

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE SUR LES CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES ENTOURANT LE SITE D'ENFOUISSEMENT DE LA MRC DE BELLECHASSE À ARMAGH, QUÉBEC, CANADA

RENCONTRE PUBLIQUE DU 11 JUIN 2019

Jean-Marc Ballard, chargé de projets

François Huchet, chargé de projets

René Lefebvre, professeur-chercheur



Institut national
de la recherche
scientifique

Plan de la présentation

Jean-Marc, 1^e partie

- Mise en contexte, problématique et mandat
- Analyse des données existantes (2005 – 2017) et constats
- Travaux réalisés (2017 – 2018)
- Conditions d'écoulement de l'eau souterraine

François, 2^e partie

- Résultats de la qualité de l'eau souterraine
- Conclusion

Rôle de l'INRS et implication au projet d'Armagh

INRS : L'Institut national de la recherche scientifique est une [université de recherche](#) qui fait partie du réseau des universités du Québec (UQAM, UQAR, UCAC...).

Mandat : En 2017, la MRC nous a demandé un avis technique sur l'état de l'eau souterraine du site d'enfouissement d'Armagh.

Réalisations de projets en lien avec le mandat d'Armagh :

- Projet du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec ([PACES](#)) pour la région de **Chaudière-Appalaches (2012-2015)**.
- Étude sur la qualité de l'eau souterraine en lien avec les activités du [site d'enfouissement de Saint-Lambert-de-Lauzon](#).

Objectifs de l'étude en lien avec le mandat

1. Est-ce que la présence du site d'enfouissement a un impact sur la qualité des eaux souterraines ? Et notamment sur la présence d'éléments chimiques associés aux site d'enfouissement ?
2. Est-ce que la qualité de l'eau des puits des résidences situées à proximité est affectée par le site d'enfouissement ?
3. Considérant que des BPC ont été détectés dans l'eau du système de traitement du site, est-il possible d'en identifier la source et d'évaluer les risques pour les milieux récepteurs ?

Mise en contexte et problématique (1)

Site d'enfouissement d'Armagh comprend :

- Lieu d'enfouissement sanitaire (**LES**)
- Lieu d'enfouissement technique (**LET**)

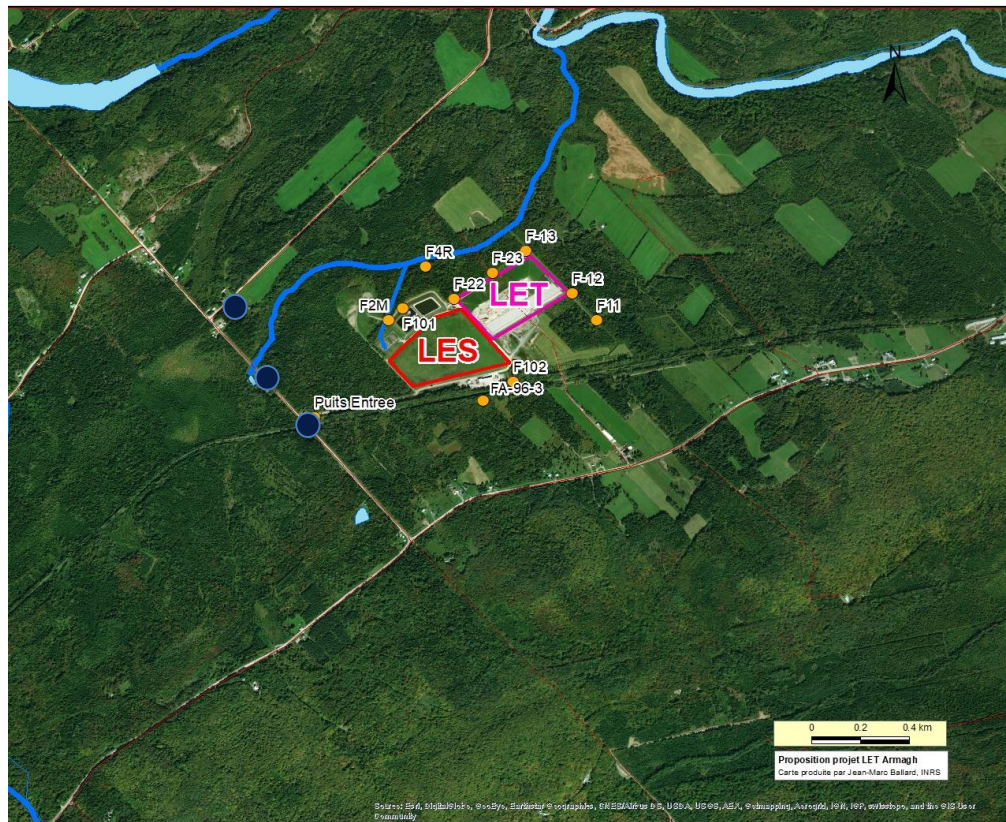
Environnement Appalaches avec **faible épaisseur de sols** avec une **bonne recharge 200 mm/an**

Milieu forestier et **agricole**

Présence d'**habitations** alimentées via des puits privés

Site bordé par le **ruisseau Roy** qui se jette dans la rivière du Sud

Réseau de **11 puits** de surveillance échantillonnés depuis 2005



Mise en contexte et problématique (2)

La **topographie** montre une pente vers le Nord (courbes aux 5 m)

Bassin versant de moins de 5 km²

Écoulement rapide et mélange des eaux du site avec l'eau souterraine

La superficie de l'eau souterraine passant par le **LES** est **inférieure à 10 %** du bassin –
Bonne capacité de dilution au ruisseau Roy



Étude des données existantes et constats généraux (1)

Résultats d'analyse des 11 puits (2005 à 2017) montrent une dégradation de la qualité de l'eau, mais à des concentrations **relativement faibles** pour un site d'enfouissement et aucune augmentation des concentrations avec le temps

- D'un point de vue scientifique les résultats sont intéressants mais pas inquiétants
- Questionnement :
 - Résultats valides ?
 - Autres explications dans le contexte hydrogéologique ?

Rapports existants (forages, exploitation), cartes et données hydrogéologiques régionales et comparaison avec le site d'enfouissement de St-Lambert-de-Lauzon

Étude des données existantes et constats généraux (2)

L'analyse préliminaire de la direction d'écoulement des eaux souterraines indique qu'**aucune résidence n'est située dans le sens d'écoulement**

Les détections de BPC dans l'eau du système de traitement du site montrent des **concentrations très faibles**, à la limite des capacités de détection des laboratoires

Proposition :

Ajouter des puits d'observation pour compléter les analyses et les mesures de niveaux d'eau

Travaux de caractérisation au site d'enfouissement

Puits d'observations :

Puits installés avec la foreuse de l'INRS :

- 8 puits en novembre 2017
- 8 puits en mai 2018

Puits installés près de la surface de l'eau

La connaissance du contexte géologique d'installation des puits est nécessaire pour interpréter les résultats



Photographie prise lors des travaux de forage sur le site d'enfouissement d'Armagh en 2017

Réalisation des travaux de caractérisation complémentaires (2017-2018)

Échantillonnage et mesures :

Eaux souterraines (30)

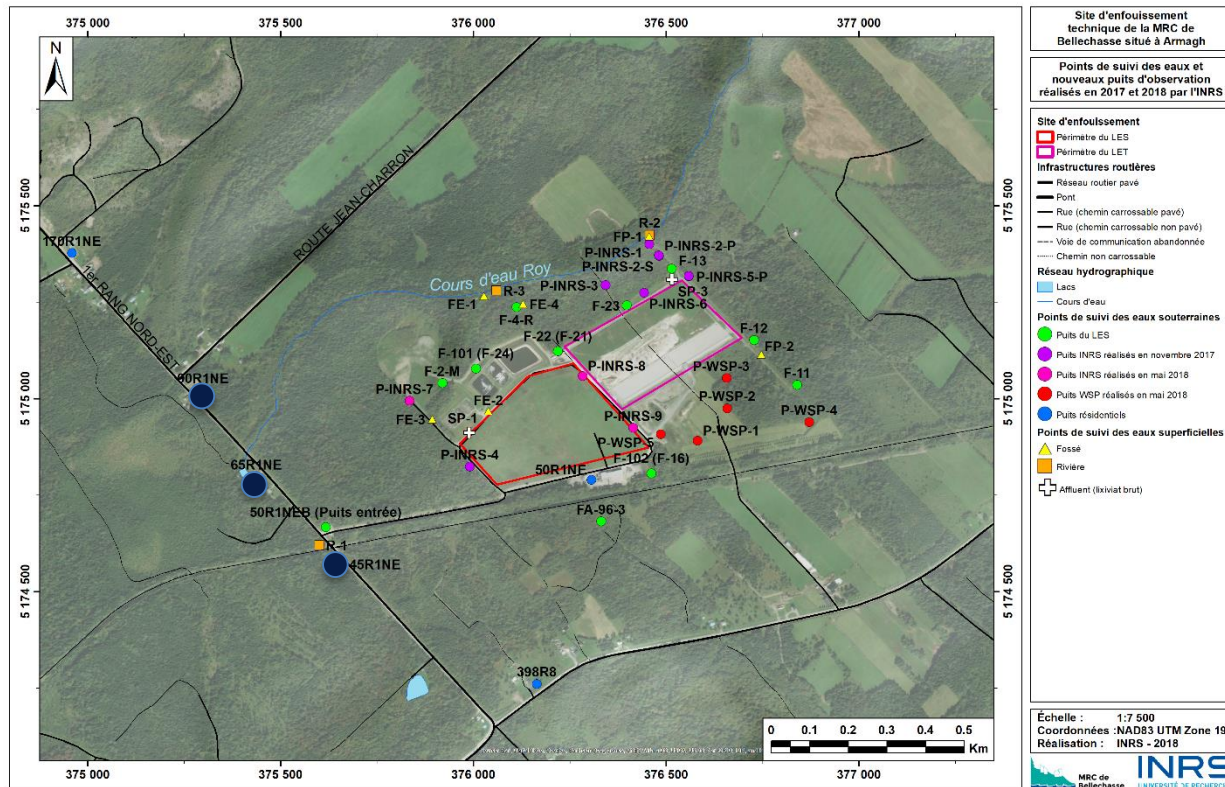
Puits de suivi du LES (*11)

Puits forés par l'INRS (*16)

Puits résidentiels intégrés au suivi (*3)

Ruisseau du Roy (*2)

- Mesures des paramètres physico-chimiques
- Niveaux d'eau
- Arpentage



Carte extraite du rapport de recherche R1829 de l'INRS (Huchet et al., 2019)

Écoulement de l'eau souterraine

Carte des niveaux d'eau

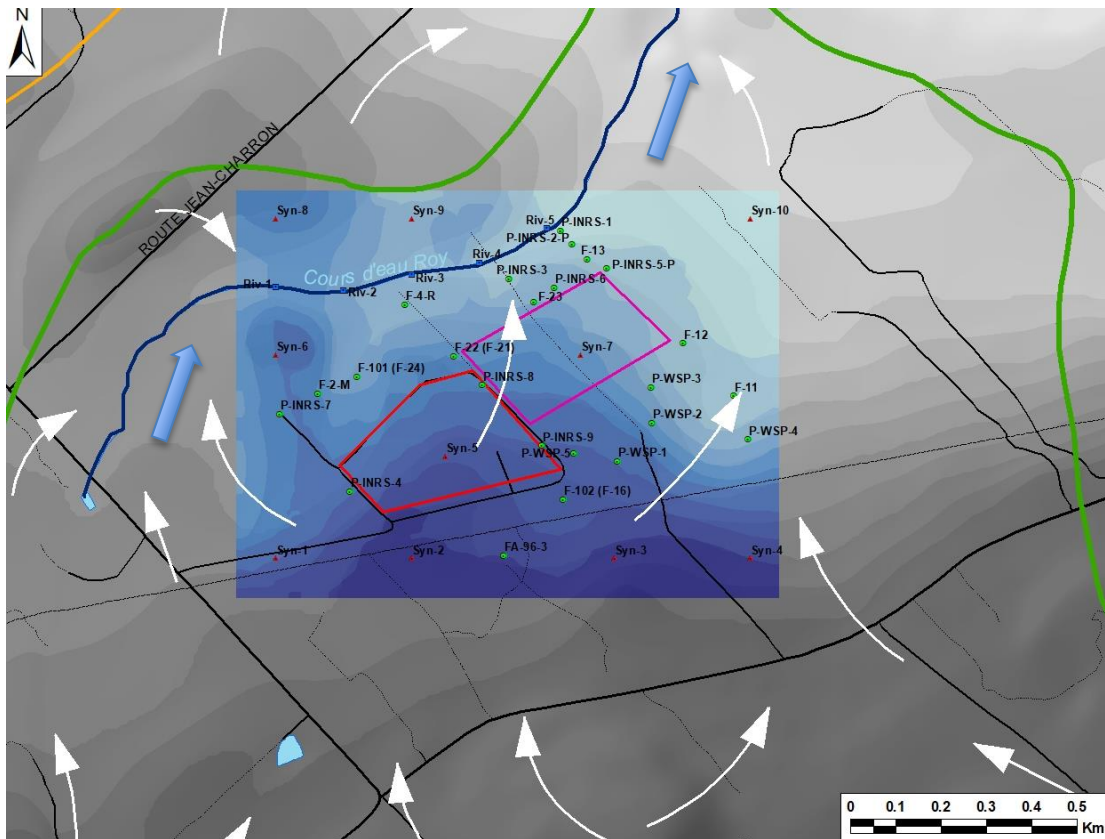
Mesures du 13 juin 2018

- Puits (*24)
- Rivière (*5)
- Synthétiques (*10)

Direction d'écoulement **NORD**

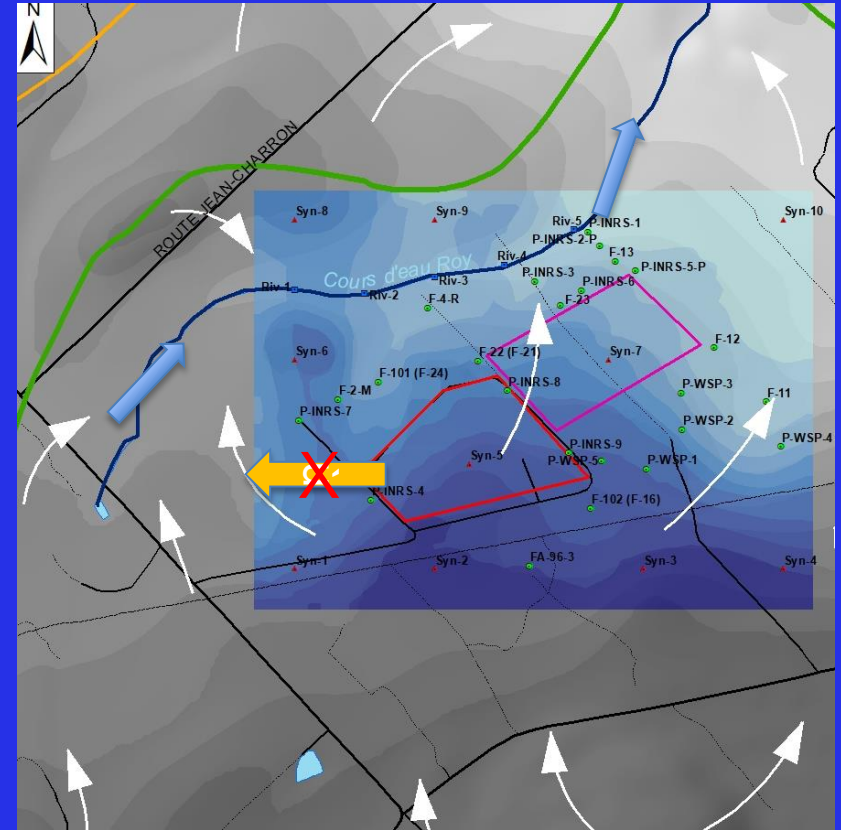
Niveaux d'eau **près de la surface** et contrôle important de la topographie sur l'écoulement

Évidence de sortie de l'eau du roc dans le ruisseau et **lien hydraulique** entre l'eau souterraine et le ruisseau Roy



Apports de la carte des niveaux d'eau

- Site d'enfouissement isolé au sein d'un sous-bassin de petite taille (5 km²)
- Le ruisseau du Roy constitue l'unique récepteur des eaux provenant du site d'enfouissement
- Les puits résidentiels à l'ouest du site ne sont pas dans la direction d'écoulement de l'eau
- Écoulement vers le ruisseau est rapide et permet un mélange des eaux du site avec les eaux du reste du bassin
- Taux de renouvellement important des eaux souterraines par les précipitations, la situation de la qualité de l'eau devrait rester la même ou s'améliorer avec le temps



2^e partie

Jean-Marc, 1^e partie

- Mise en contexte, problématique et mandat
- Analyse des données existantes (2005 – 2017) et constats
- Travaux réalisés (2017 – 2018)
- Conditions d'écoulement de l'eau souterraine

François, 2^e partie

- Résultats de la qualité de l'eau souterraine
- Conclusion

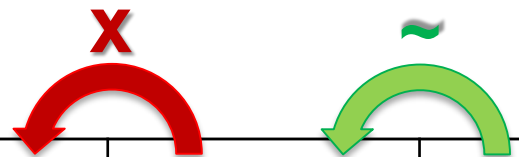
Qualité de l'eau sur le site

Données de **2005 à 2018**

Comparaison avec :

- **Critères sanitaires** pour l'eau potable (Nitrites-Nitrates...)
- **Objectifs esthétiques** pour l'eau potable (Fer, Manganèse, Chlorures...)
- **OER** : objectifs environnementaux de rejet **spécifiques à Armagh**
- **Eau brute à la sortie du site d'enfouissement**
- **Concentrations rencontrées** sur un **site similaire d'enfouissement** à St-Lambert-de-Lauzon
- **Concentrations typiques** sur d'autres sites d'enfouissement (*Christensen et al., 2001*)

Paramètres chimiques typiques d'un site d'enfouissement



Paramètre (mg/L)	Autres sites d'enfouissement (Christensen et al., 2001)	Site d'enfouissement de St-Lambert-de-Lauzon (Tremblay, 2013)	Eau souterraine après le site (puits F-13)	Eau souterraine avant le site (puits F-11)
Chlorures	150 – 4 500	7.2 – 1 800	121	2
Fer	3 – 5 500	5.1 – 1 400	0.66	0.42
Manganèse	0.03 – 1 400.00	0.03 – 57.00	4.42	0.14
Sulfures	-	0.01 – 0.10	0.05	0.01
Nitrites/Nitrates	-	0.01 – 4.34	0.02	0.02

+++++

+++++

+

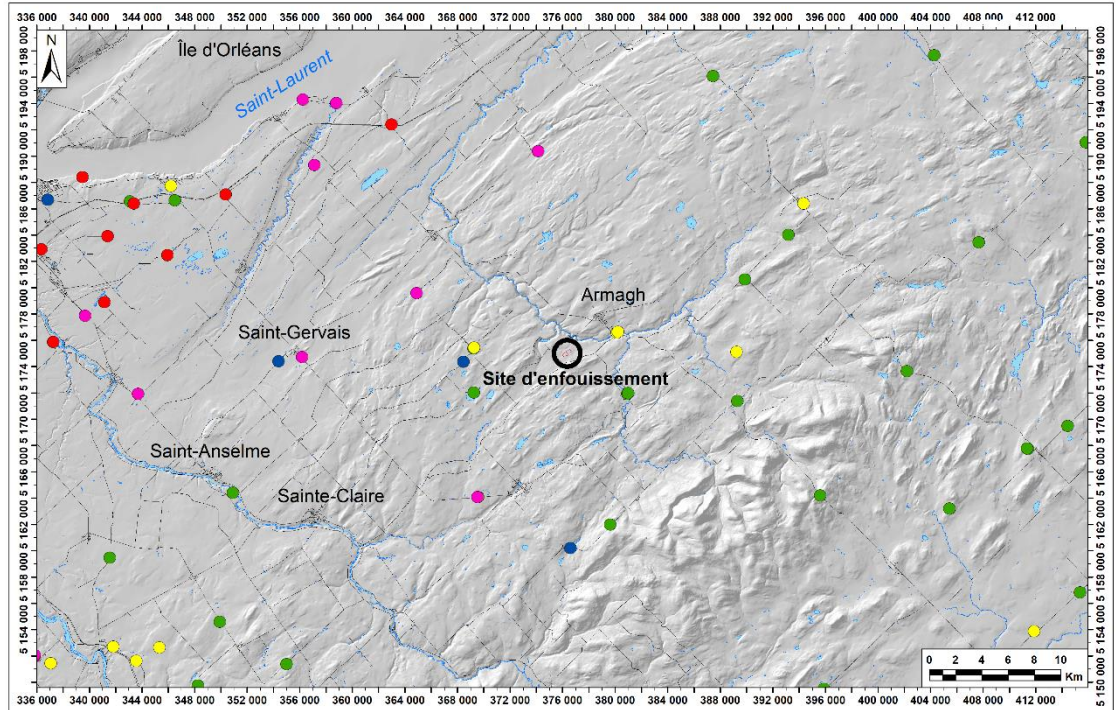
Qualité naturelle de l'eau souterraine

Groupes d'eau en relation avec le contexte régional (PACES CA)

Regroupements d'eaux aux caractéristiques similaires pour vérifier l'influence potentielle du site

Régionalement : eaux jeunes

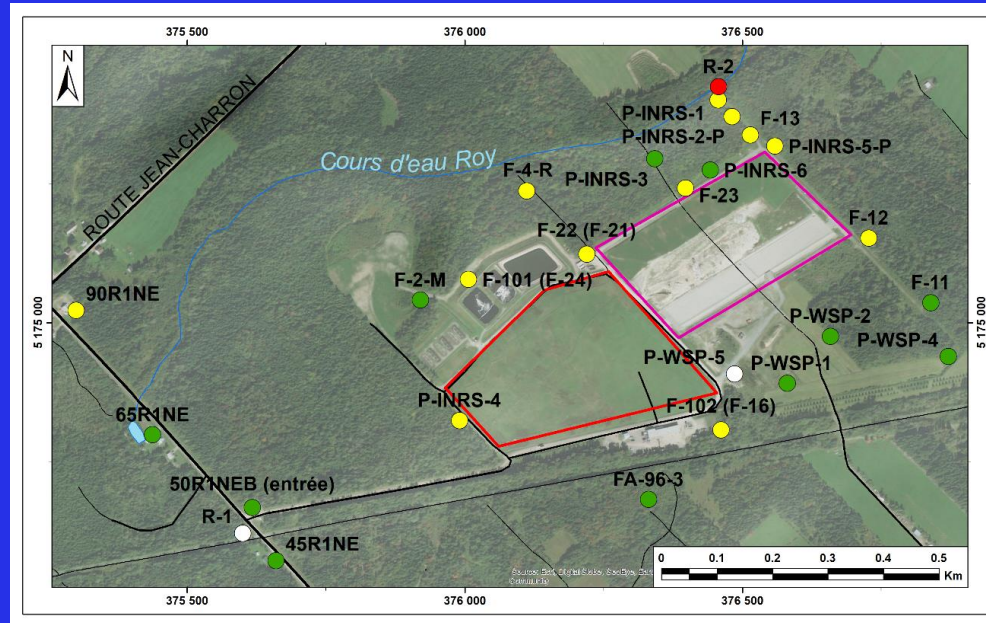
Vert/jaune : eaux jeunes
Rouge/rose : eaux anciennes



Carte extraite du rapport PACES Chaudière-Appalaches (Lefebvre et al., 2015)

Qualité de l'eau souterraine entourant le site

- Eaux de recharge jeunes et peu évoluées chimiquement, typiques des Appalaches
- Sauf R-2 (eau de surface après le site) traduisant une certaine influence non naturelle
- Impact modéré du site d'enfouissement sur la qualité des eaux souterraines



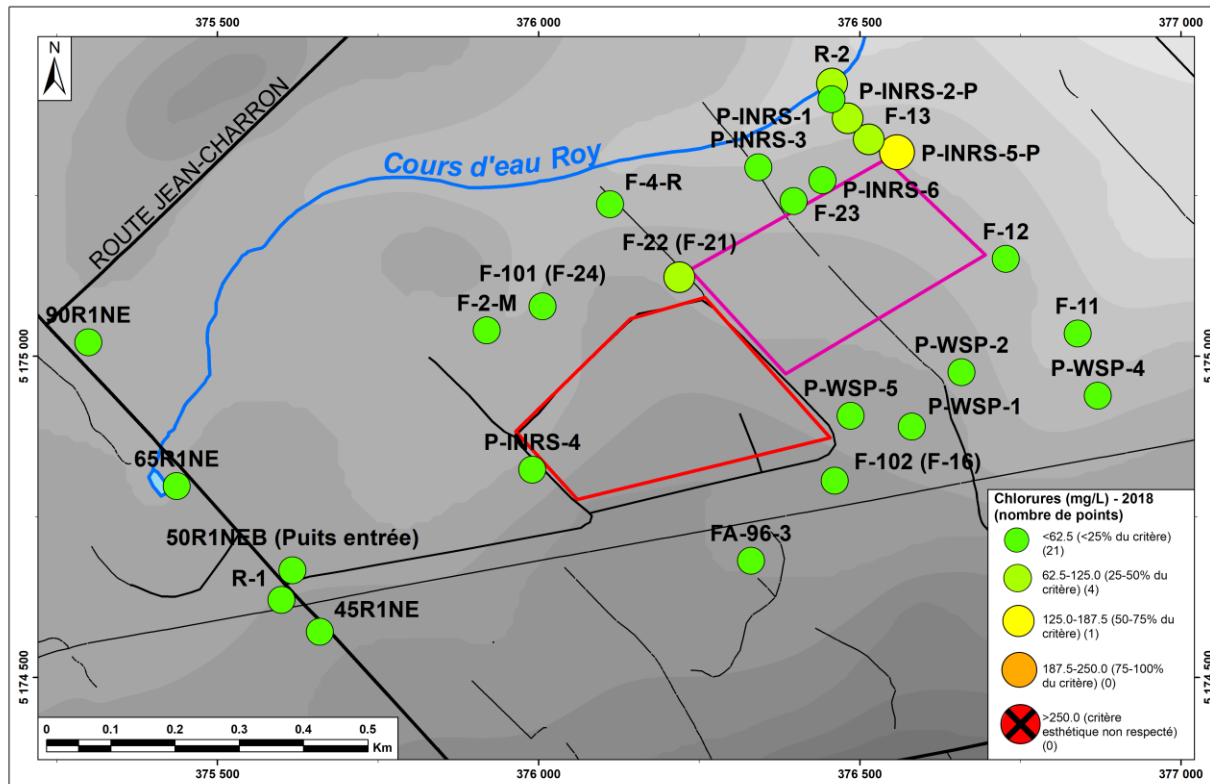
Carte extraite du rapport de recherche R1829 de l'INRS (Huchet et al., 2019)

Qualité de l'eau entourant le site d'enfouissement d'Armagh

Chlorures

Détectés dans la totalité des puits sans dépassement de la norme en 2018

Reflète les eaux naturelles de la région (plus chargées en chlorures) et une influence modérée du site d'enfouissement



Carte extraite du rapport de recherche R1829 de l'INRS (Huchet et al., 2019)

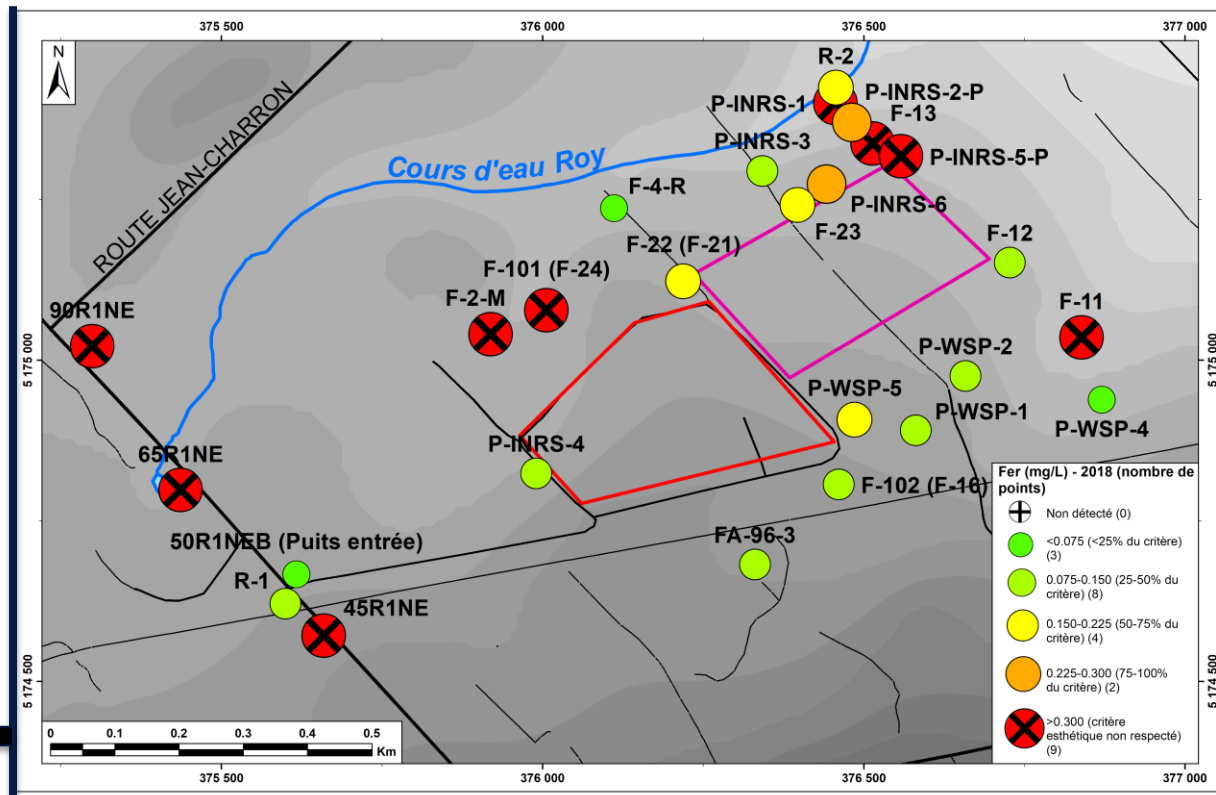
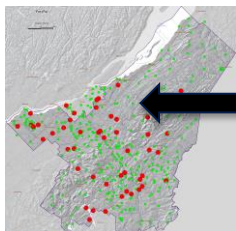
Qualité de l'eau entourant le site d'enfouissement d'Armagh

Fer/Manganèse

Dépassent régulièrement le critère esthétique (55 % pour le Fe et 82 % pour le Mn)

Dépassements partout, à relier avec une source essentiellement naturelle

Présence également mise en évidence régionalement (PACES CA)



Carte extraite du rapport de recherche R1829 de l'INRS (Huchet et al., 2019)

Qualité de l'eau entourant le site d'enfouissement d'Armagh

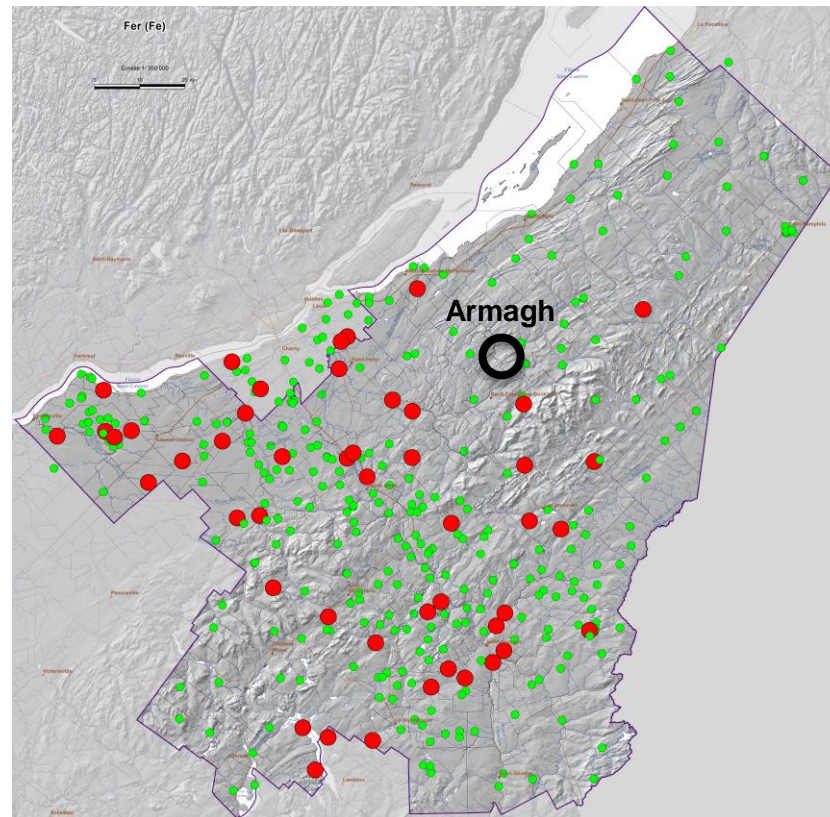
Fer/Manganèse

Dépassent régulièrement le critère esthétique (55 % pour le Fe et 82 % pour le Mn)

Dépassements partout, à relier avec une source essentiellement naturelle

Présence également mise en évidence régionalement (PACES CA)

Carte extraite du rapport PACES
Chaudière-Appalaches (Lefebvre et al., 2015)



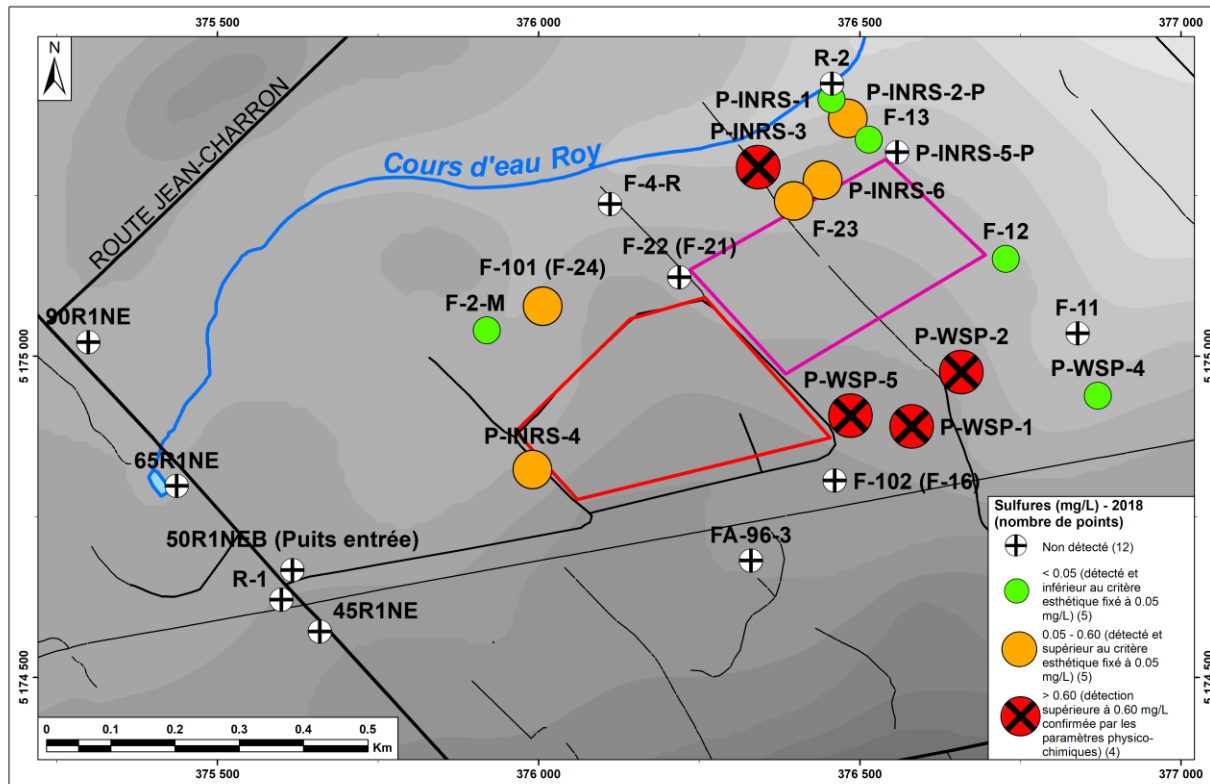
Qualité de l'eau entourant le site d'enfouissement d'Armagh

Sulfures

Dépassent occasionnellement le critère esthétique (16 %)

À relier potentiellement au site d'enfouissement sans être dangereux pour la santé humaine

Les sulfures vont s'atténuer naturellement par la suite



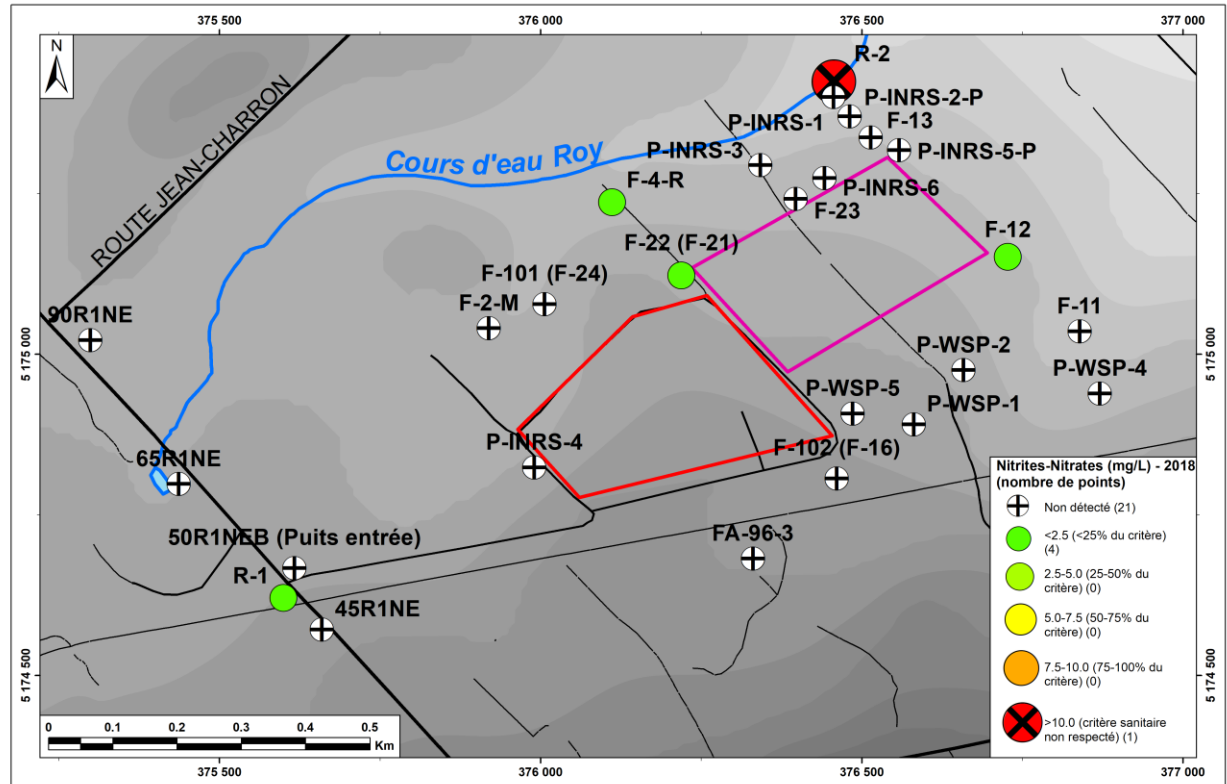
Carte extraite du rapport de recherche R1829 de l'INRS (Huchet et al., 2019)

Qualité de l'eau entourant le site d'enfouissement d'Armagh

Nitrites-nitrates & Azote ammoniacal

Dépassent rarement le critère sanitaire (3 %) pour les nitrites-nitrates

Autres sources possibles : apports azotés (agriculture), fosse septique...etc.



Carte extraite du rapport de recherche R1829 de l'INRS (Huchet et al., 2019)

Qualité de l'eau entourant le site d'enfouissement d'Armagh

BPC

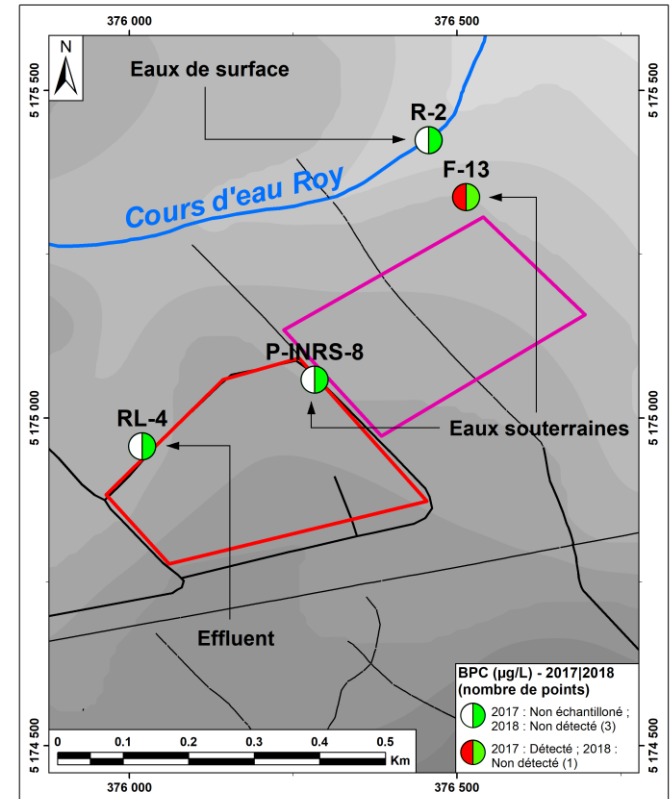
Présence épisodique dans les eaux du système de traitement à des concentrations très faibles et bien inférieures aux normes de potabilité

Positif au puits F-13 en 2017 : 0.000628 µg/L soit **800 fois plus faible** que la norme sanitaire pour l'eau potable mais près de 3 fois l'OER (0.000231 µg/L)

Risques très faibles pour les milieux récepteurs

Poursuite du suivi dans le futur

Organisme	Type d'eau	
	Usée (µg/L)	Potable (µg/L)
CCME	4	-
MELCC	0.08	0.5
US EPA	3	0.5
Ville de Québec	0.04	-
CMM	1	-
Ville de Toronto	1	-



Informations essentielles issues de la géochimie

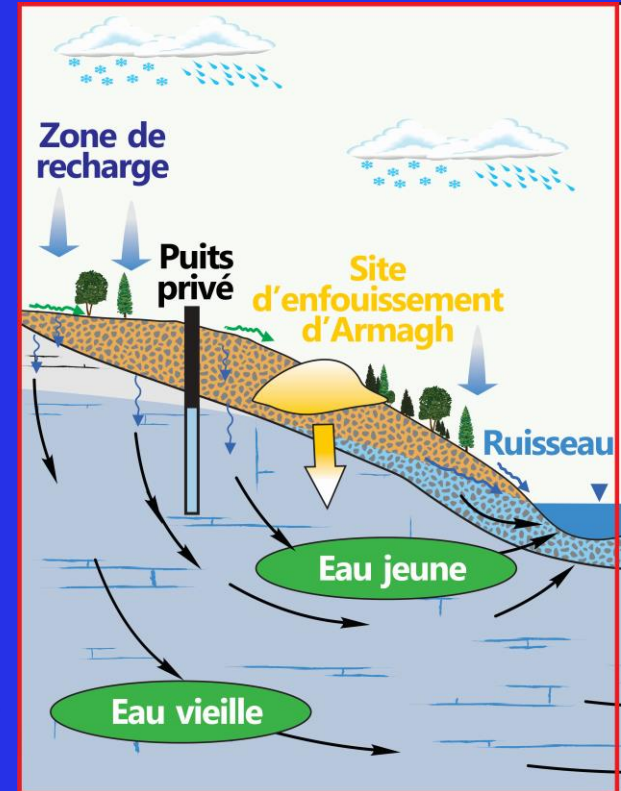
- La localisation du site d'enfouissement fait en sorte que le volume de contaminants émis est très largement atténué dans les eaux souterraines
- Les propriétés de l'eau souterraine sont très peu modifiées malgré la présence du site d'enfouissement
- Très peu de composés chimiques dépassent les critères de potabilité et les OER
- Les BPC sont détectés périodiquement à la sortie du système de traitement à de très faibles concentrations bien inférieures aux normes de potabilité
- Il n'y a pas de hausse des concentrations depuis 2005



Conclusion générale sur le site d'enfouissement d'Armagh

Faible risque environnemental car conditions locales avantageuses :

- Les écoulements de surface et souterrain sont contraints par la topographie au sein d'un petit bassin versant
- Aucun puits résidentiel ne peut être impacté par les rejets du site d'enfouissement
- Les rejets du site d'enfouissement sont en grande partie atténués dans les eaux souterraines



Merci pour votre attention

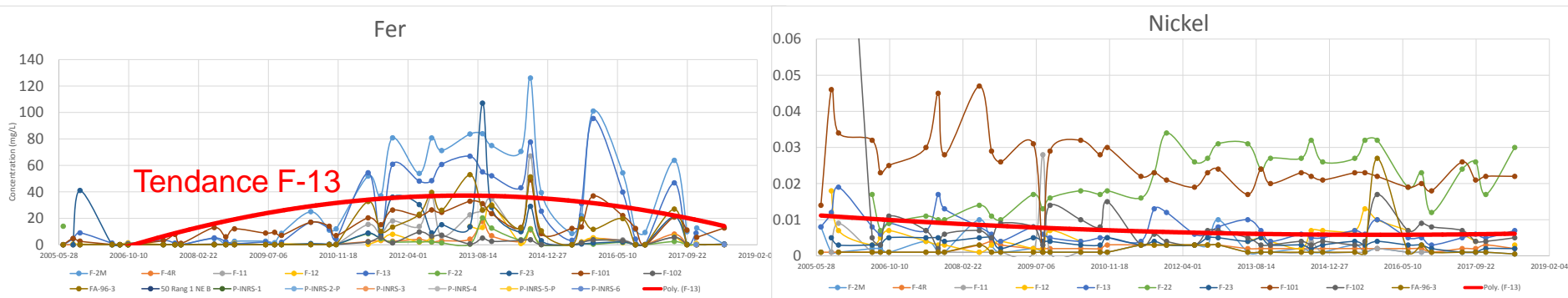
Des questions ?



**Institut national
de la recherche
scientifique**

Étude des données existantes et constats généraux (1)

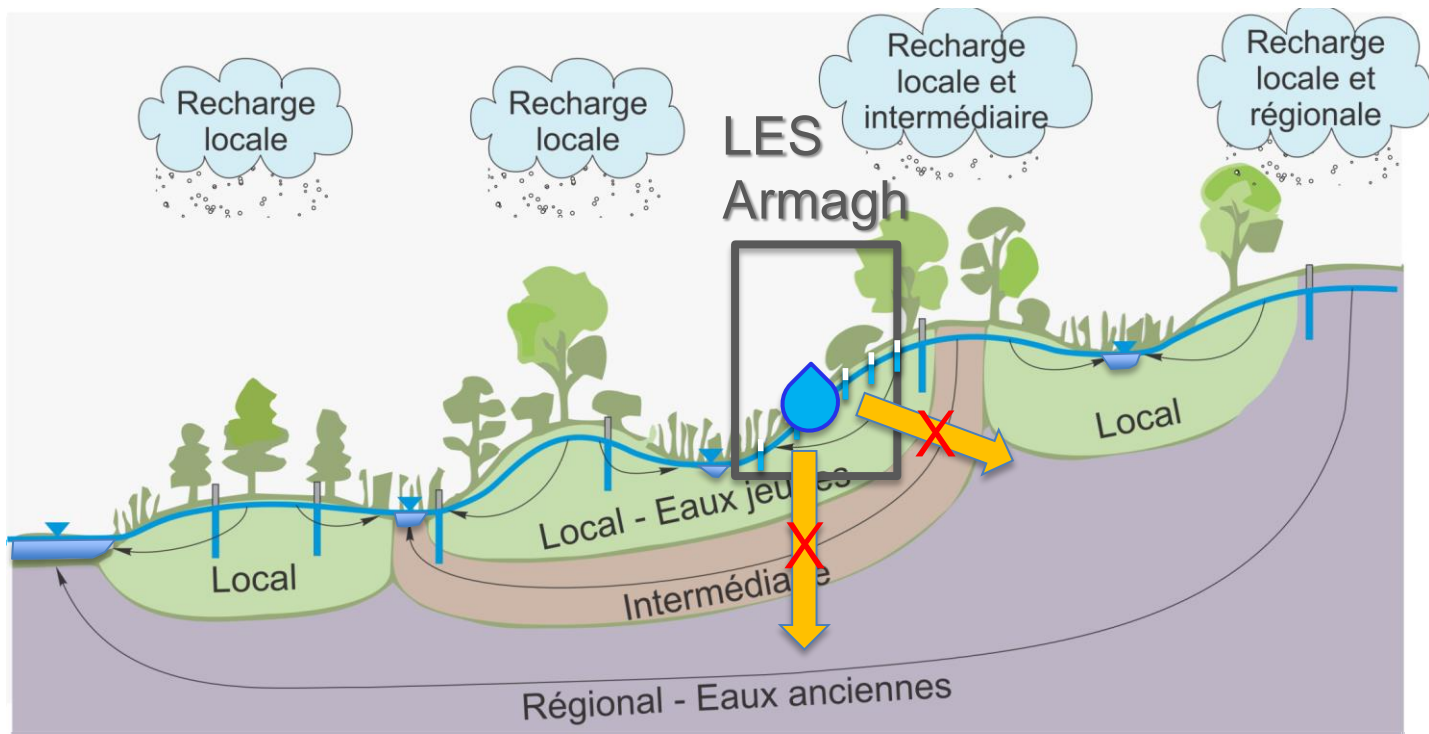
- Résultats d'analyses des 11 puits (2005 à 2017) montrent une dégradation de la qualité de l'eau, mais à des concentrations **relativement faibles** pour un site d'enfouissement
 - Sur une base scientifique résultats intéressants mais pas inquiétants.
 - Questionnement: Résultats valides ? Autres explications dans le contexte ?
- Rapports existants (forages, exploitation), cartes et données hydrogéologiques régionales et comparaison avec le site d'enfouissement de St-Lambert-de-Lauzon



Exemple de suivi des paramètres chimiques 2005 à 2017

Principes généraux de l'écoulement de l'eau souterraine

Recharge



Contexte géologique dans le secteur du site d'enfouissement d'Armagh

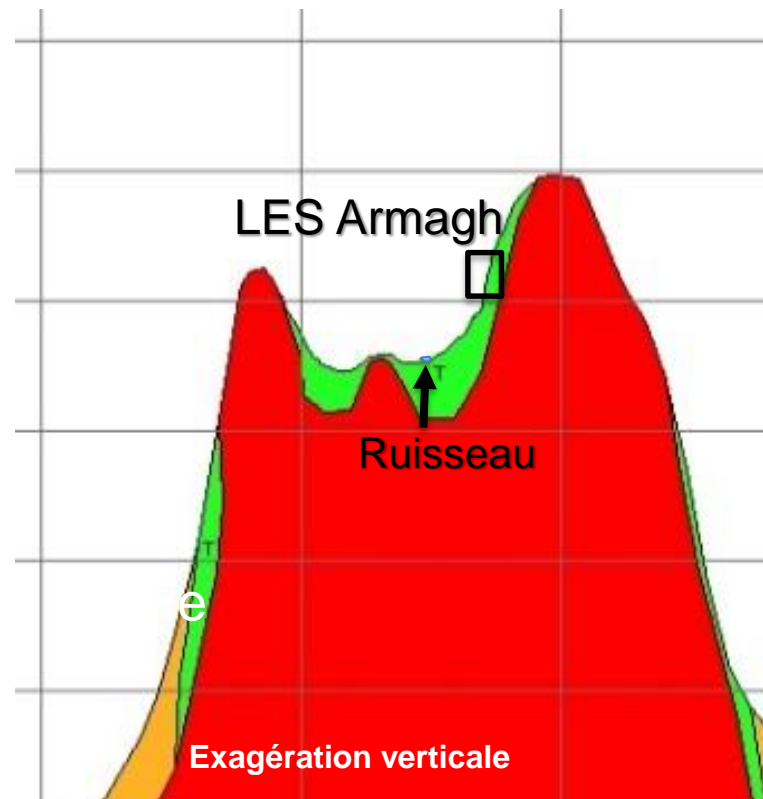
Géologie

Tills assez grossiers

(sables, cailloux et blocs)
relativement **perméables**
sur quelques mètres
d'épaisseur reposant sur
le socle rocheux

Hydrogéologie

Roc fracturé représente
l'aquifère régional et
l'écoulement est plutôt
superficiel dans la partie
du roc la plus fracturée



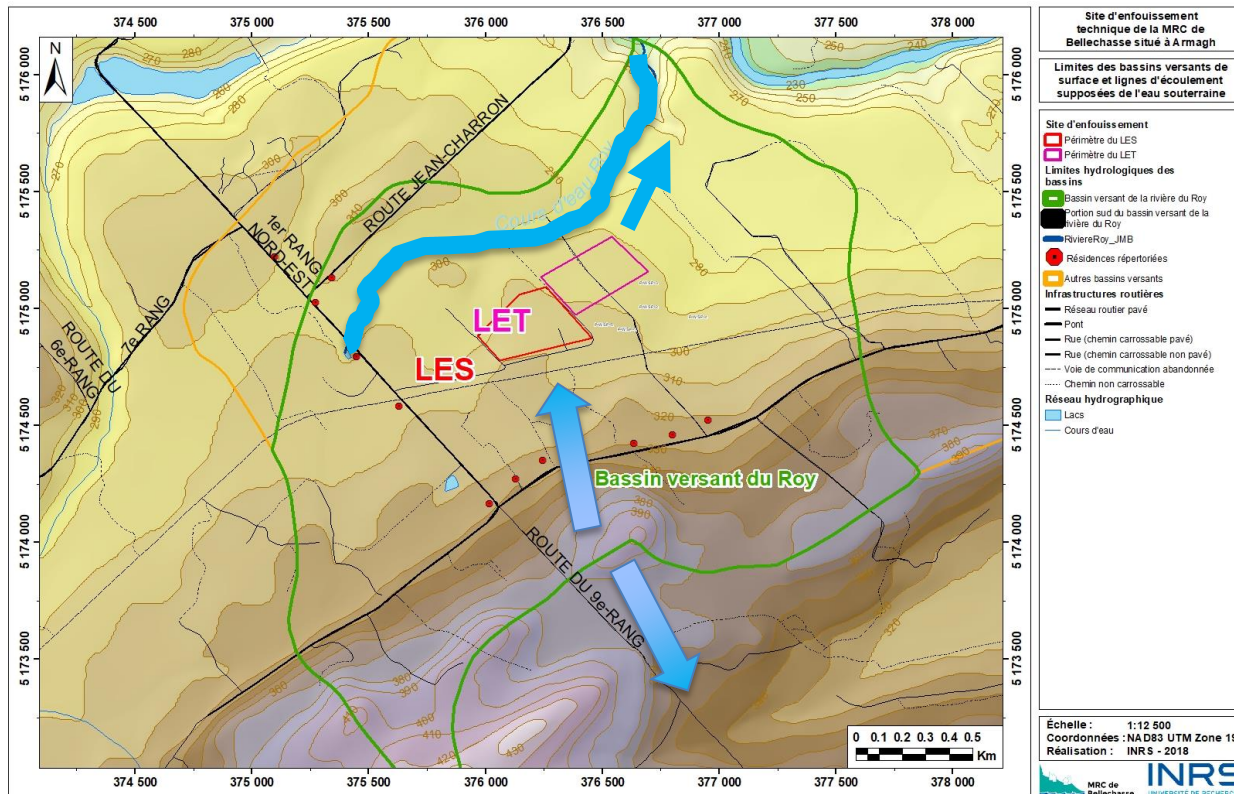
Contrôle de la direction de l'écoulement de l'eau par la topographie

Topographie et hydrographie du site d'enfouissement sanitaire

Site au cœur d'un creux topographique entouré de hauts reliefs formant un **sous-bassin hydrologique** de l'ordre de 5 km²

Écoulement des eaux de surface très **contraint** par la topographie

L'**exutoire** du système correspond au **ruisseau du Roy** puis à la rivière du Sud



Carte extraite du rapport de recherche R1829 de l'INRS (Huchet et al., 2019)