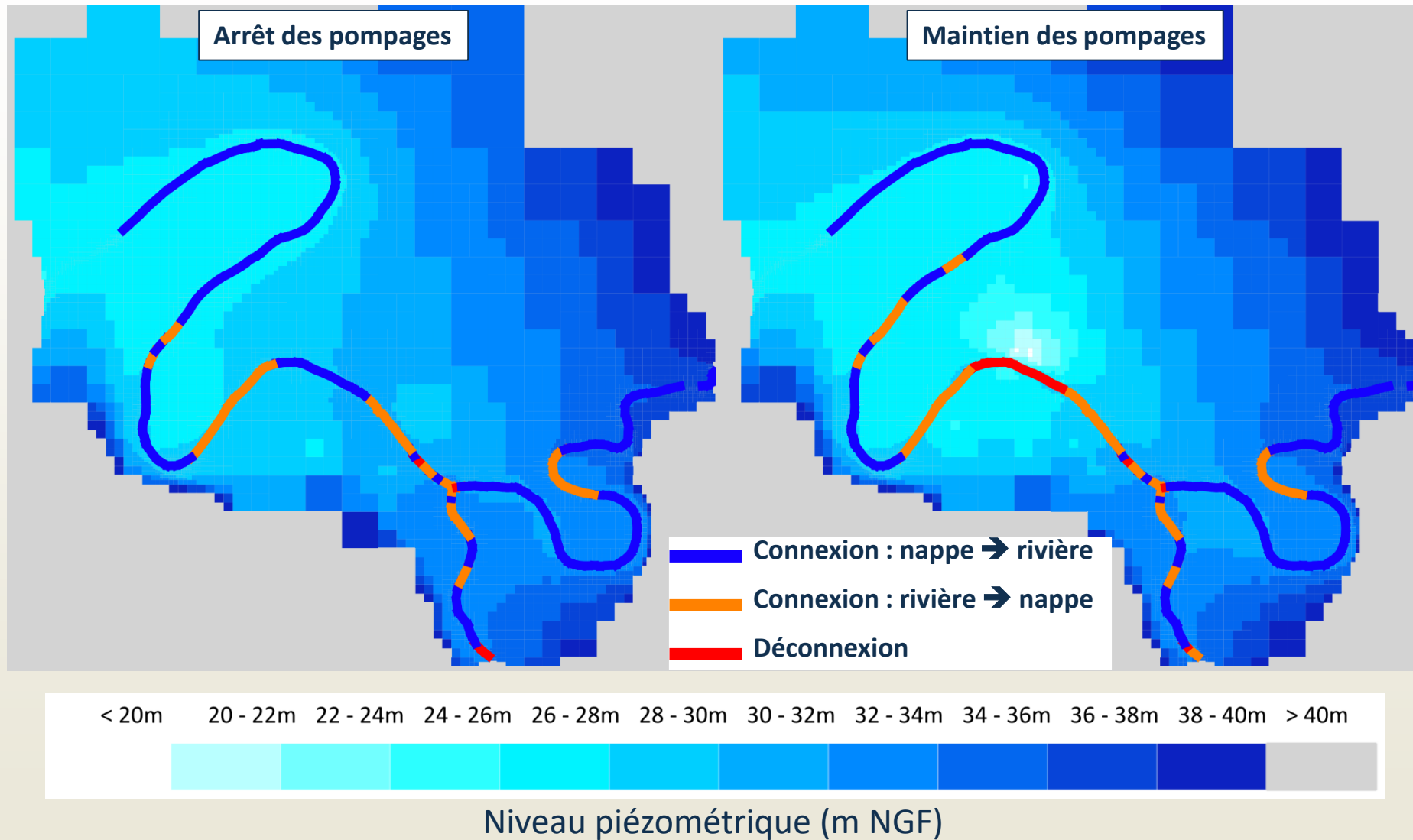
Simulations de scénario de crue

1 mars 1910



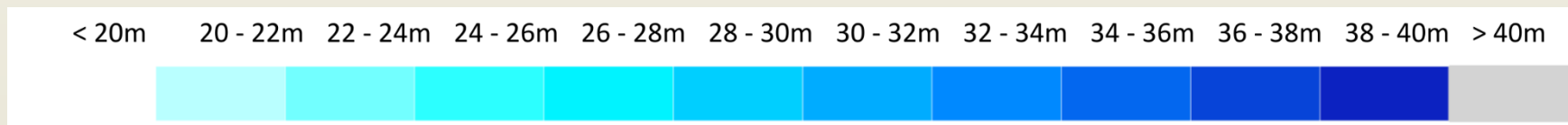
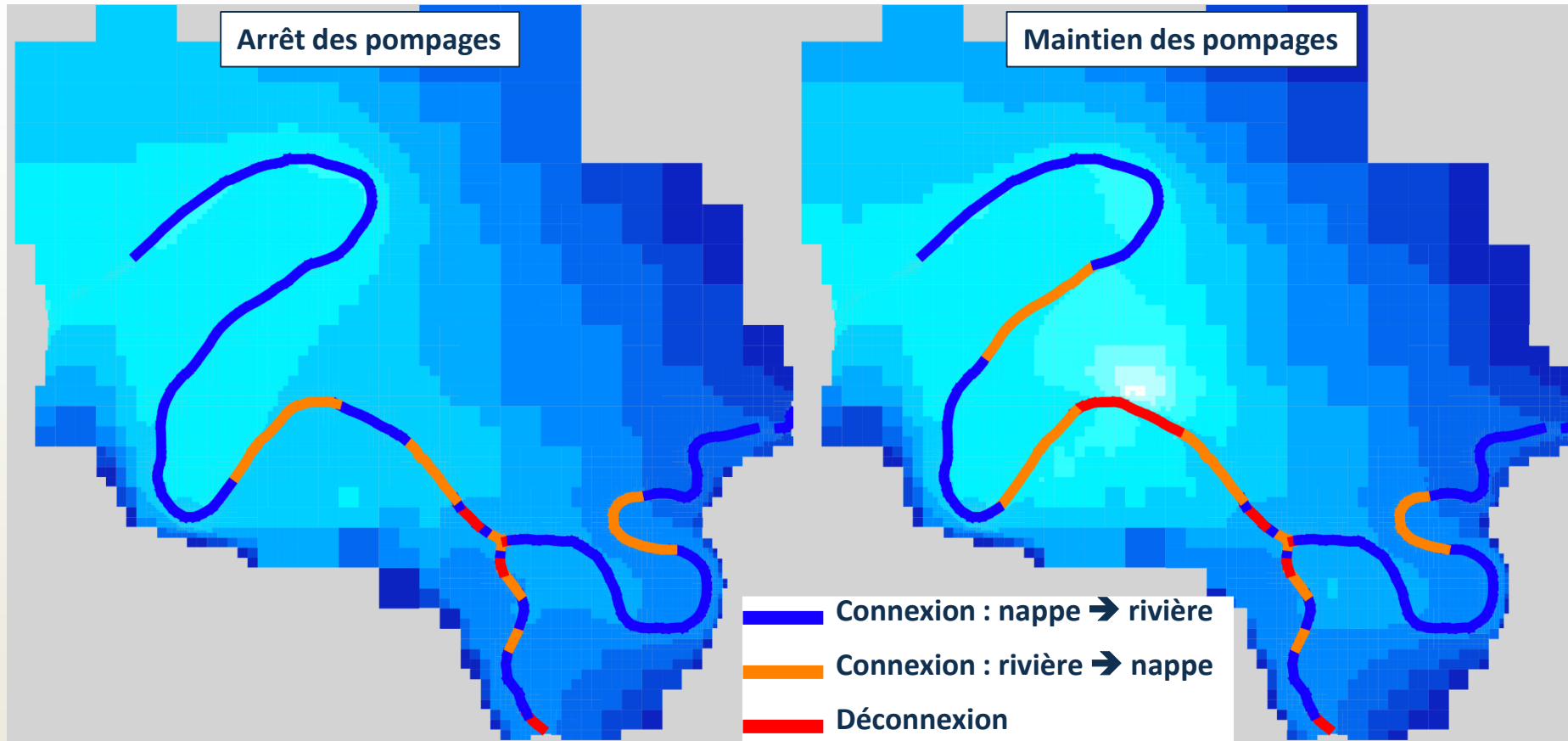
Simulations de scénario de crue

6 mars 1910



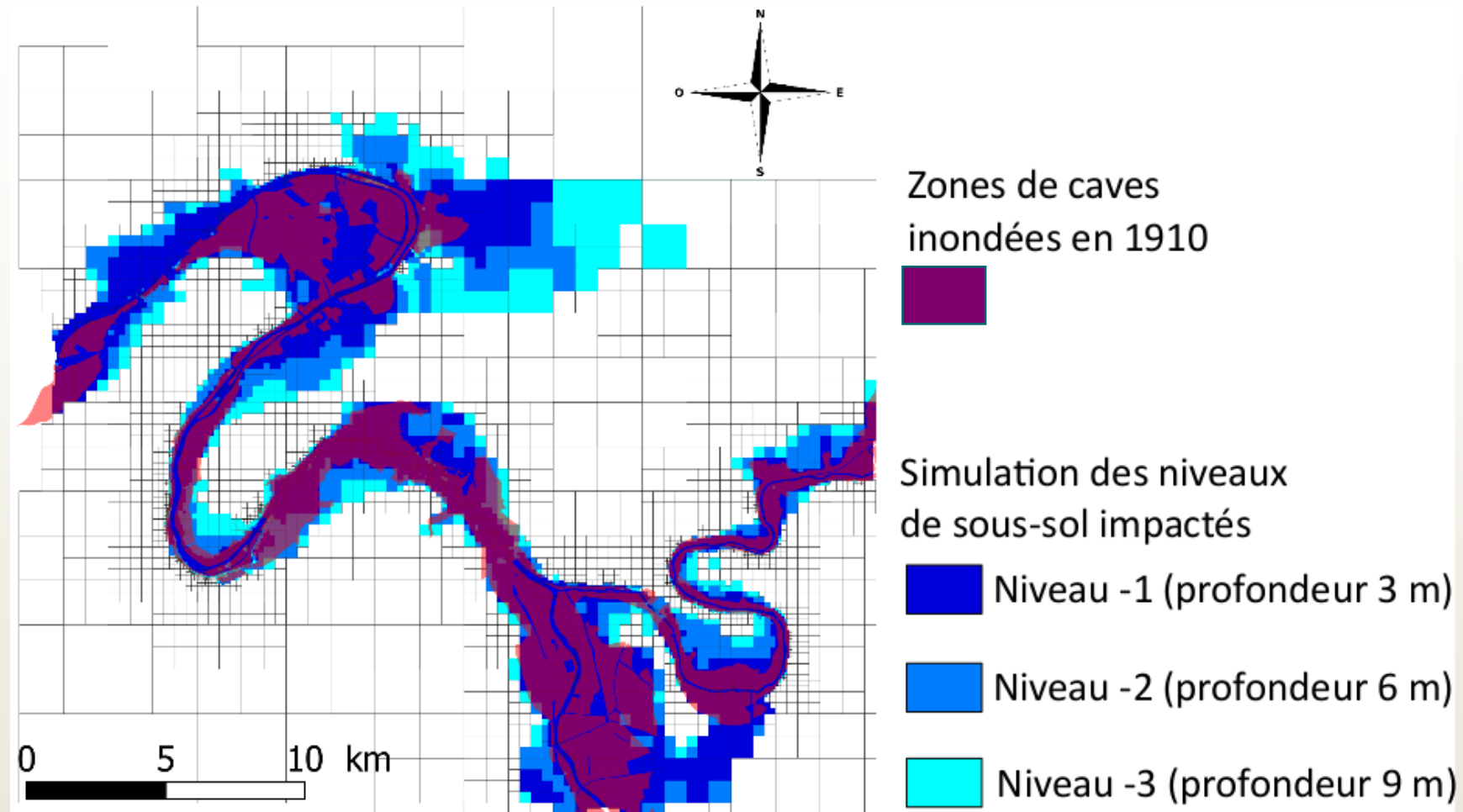
Simulations de scénario de crue

11 mars 1910



Niveau piézométrique (m NGF)

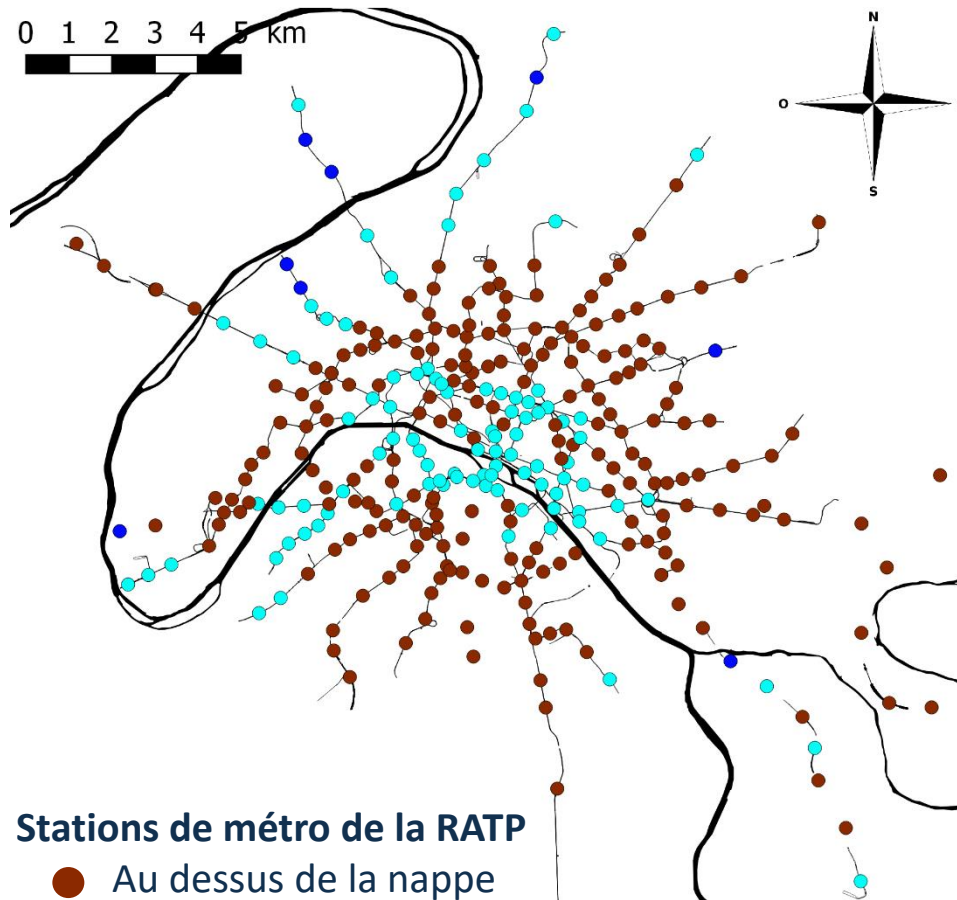
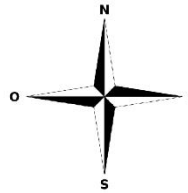
Remontées et débordements de nappe en cas de crue de type 1910



Vulnérabilité du métro parisien aux remontées de nappe

1910 avec maintien des pompages

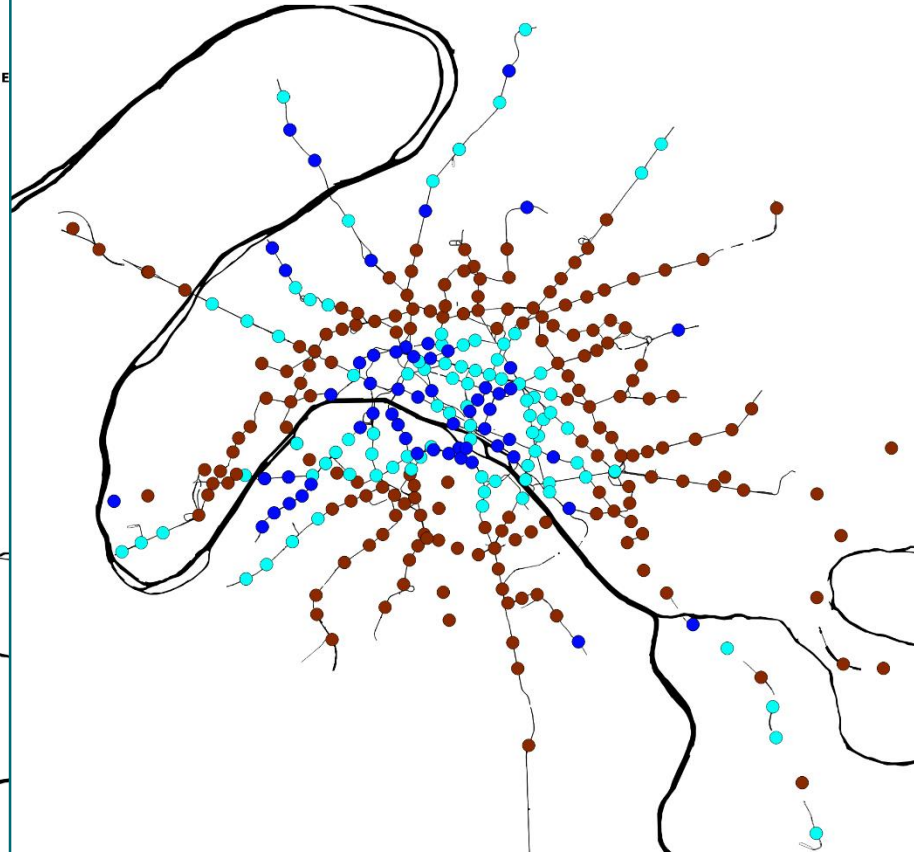
0 1 2 3 4 5 km



Stations de métro de la RATP

- Au dessus de la nappe
- Partiellement sous la nappe
- Entièrement sous la nappe

1910 sans pompages



Conclusions

- Développement d'outils de gestion
 - Méthodologie de cartographie informatique (Maillot et al. 2019, HESS)
 - Modèle hydrogéologique de Paris et de la petite couronne (Maillot et al. In prep)
- Connaissances sur le fonctionnement hydrogéologique
 - Caractérisation du fonctionnement hydrogéologique
 - Scénarisation des remontées de nappe dans des contextes de crue de type 1910 et 1955

Perspectives

► Modèle hydrogéologique

- Spatialisation des paramètres hydrodynamiques notamment pour les échanges nappe-rivière et raffinement du sous sol avec la prise en compte des zones de remblais
- Prise en compte de pompages intermittents

- Intégration de ce modèle au sein de chaînes de modélisation
 - Couplage CAWAQS – PROSE-PA 2D action 4.3.1
 - Couplage avec le transport de chaleur
 - Lien avec l'axe 2 : simulation de scenario extrêmes

Perspectives

➤ Modèle hydrogéologique

- Spatialisation des paramètres hydrodynamiques notamment pour les échanges nappe-rivière et raffinement du sous sol avec la prise en compte des zones de remblais
- Prise en compte de pompages intermittents
- Intégration de ce modèle au sein de chaînes de modélisation :
 - Couplage CAWAQS – PROSE-PA 2D action 4.3.1
 - Couplage avec le transport de chaleur

➤ Fonctionnement hydrogéologique de l'agglomération parisienne

- Possibilité d'envisager d'autres scénarios
- Croisement des résultats de modélisation avec des cartes de réseaux critiques

Merci de votre attention

Agnès Rivière : agnes.riviere@mines-paristech.fr

