



MODELES HYDROGEOLOGIQUES 3D des CNPE en exploitation

Journées techniques SFRP
07/02/2019

Delphine GIRAL
EDF / Direction Industrielle / TEGG



MODELES HYDROGEOLOGIQUES 3 D des CNPE en exploitation

1. CONTEXTE & OBJECTIFS
2. DEMARCHE DE DEVELOPPEMENT DES MODELES
3. QUAND ET COMMENT UTILISER UN MODELE ?
4. UN EXEMPLE D'UTILISATION : incident 2014 - marquage tritium

EDF DI TEGG – Géosciences et Génie Civil

▪ Département d'expertise pour le Groupe EDF domaines Géosciences et Génie Civil

Géologues
Hydrogéologues
Géotechniciens
Géophysiciens
Sismologues
Génie-civilistes

▪ Clients / projets

Parc nucléaire
Parc thermique
Parc hydraulique
International



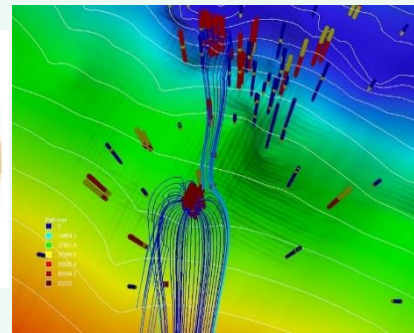
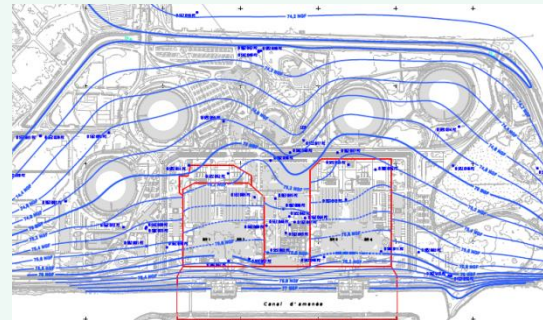
EDF – Pôle HPSN

Hydrogéologie Propreté Sols et Nappes

Sites et sols pollués



Hydrogéologie

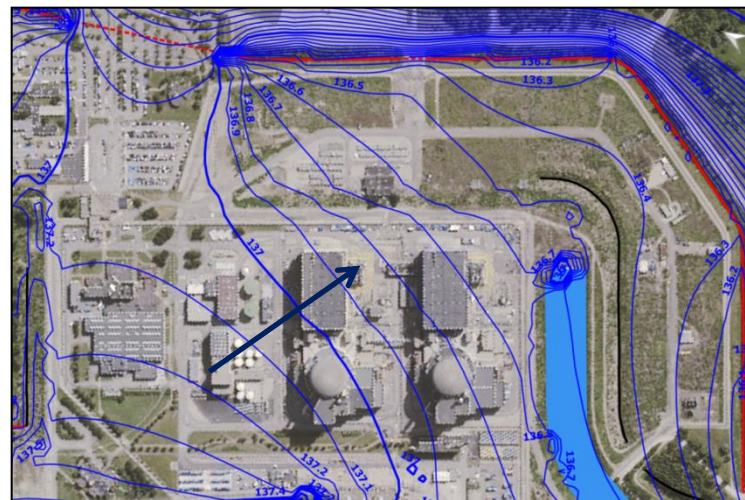


Des modèles hydrogéologiques 3D en cas de marquage des eaux souterraines

- Pour répondre à diverses demandes de l'exploitant



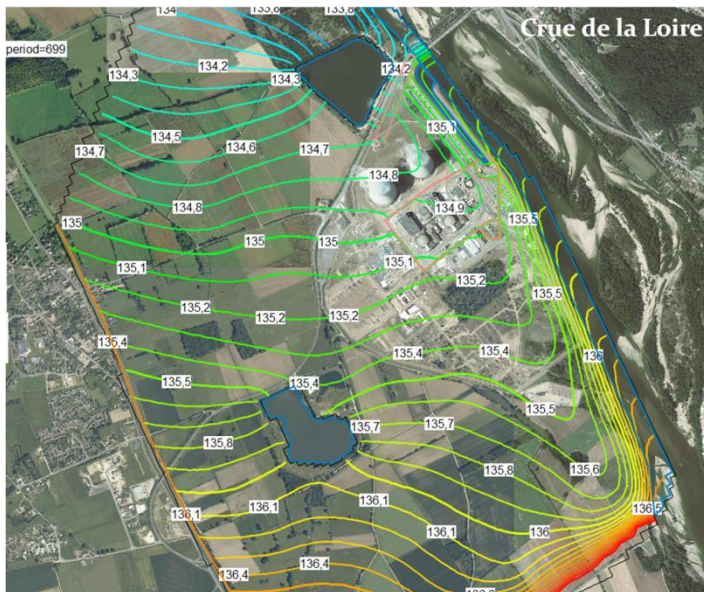
Décision n° 2013-DC-0371 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 12 septembre 2013 prescrivant à Electricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) d'identifier les équipements à l'origine d'une présence anormale de tritium dans les eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique de la centrale nucléaire du Tricastin



- Origine du marquage (tester différents scénarios définis par l'exploitant) ?
- Evolution des concentrations ?
- Mise en place d'un pompage en nappe pour limiter l'extension du marquage?
- Absence d'impact sur les puits d'alimentation en eau potable situés à l'aval?

Des modèles hydrogéologiques pour simuler des niveaux de nappe

- **Projets et dossiers réglementaires**
 - Estimation de niveaux de nappe**
 - Pompage sur site (rabattement, rayon d'influence)
 - Exhaures de fouilles (estimation des volumes pompés)
 - Dossiers réglementaires et études détaillées

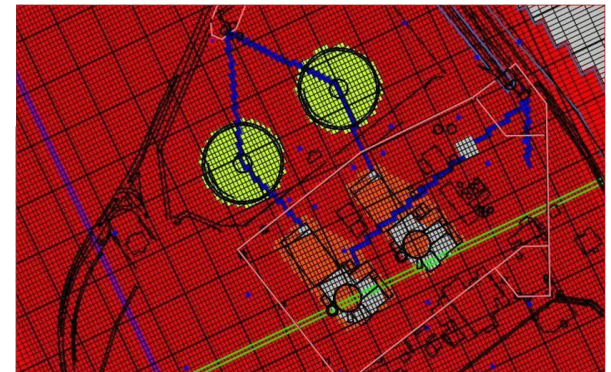
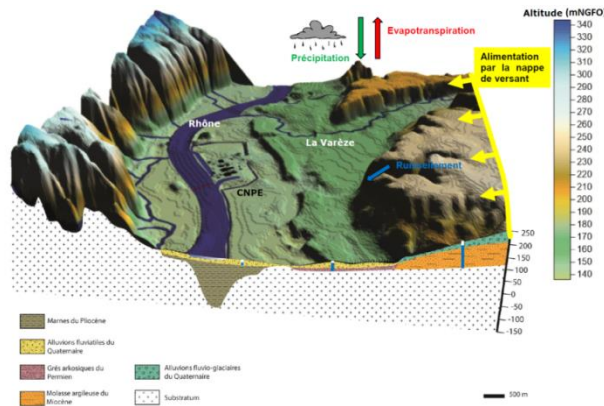
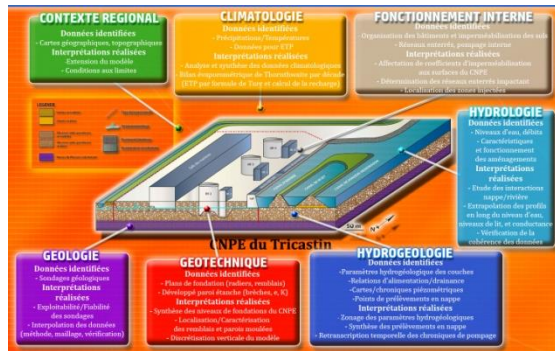


Développement des modèles – les étapes

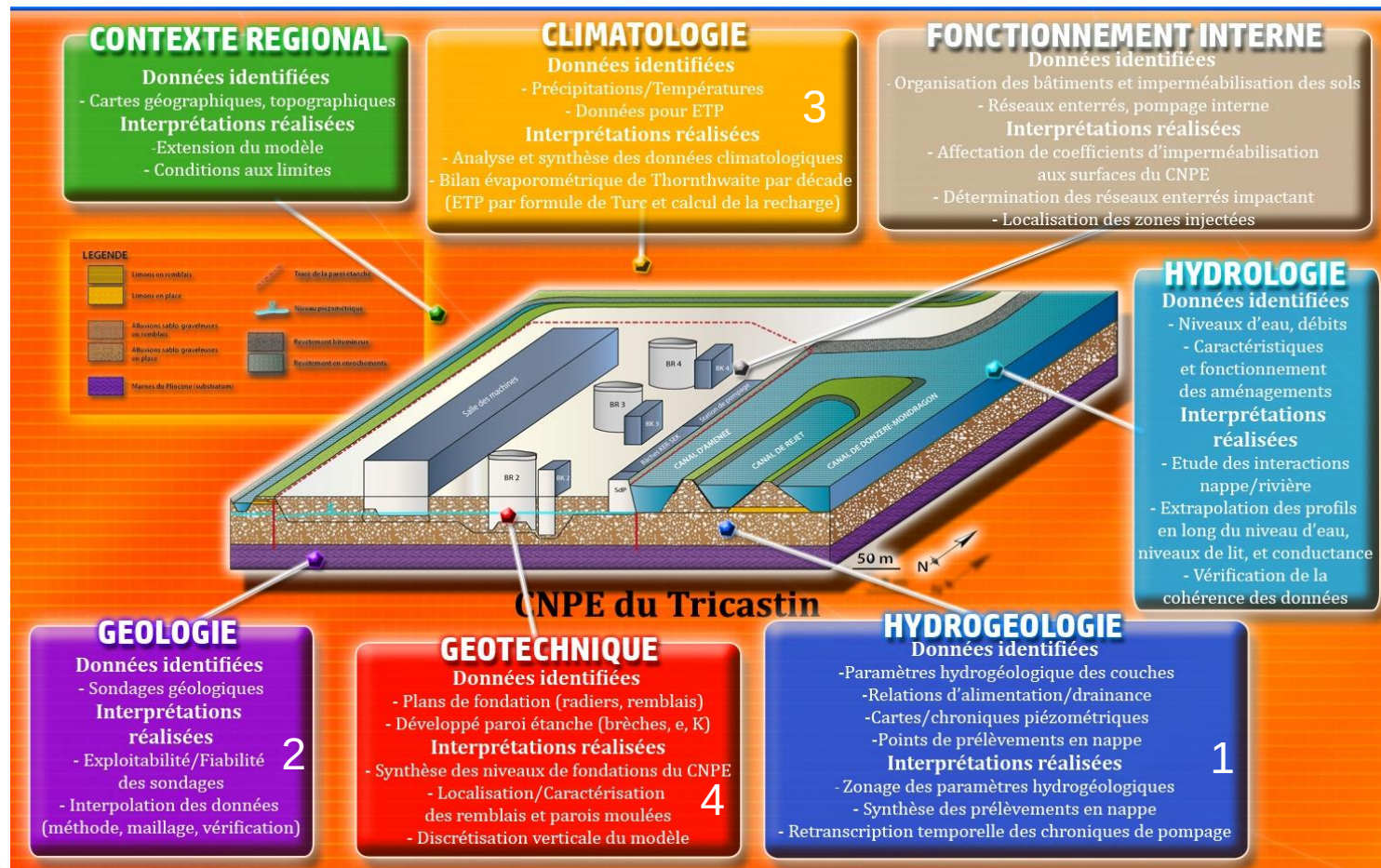
Etape 1
Synthèse des données

Etape 2
Modèle conceptuel

Etape 3
Modèle numérique



Exploiter les données pour comprendre les phénomènes



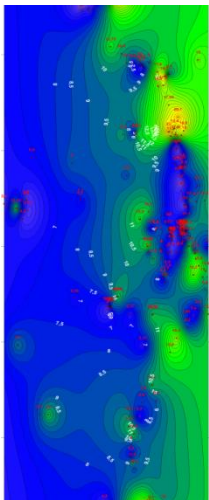
Exploiter les données pour comprendre les phénomènes

Etape 1

Synthèse des données



Sondage carotté



Carte du toit des alluvions

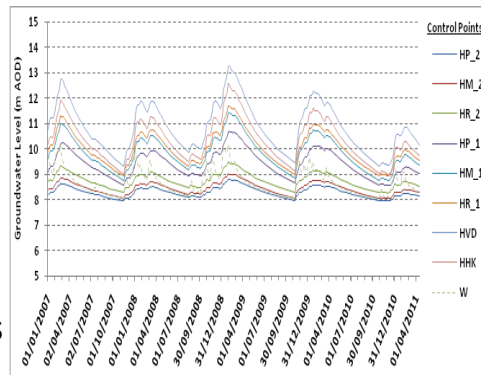


Etape 2

Modèle conceptuel



Réalisation d'une enceinte géotechnique



Suivi des niveaux piézométriques

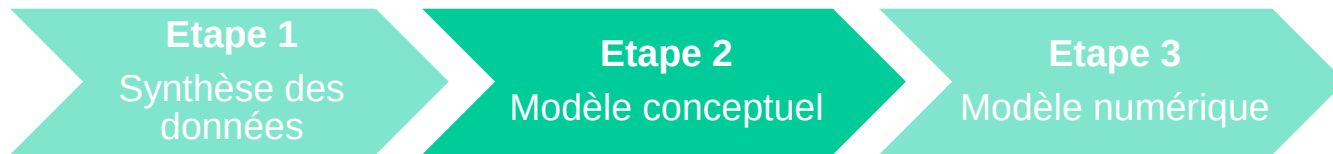
Etape 3

Modèle numérique

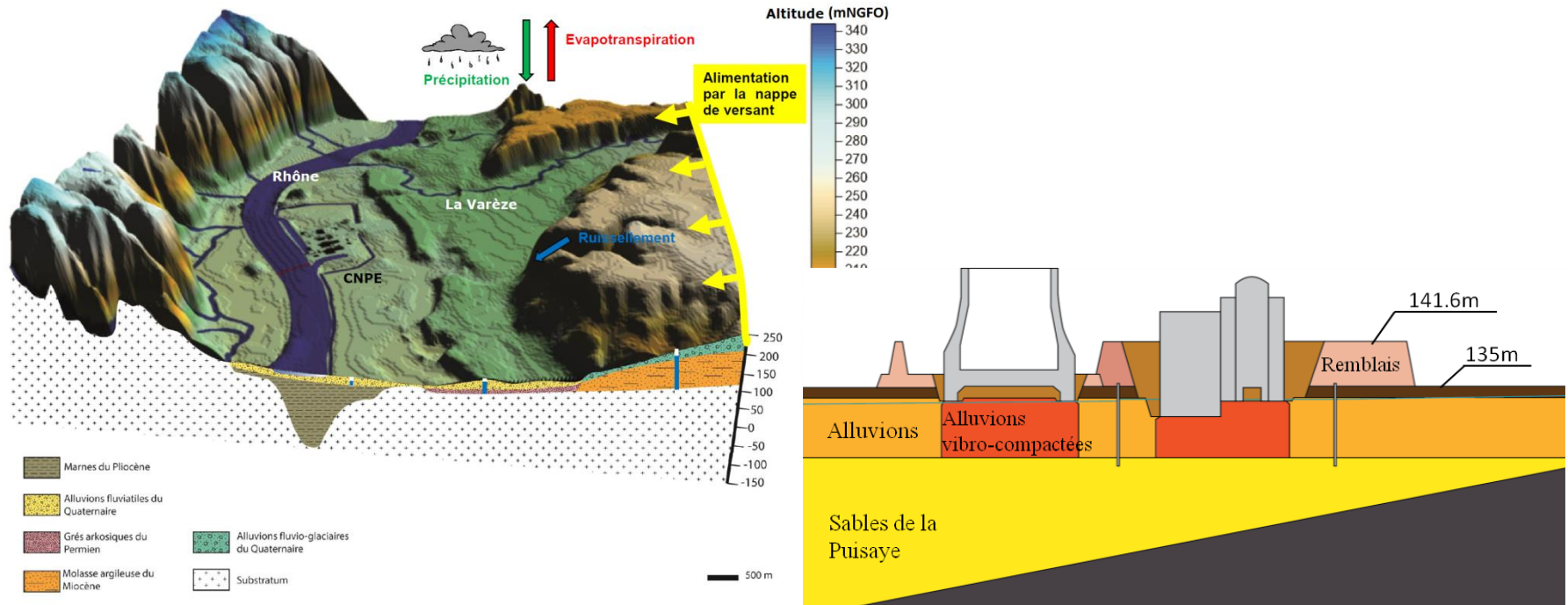


Galerie technique enterrée

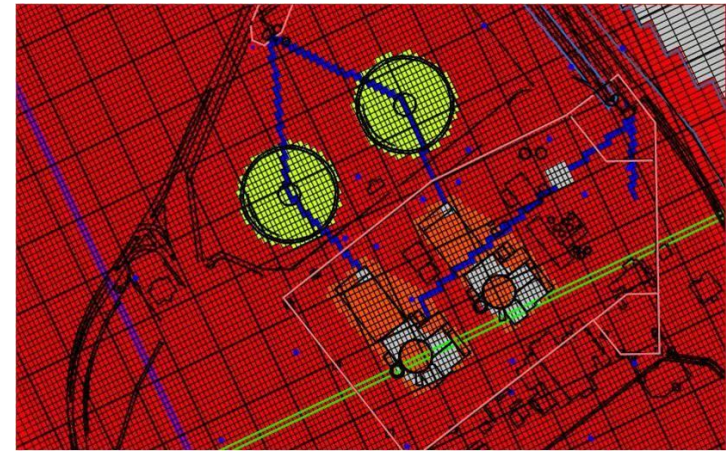
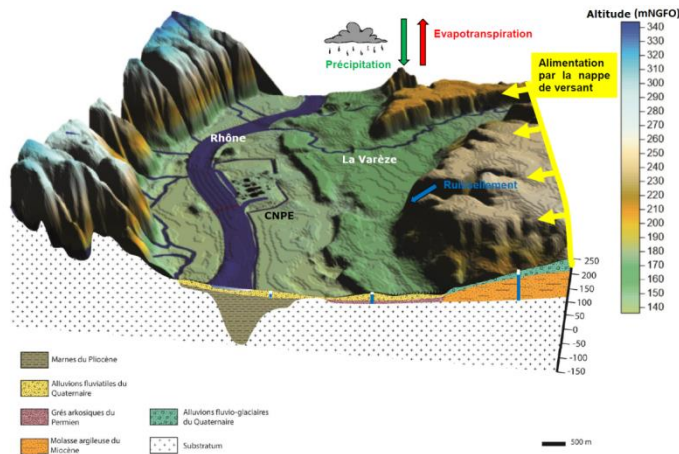
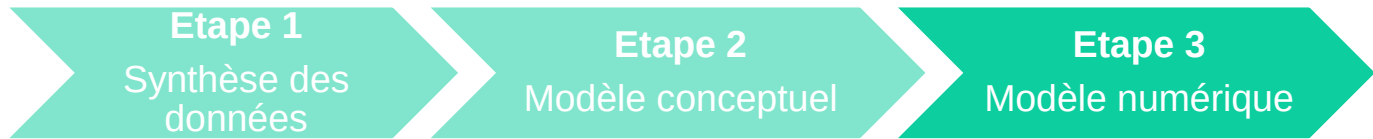
Un modèle conceptuel spécifique à chaque CNPE en exploitation



- Construit à partir de la connaissance du sous sol de nos sites et des chroniques de niveau de nappe
- Prenant en compte la complexité des phénomènes qui influencent les écoulements

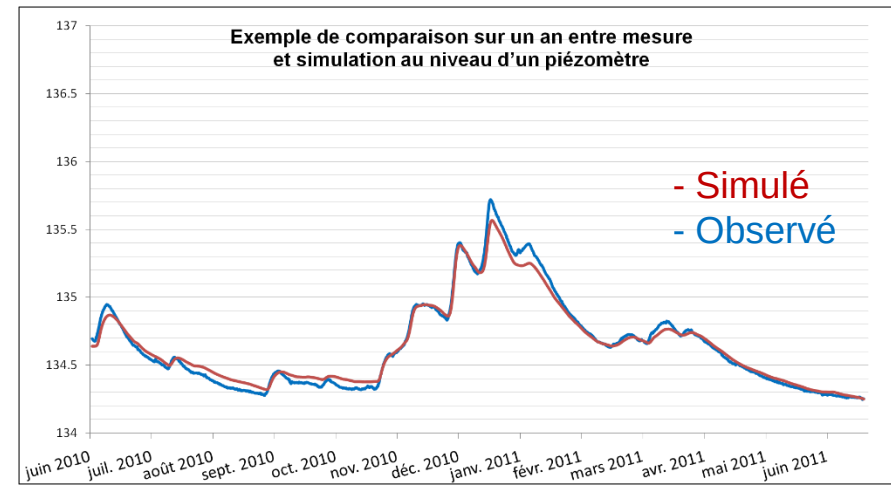


Du modèle conceptuel au modèle numérique



Code MODFLOW

Vérification de la fiabilité du modèle



Difficultés rencontrées

Champ d'applicabilité du modèle limité

❑ Données d'entrée

- **Données externes EDF**

Ex. chroniques piézométriques régionales

➔ Hypothèse sur les conditions aux limites du modèle

- **Données EDF spécifiques au site**

Ex. dispositif de rabattement de la nappe

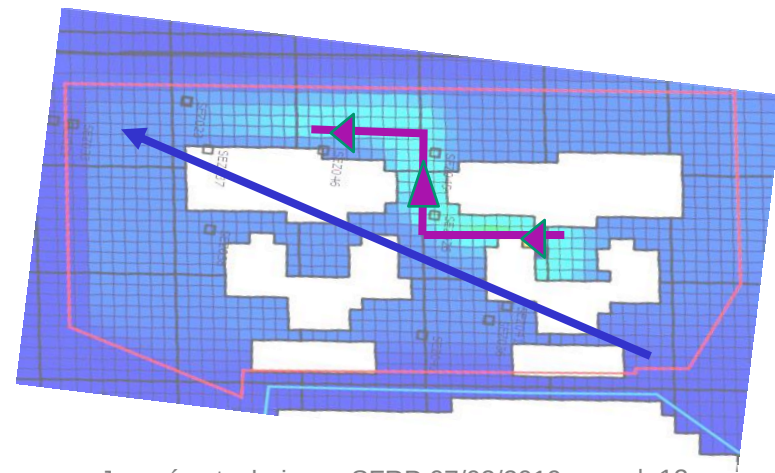
➔ Incidence sur le champ d'applicabilité du modèle



❑ Prise en compte des hétérogénéités

Ex. radiers sous nappe

➔ Obstacles aux écoulements
et **chemins préférentiels de transfert**



En cas d'incident de marquage quand utiliser un modèle ?

1. Premières réponses et communication immédiate

- **Approche conceptuelle**
(pas de calculs)
- **Calculs analytiques simplifiés**
(souvent 1D, 2D)



Conduisent souvent à :

- **simplifier la représentation des phénomènes**
- **tendent à majorer les effets**

2. Questions plus complexes

- **Modélisation hydrogéologique 3D**



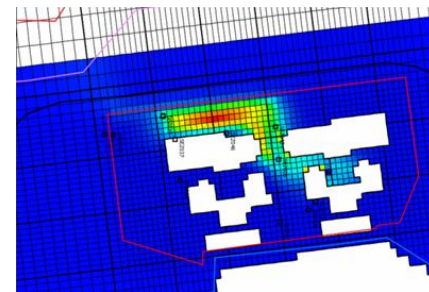
Estimations plus proches des observations de terrain

- Prenant en compte la variabilité spatiale et temporelle des paramètres
- Tenant compte des hétérogénéités locales du sous-sol (ex. enceinte géotechnique)
- Valorisant l'ensemble des connaissances acquises (ex. études hydro)

En cas d'incident de marquage comment utiliser un modèle existant ?

Cas idéal : origine de l'incident bien connue (localisation, volume, durée)

On simule l'incident et on peut prédire
les concentrations / activités dans les eaux souterraines



Cas fréquent : on ne connaît pas précisément l'origine de la source

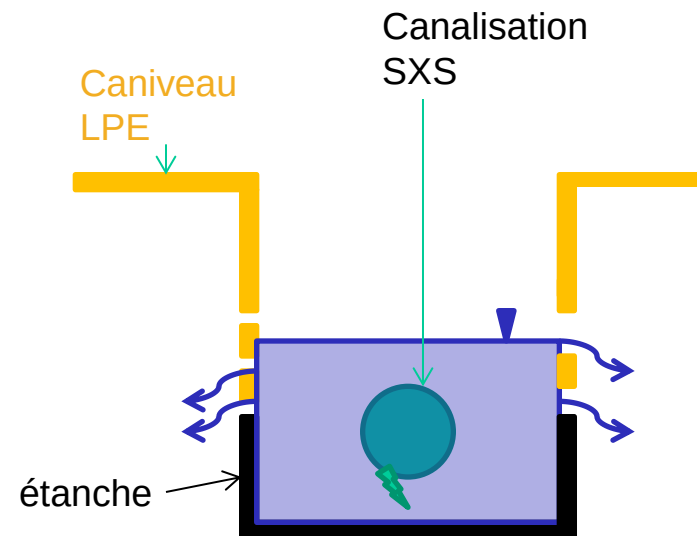
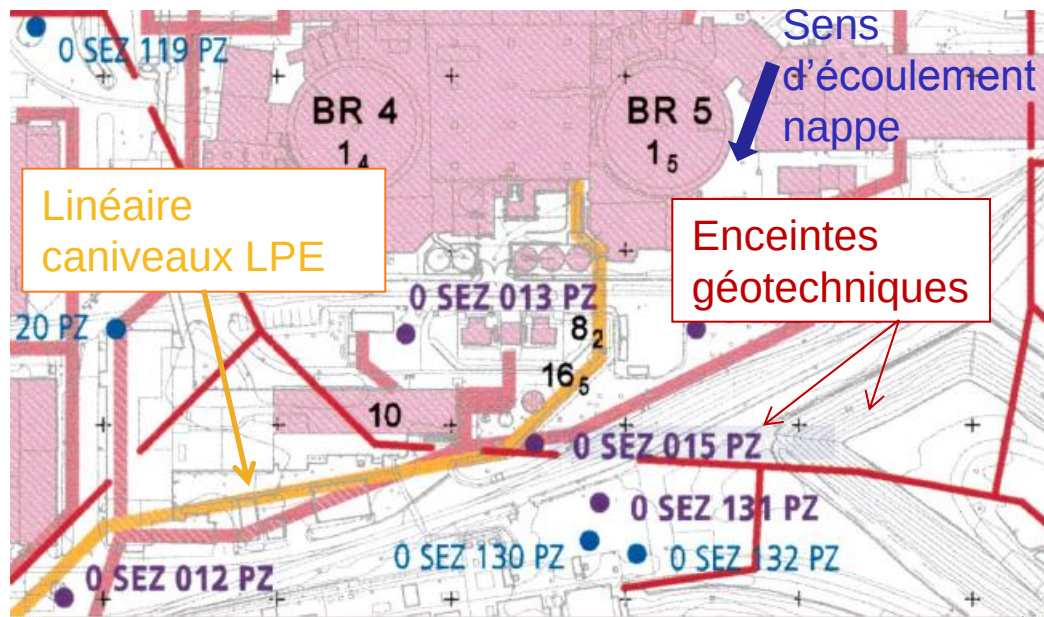
Le modèle est un outil d'aide à la recherche de la source

On teste différents scénarios sur le terme source pour voir celui qui reproduit le mieux ce que l'on observe dans les piézomètres



Le modèle ne peut pas se substituer aux investigations des installations effectuées par l'exploitant. **Le modèle doit être utilisé par un hydrogéologue qui connaît ce modèle, ce n'est pas un presse bouton, il faut plusieurs jours pour pouvoir fournir un résultat.**

Exemple d'utilisation : Incident tritium survenu en 2014



Les faits :

1. Fuite de la canalisation SXS
2. Remplissage du caniveau LPE
3. Transfert dans les sols et la nappe

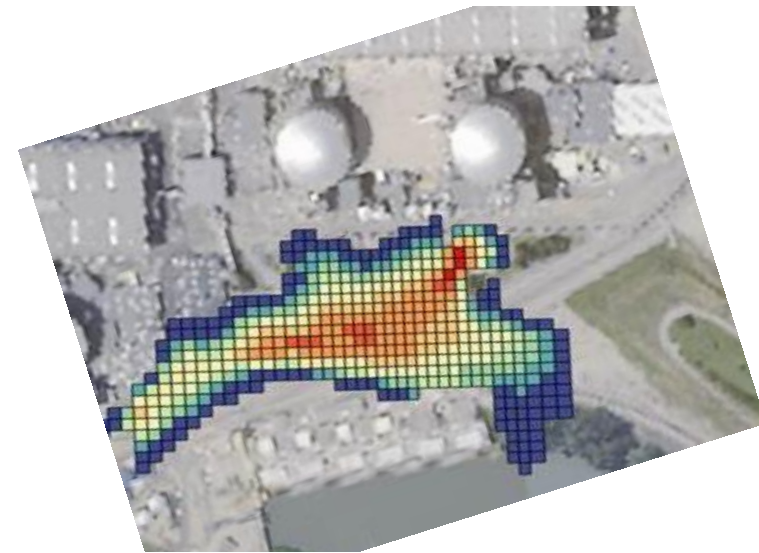
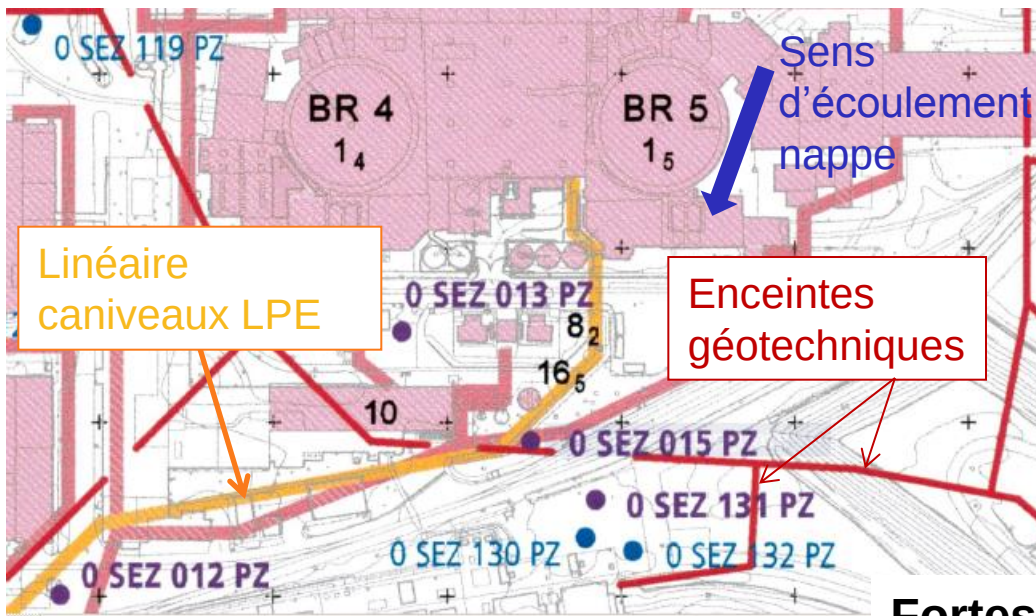
→ Tritium détecté dans certains piézomètres



Quelques chiffres :

- Terme source (estimation) :
100 m³ à 10e5 Bq/l
- Linéaire caniveau LPE :
250 m

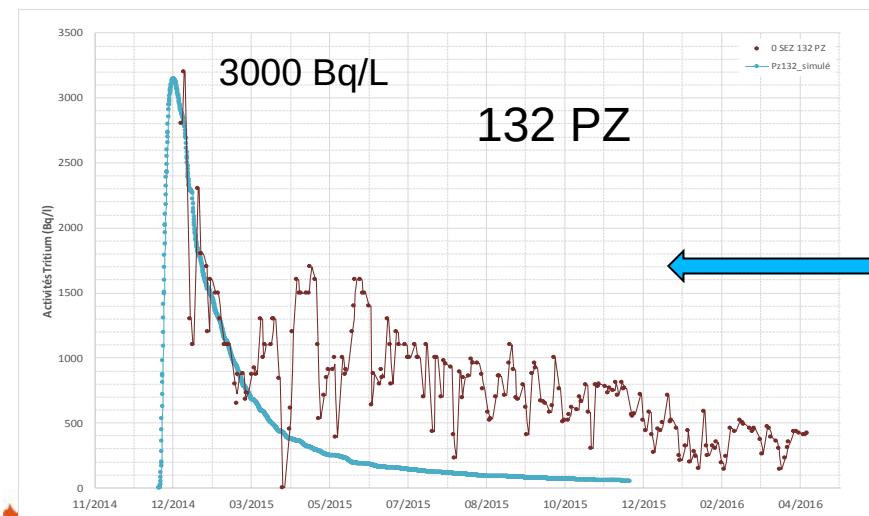
Simulations de l'incident tritium survenu en 2014



Fortes incertitudes sur le terme source
Plusieurs hypothèses testées
(localisation, volume)

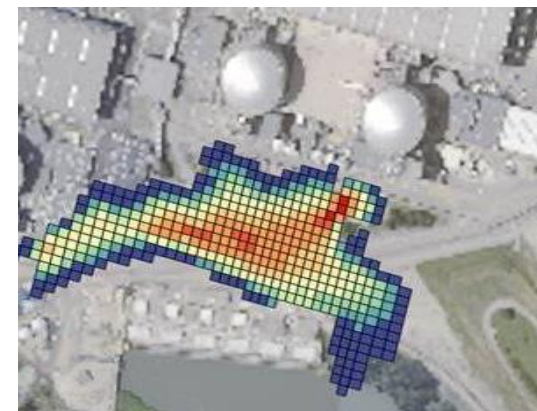
Globalement des activités simulées
cohérentes avec les activités mesurées

Identification des chemins préférentiels
(tronçons les plus inétanches du linéaire)



En conclusion

☐ Des modèles hydrogéologiques 3D pour un appui à l'exploitant



☐ Un modèle spécifique à chaque CNPE en exploitation

- Capitalisation de la connaissance des sites (nombreuses données)
- Robuste : résultats du modèle comparés aux mesures (modèle calé)
- Fiable : prédictions

☐ Utilisable en cas d'incident de marquage des eaux souterraines

- Prédire les activités tritium dans les eaux souterraines
- Outil d'aide à la recherche de la source (tester différents scénarios)

☐ La modélisation pour estimer des niveaux de nappe

- Contribution projets & dossiers réglementaires