

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Alain Rorive, Nicolas Dupont



Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

- L'exploitation des gaz de schiste n'a pas bonne presse
- Des cas de pollution des eaux ont été dénoncés
- Oppositions et prises de position politiques
- Où est la réalité ?
- Quelles sont les erreurs ?
- Qu'en déduire ?

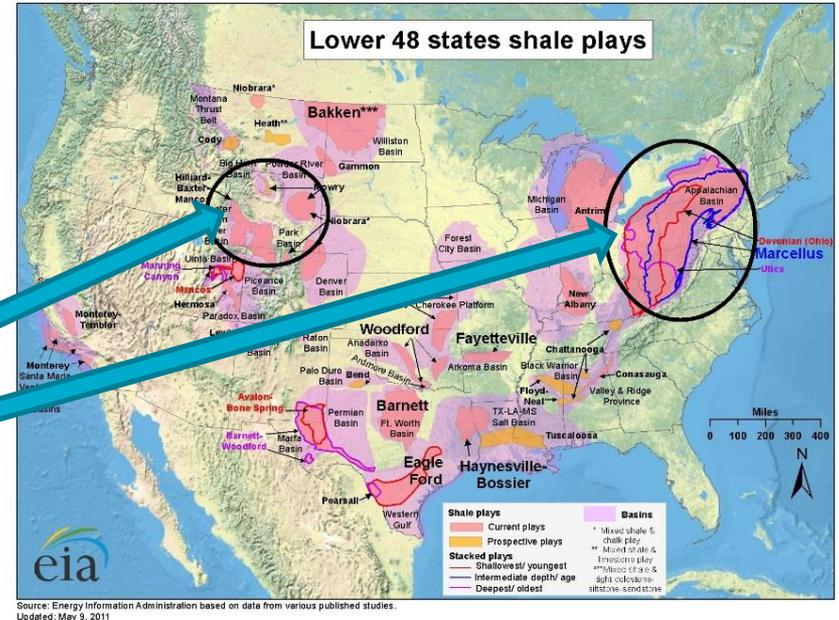


GASLAND - John Fox 2010

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

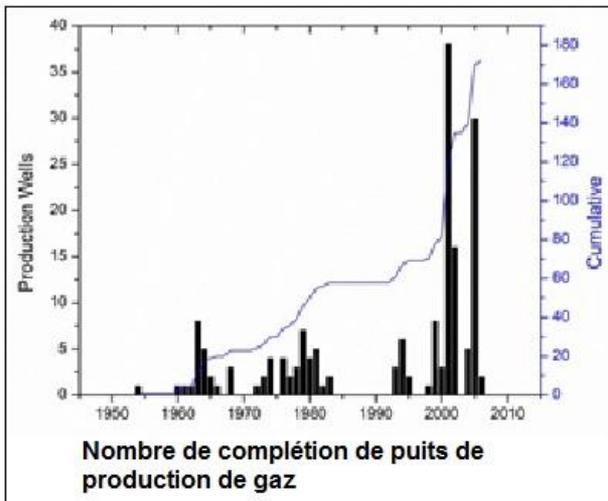
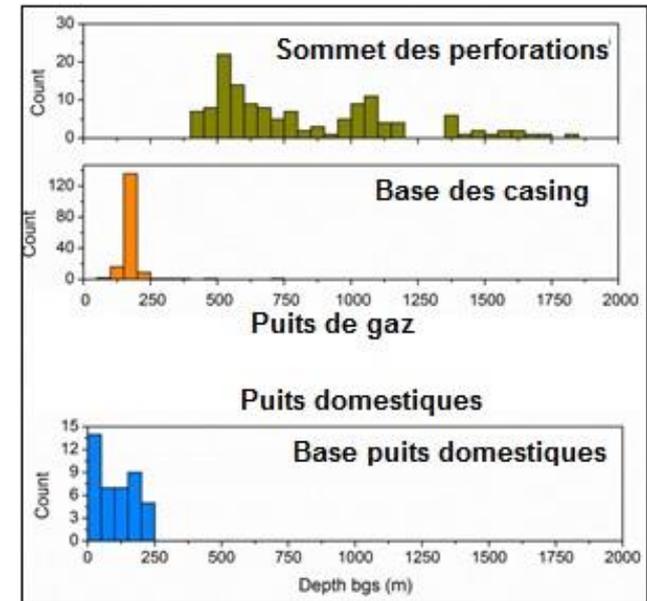
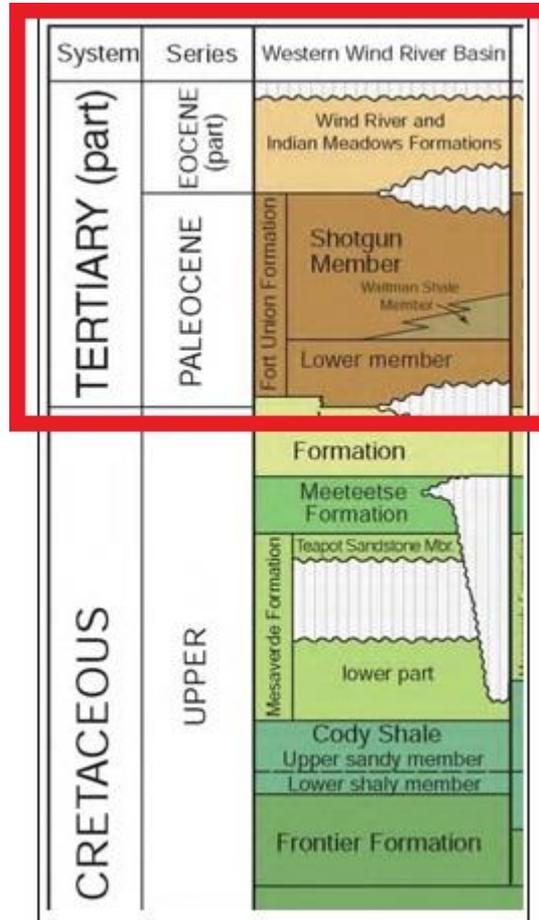
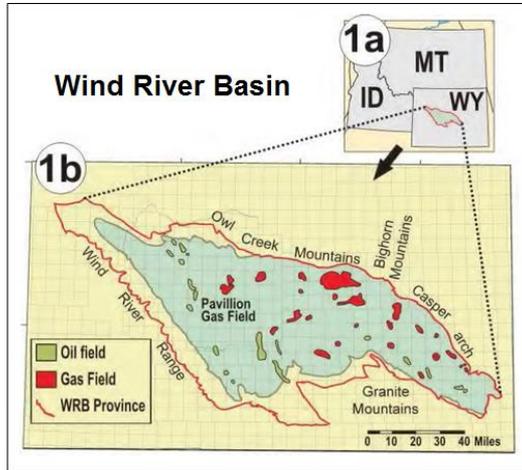
Plan de l'exposé

- Les cas aux USA
Deux cas : - Wyoming
- Marcellus
- De meilleures pratiques
- Simulation des risques de pollution des nappes
- La situation des gisements en Belgique (RW)
- Quelques aspects législatifs
- Conclusions



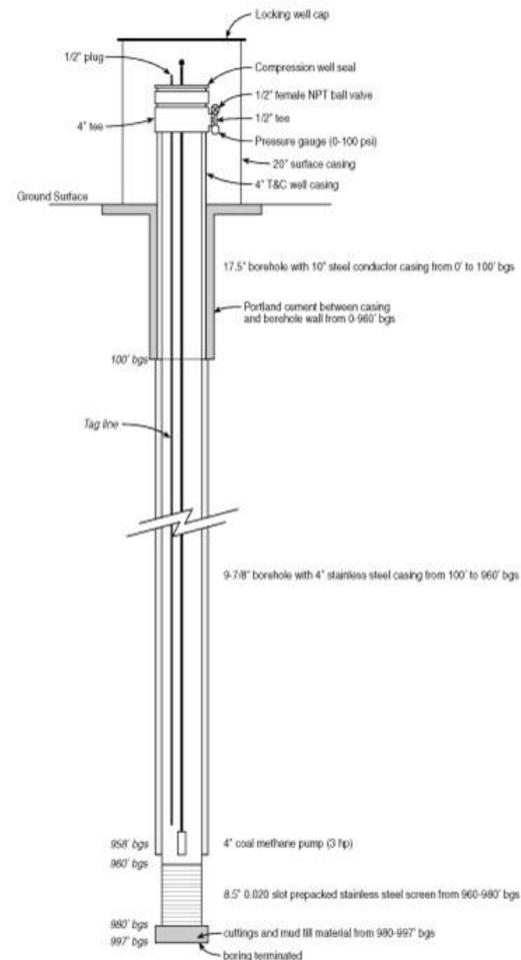
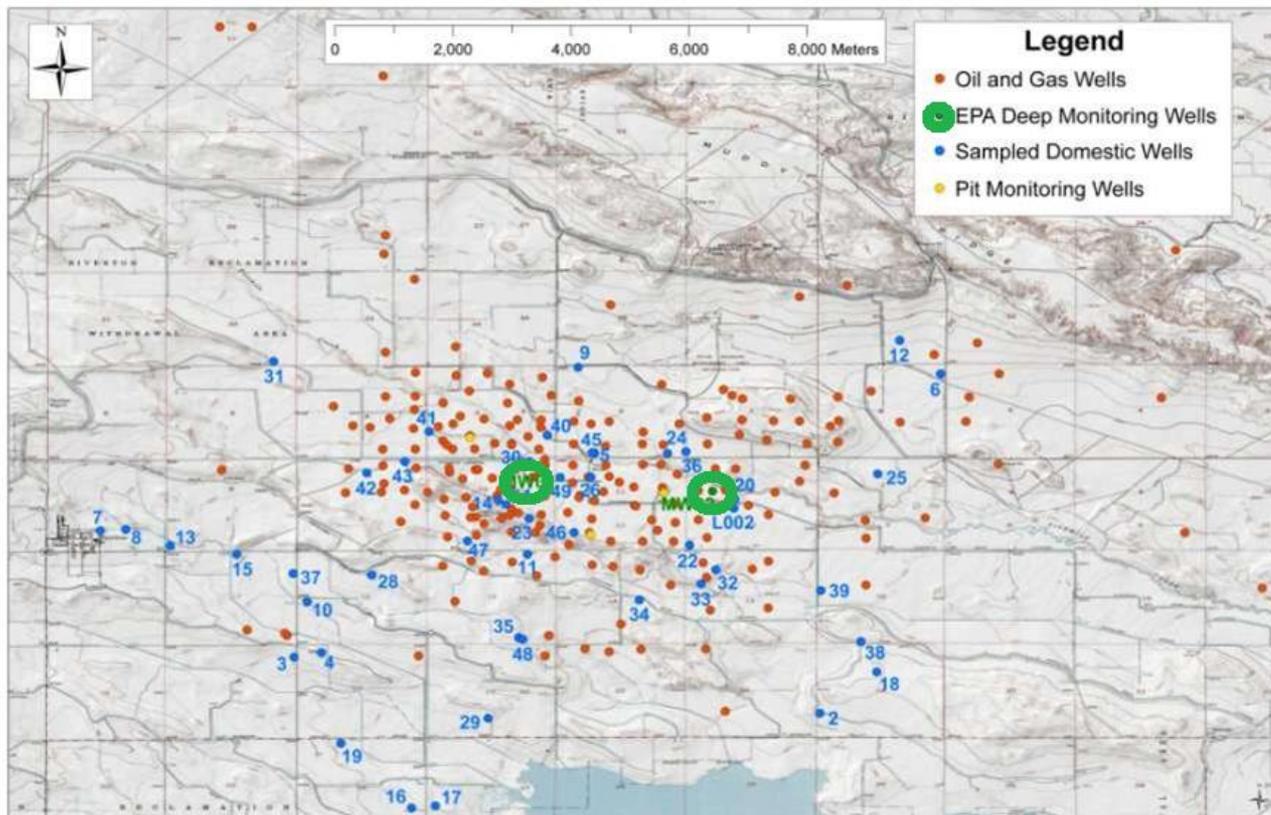
Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Groundwater contamination near Pavillion, Wyoming (EPA 2011)



Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

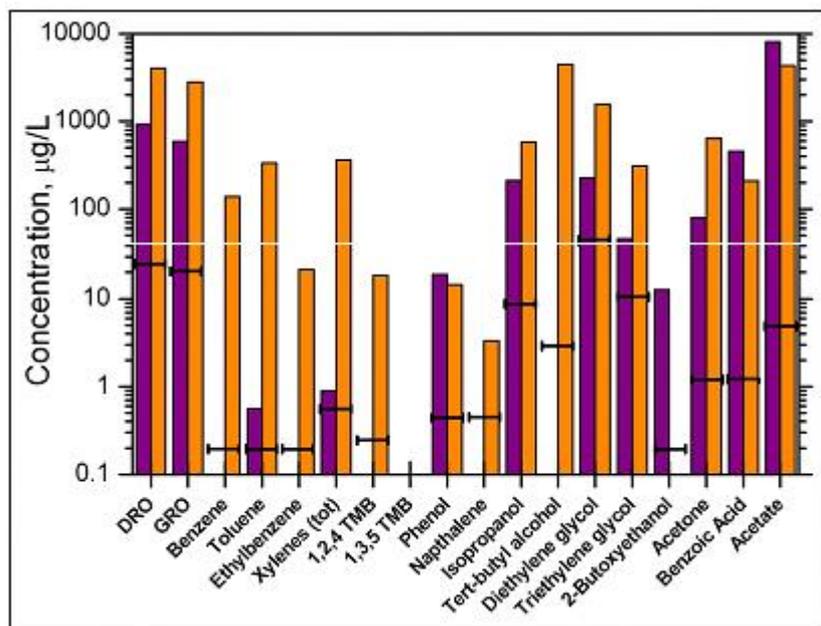
Groundwater contamination near Pavillion, Wyoming (EPA 2011)



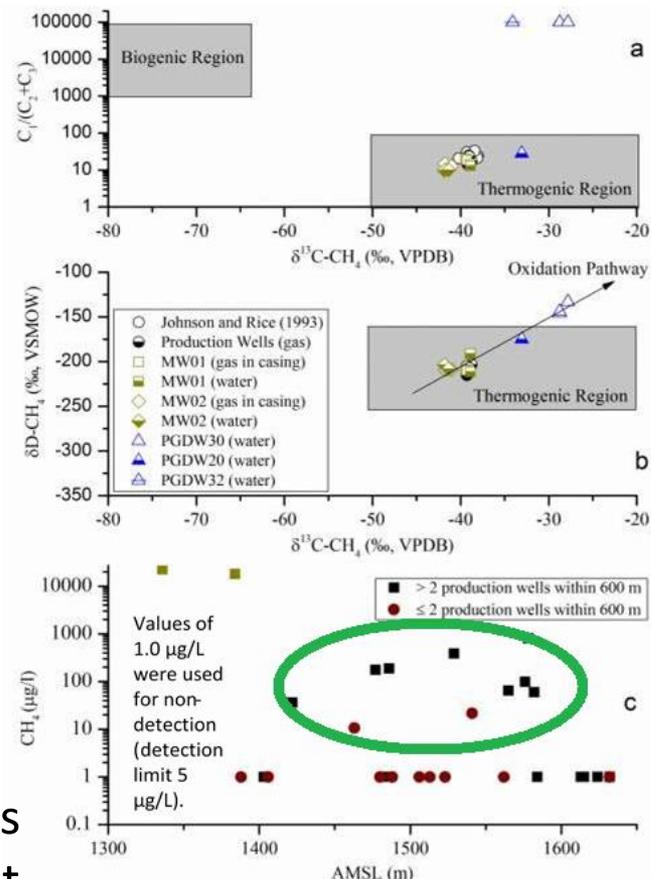
Not to Scale

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Groundwater contamination near Pavillion, Wyoming (EPA 2011)



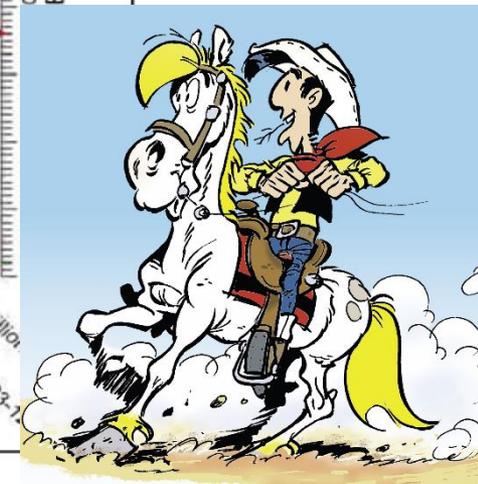
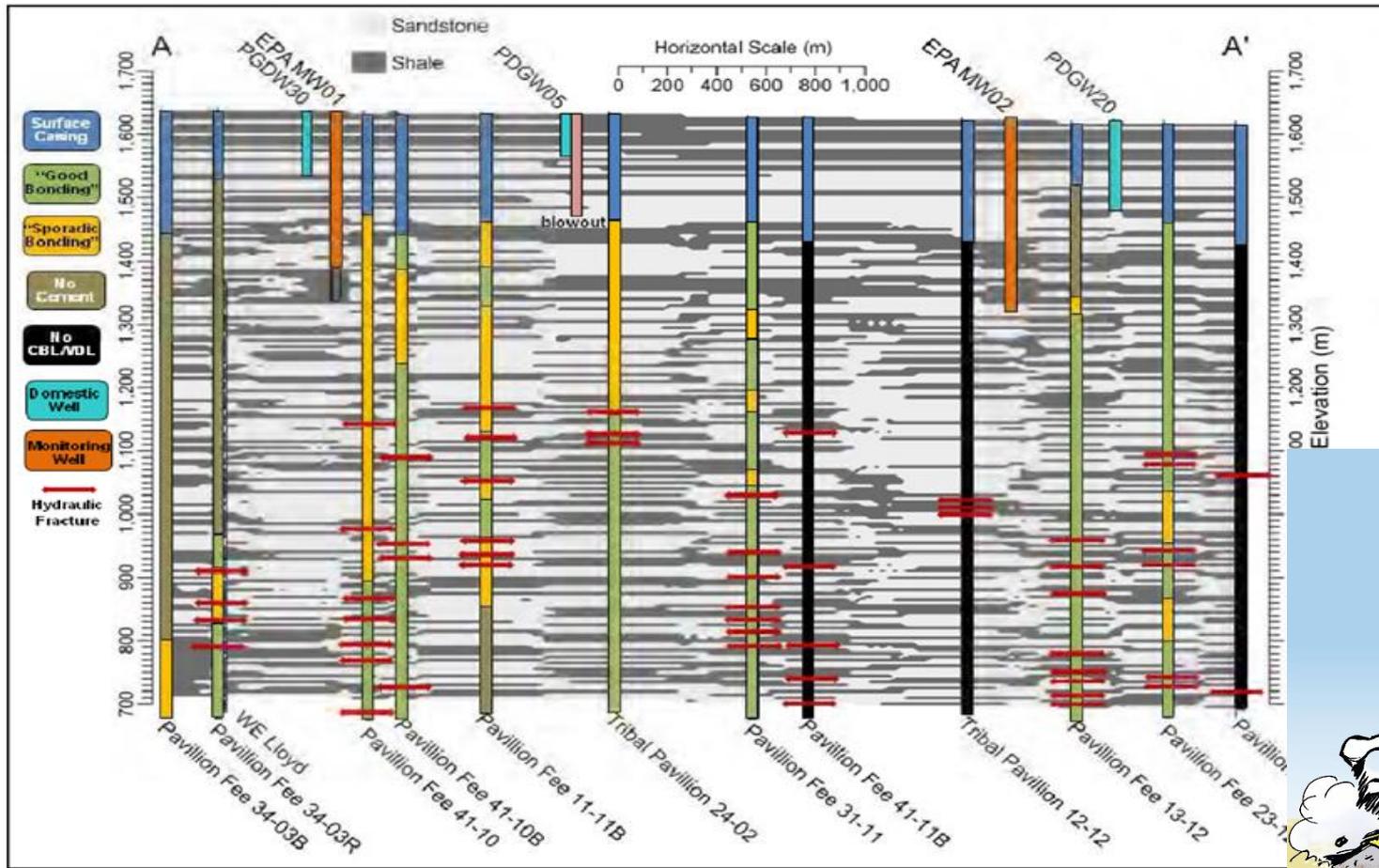
Additifs dans les forages-test



Gaz dans les puits et les forages-test

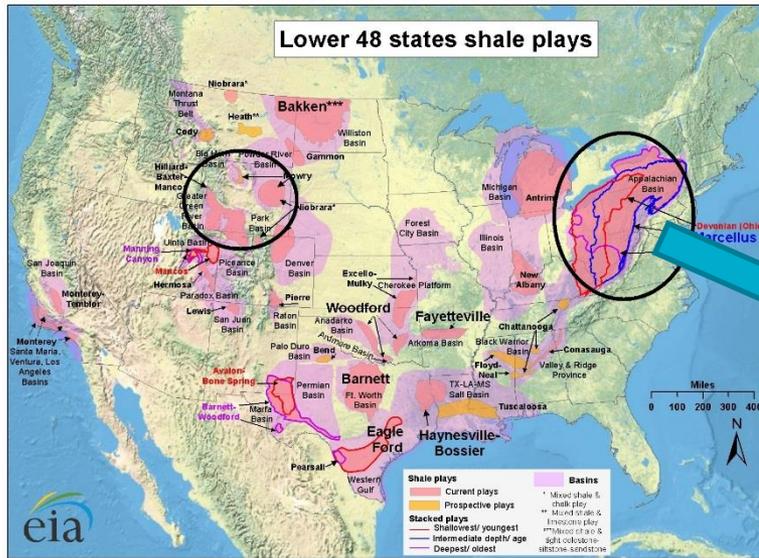
Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Groundwater contamination near Pavillion, Wyoming (EPA 2011)

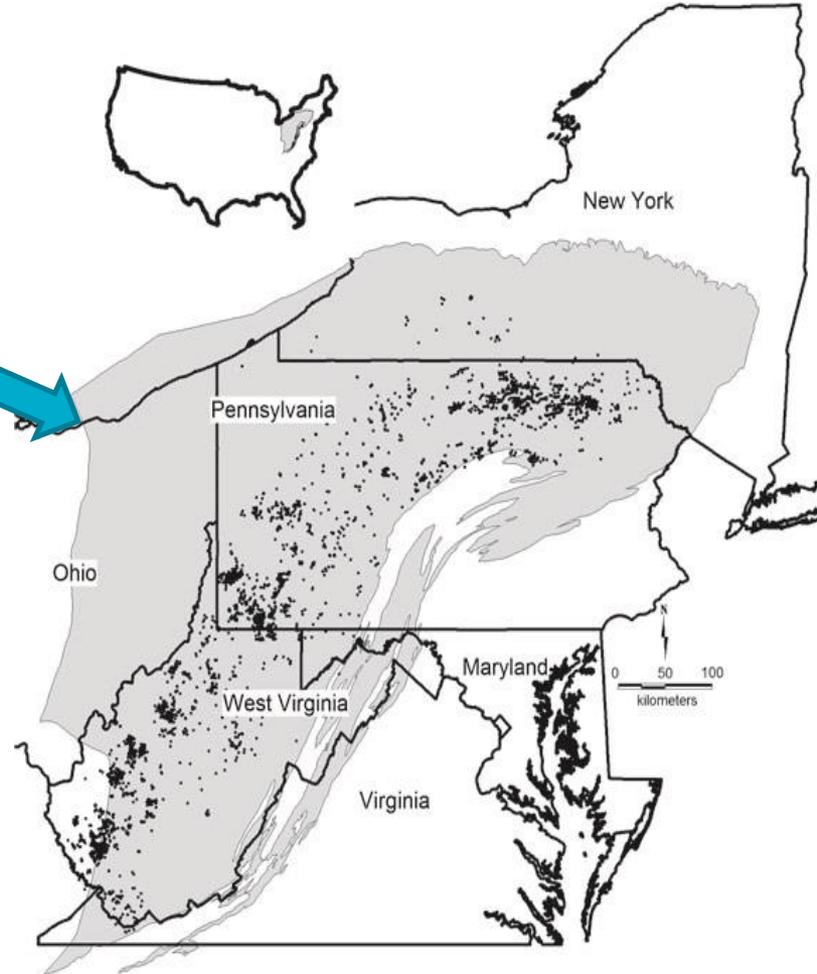


Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Gisement des schistes de Marcellus – Contamination des eaux potables

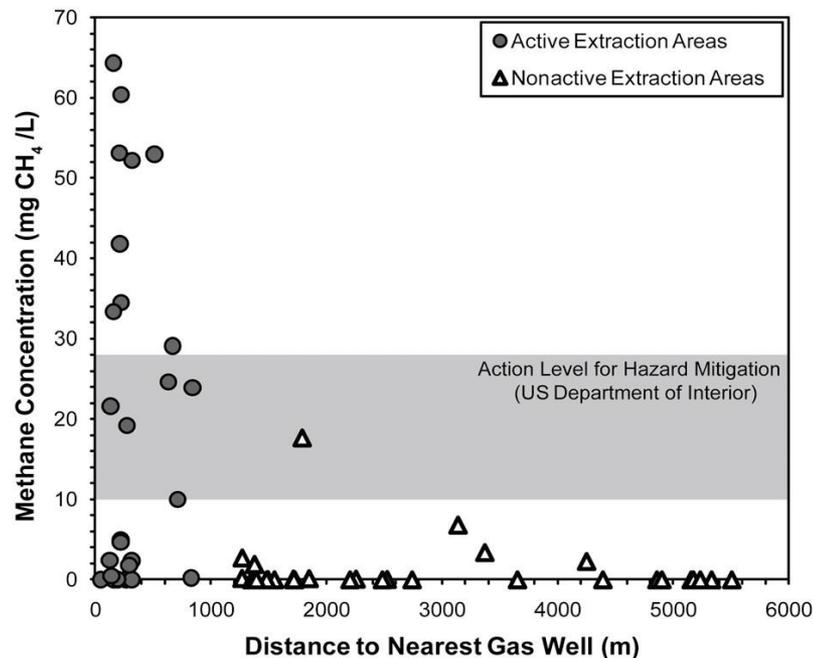
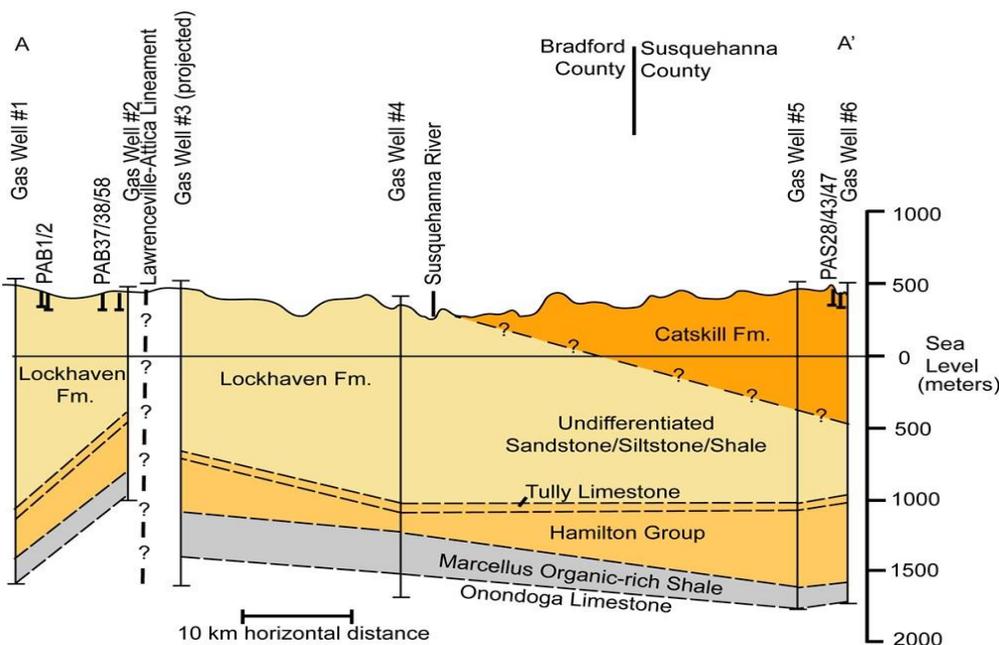


Source: Energy Information Administration based on data from various published studies. Updated: May 9, 2011



Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

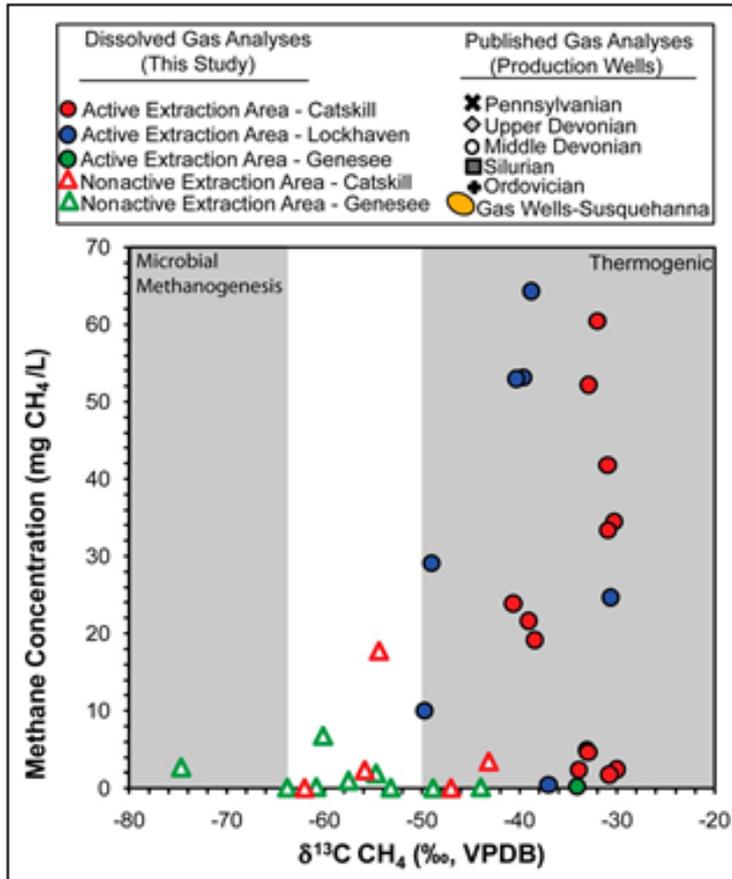
Gisement des schistes de Marcellus – Contamination des eaux potables



Note : solubilité du CH₄ → 22 mg/l à 25°C

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Gisement des schistes de Marcellus – Contamination des eaux potables



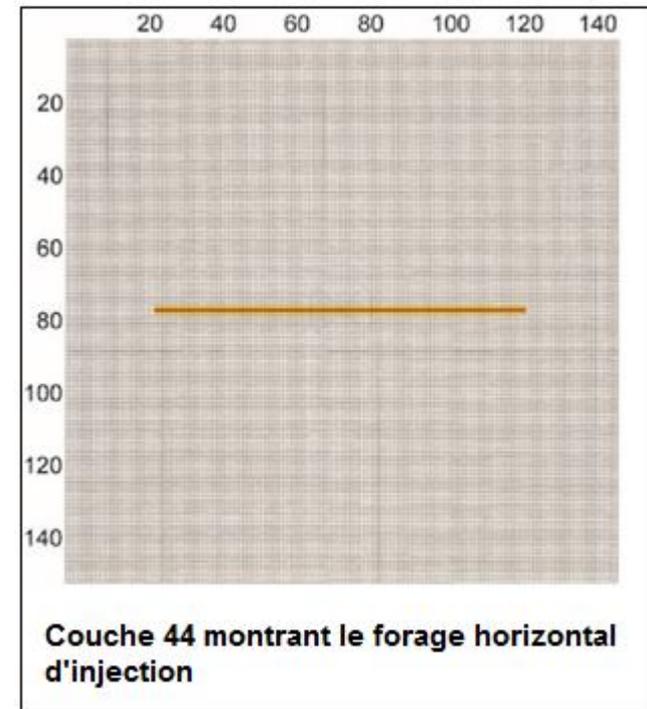
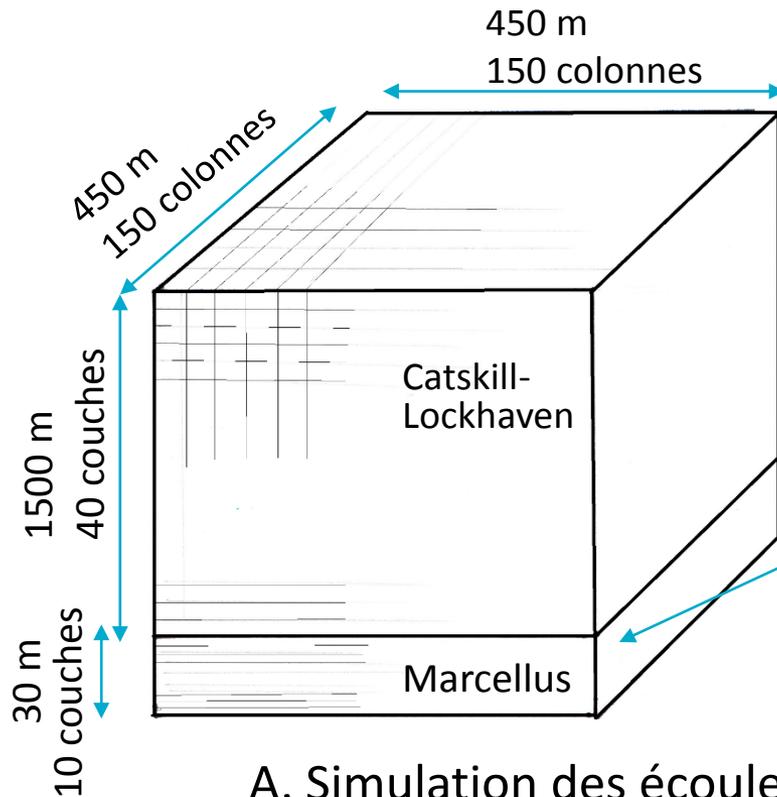
Osborn, 2013

- La présence de méthane est avérée dans les puits d'eau proche des forages d'exploitation de gaz
- Les autres analyses ne montrent pas de contamination par les additifs du fluide de fracturation
- Les causes possibles de pollution :
 - les cimentations des puits de production de gaz
 - la migration le long de «fractures» géologiques en liaison avec la fracturation hydraulique

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Modèles hydrogéologiques et simulations des risques de pollution

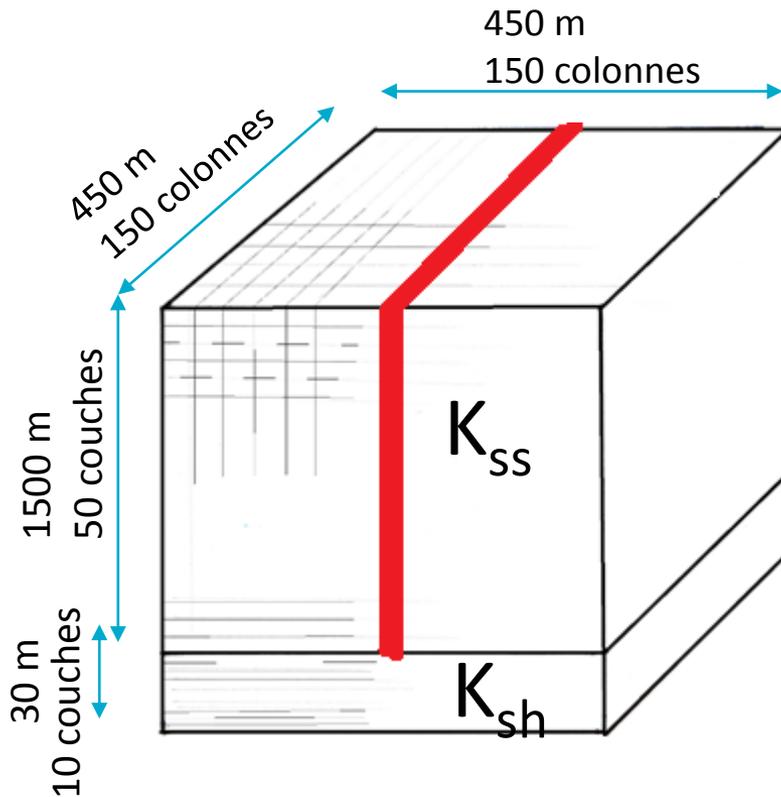
Myers 2012 avec utilisation du logiciel MODFLOW



- A. Simulation des écoulements « naturels » suivant ≠ conditions
- B. Simulation de l'effet de l'injection du liquide de fracturation (15000 m³ d'eau avec additifs à 69000 kPa)

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Scénarios



A1. Perméabilités variables dans les formations supérieures et inférieures :

$$K_{ss} : \text{de } 10^{-6} \text{ m/s à } 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$K_{sh} : \text{de } 10^{-10} \text{ m/s à } 10^{-5} \text{ m/s}$$

A2. Idem avec une « fracture verticale » perméable ($K_f = 10 \text{ à } 1000 * K_{ss}$)

A3. Idem A1 avec fracturation des schistes :

$$K_{sh} * 1000$$

A4. Idem A3 avec « Fracture verticale »

B. Injection de fluide de fracturation, avec et sans « fracture verticale »

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

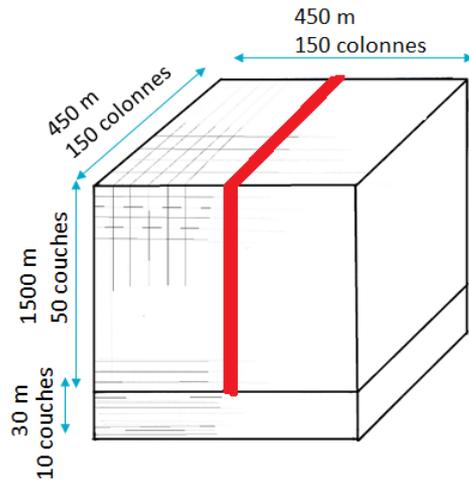
Résultats

La fracturation des schistes pourrait accélérer les échanges de fluide entre les couches mais la présence d'une fracture perméable doit être considérée comme le plus grand risque

Contestations

L'étude a été contestée avec raison du fait de :

- simplifications géométriques excessives ;
- non prise en compte des écoulements polyphasiques ;
- non prise en compte de la salinité, de la température, etc...

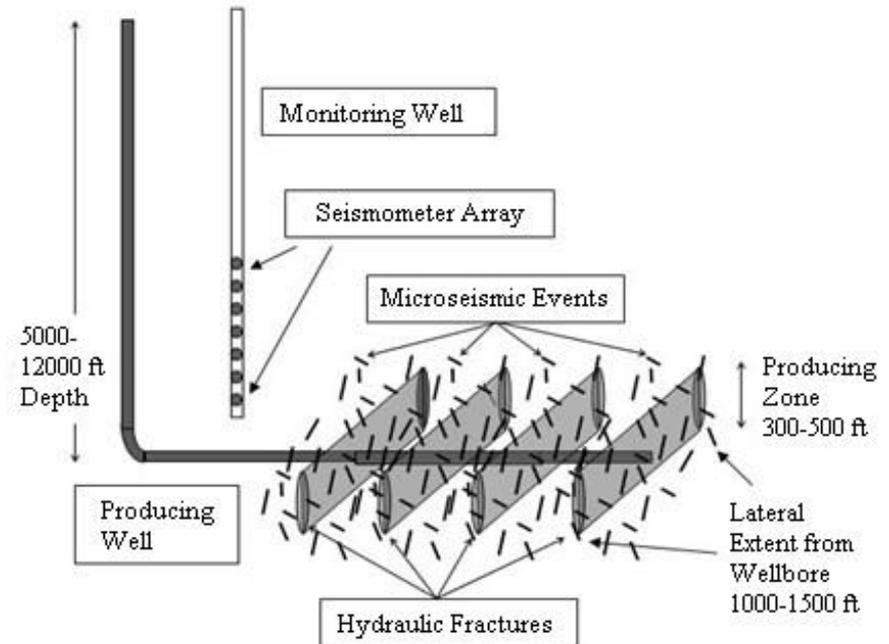
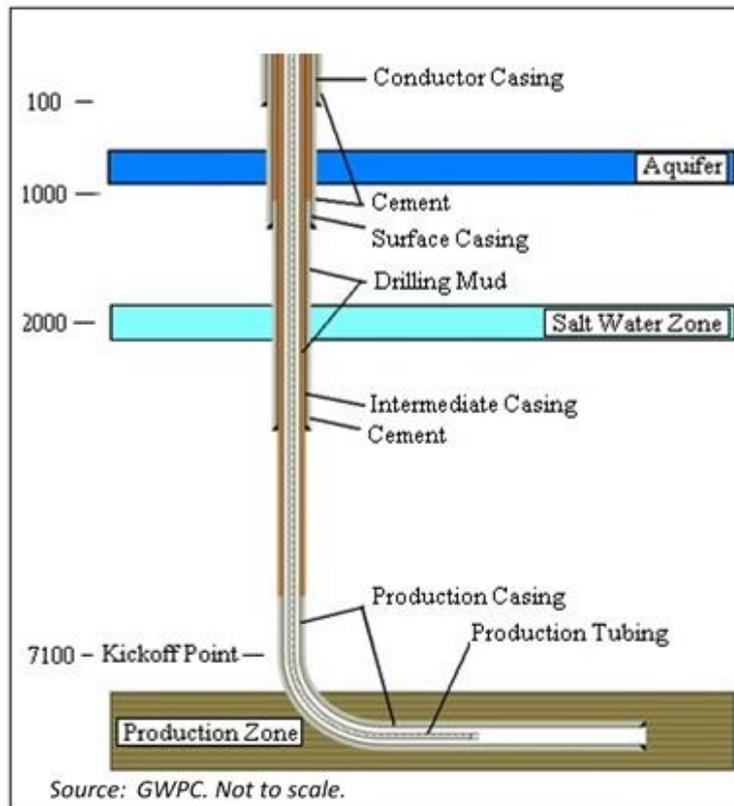


Néanmoins, la démarche n'est pas inintéressante car une modélisation faite dans de meilleures conditions est un moyen de réflexion qui permet souvent de se poser de bonnes questions et parfois d'apporter des solutions

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

De meilleures pratiques Une série de règles et de moyens de contrôle existent !

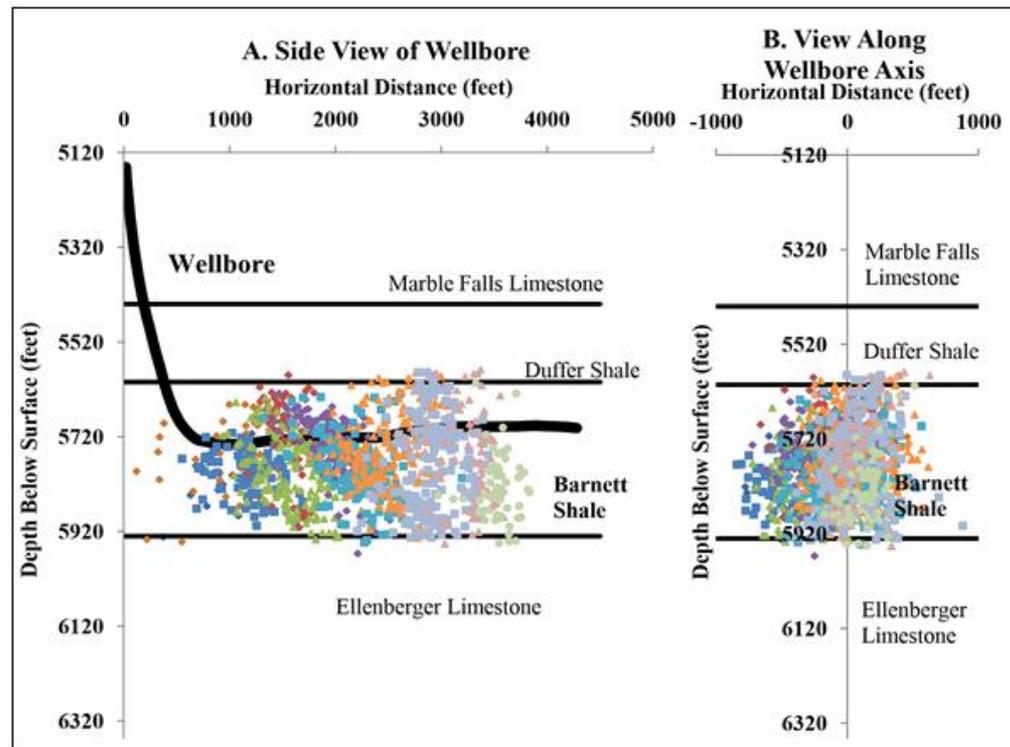
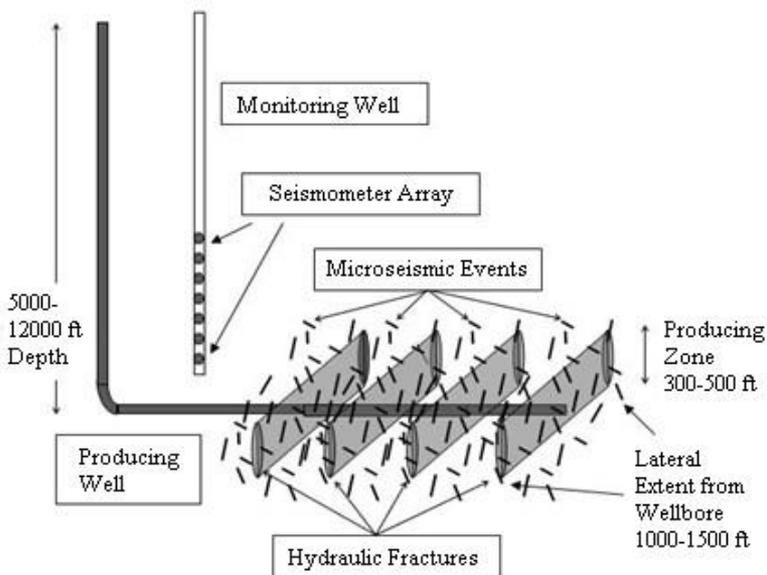
Les tubages, les cimentations et leur contrôle



Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

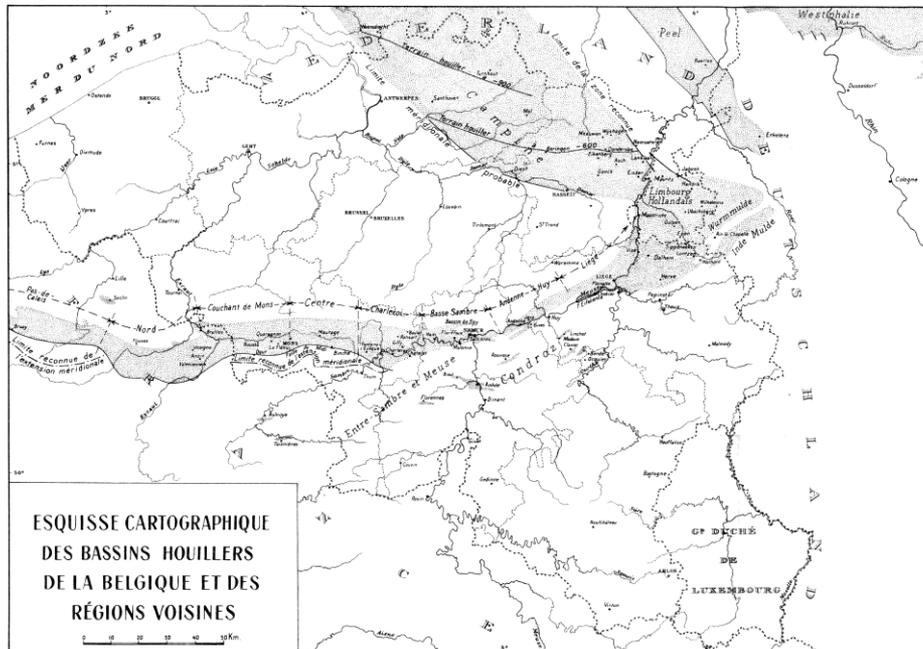
De meilleures pratiques Une série de règles et de moyens de contrôle existent !

Concernant la fracturation hydraulique

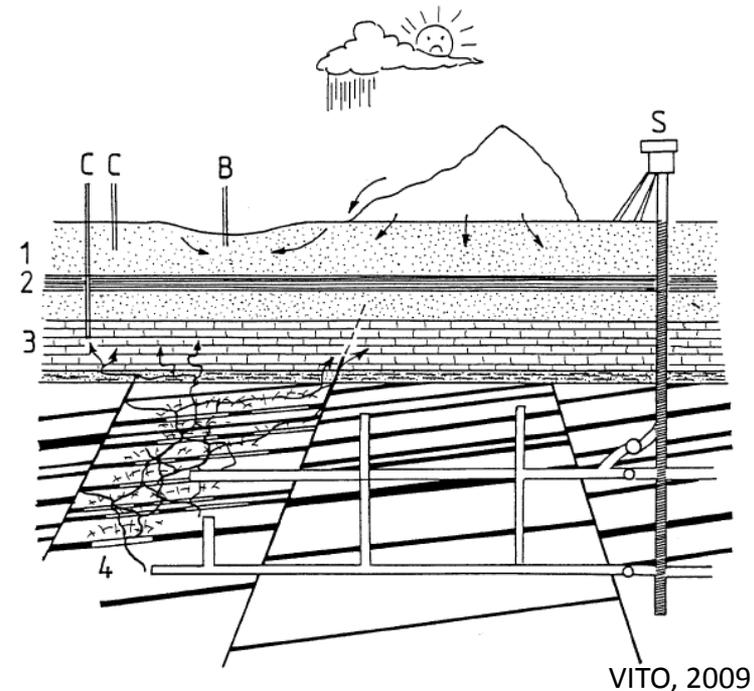


Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon



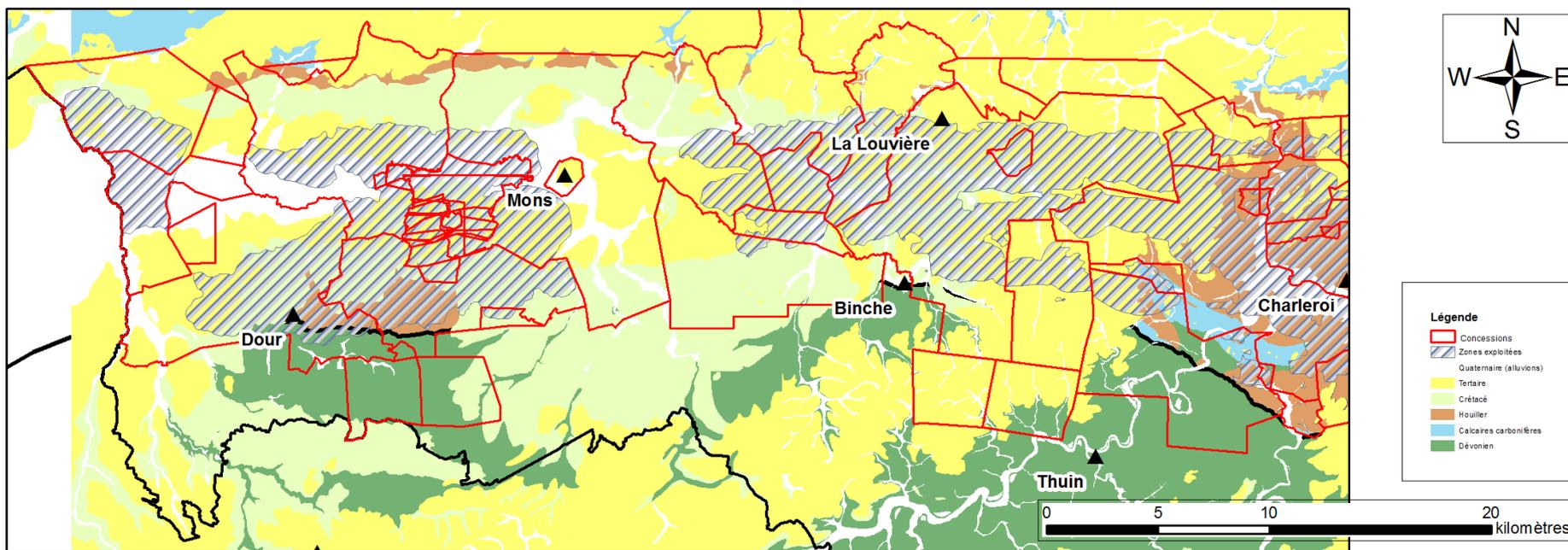
Renier in Fourmarier, 1954



Difficulté de maîtrise des écoulements et transferts dans les zones exploitées

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

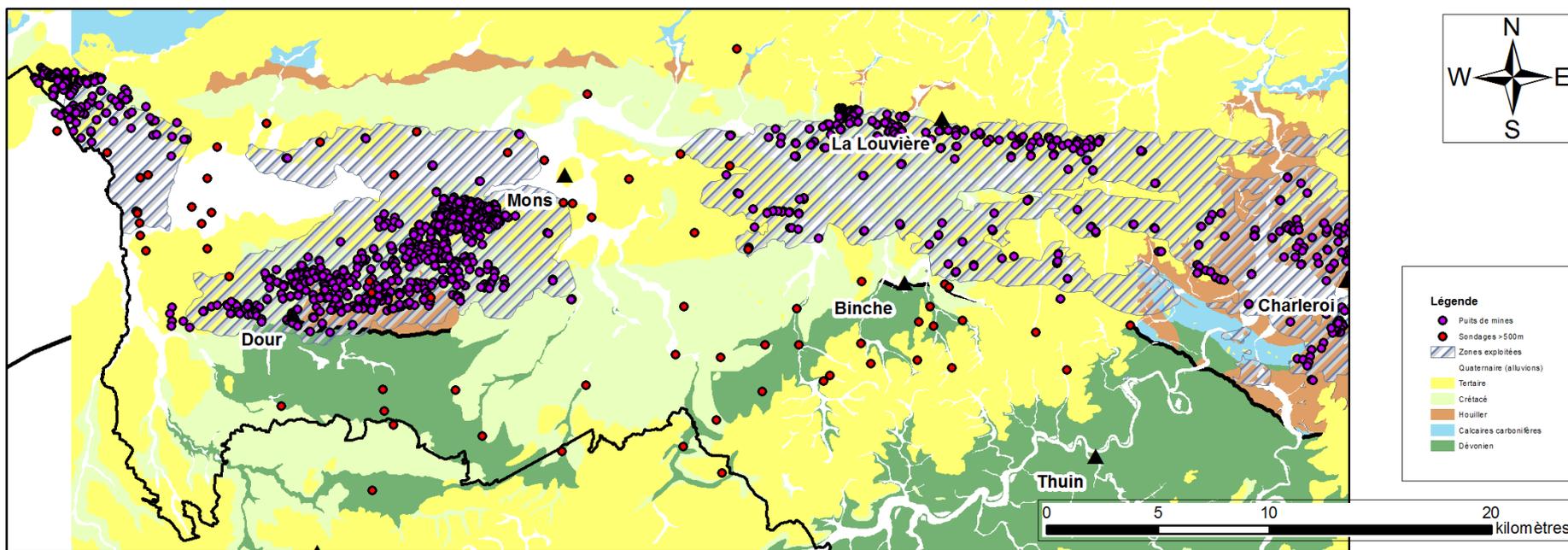
La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon



Concessions et exploitation de la houille dans les districts miniers du Hainaut (Borinage, Centre, Charleroi)

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon

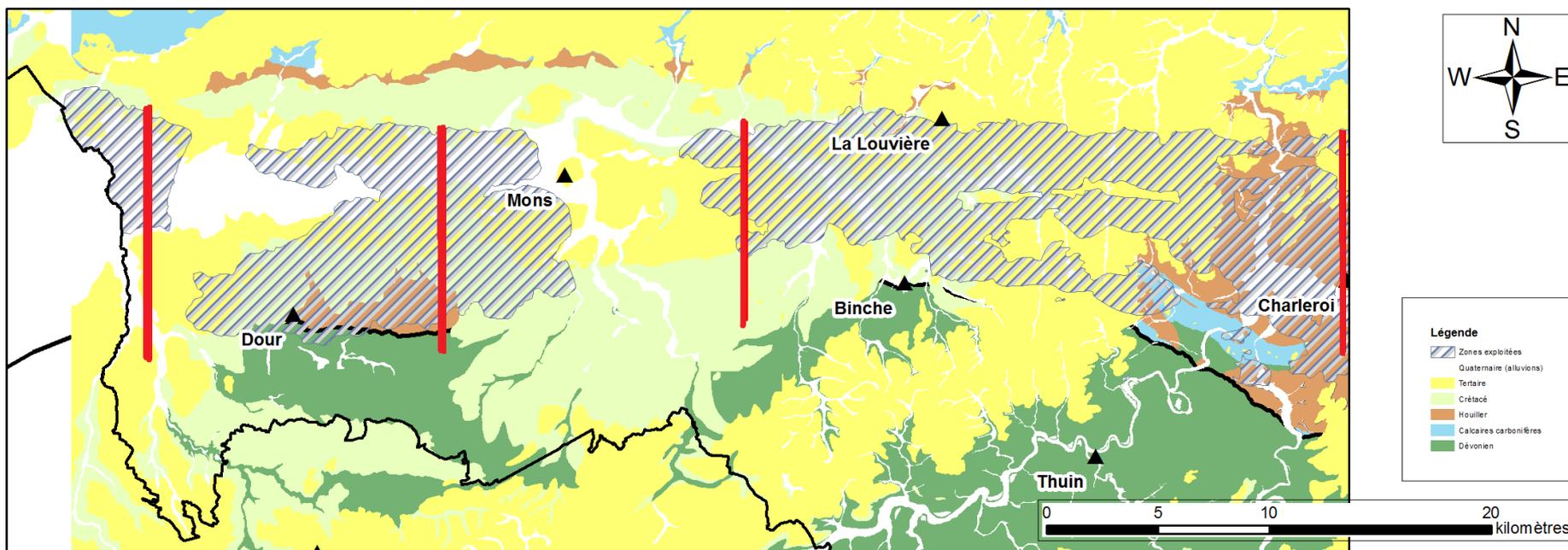


Puits de mine et sondages profonds dans les districts miniers du Hainaut (Borinage, Centre, Charleroi)

Note : plus de 12.000 puits de mine répertoriés en Wallonie

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

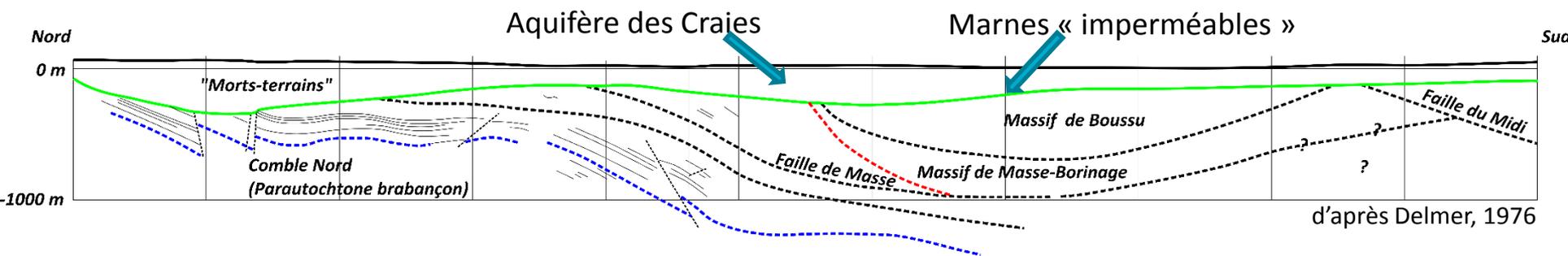
La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon



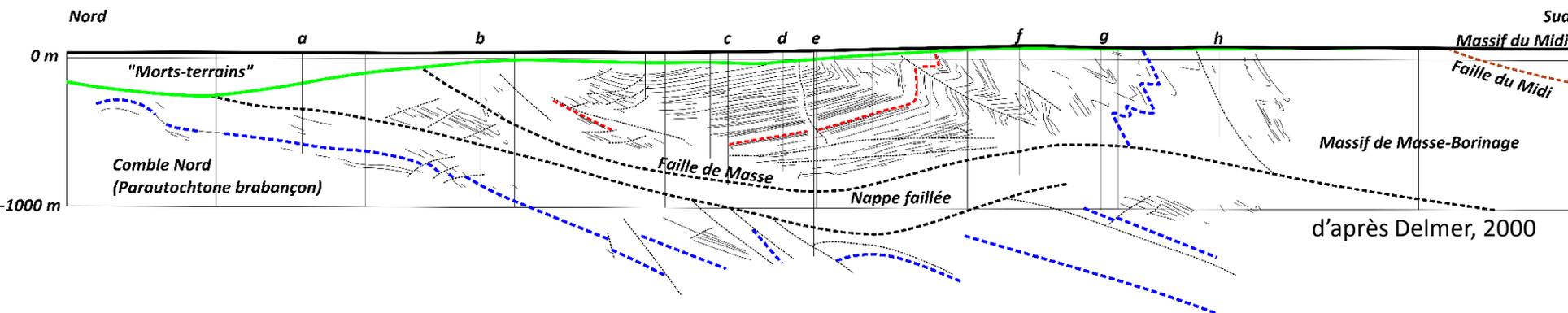
Situation des coupes géologiques schématiques dans les districts miniers du Hainaut (Borinage, Centre, Charleroi)

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon



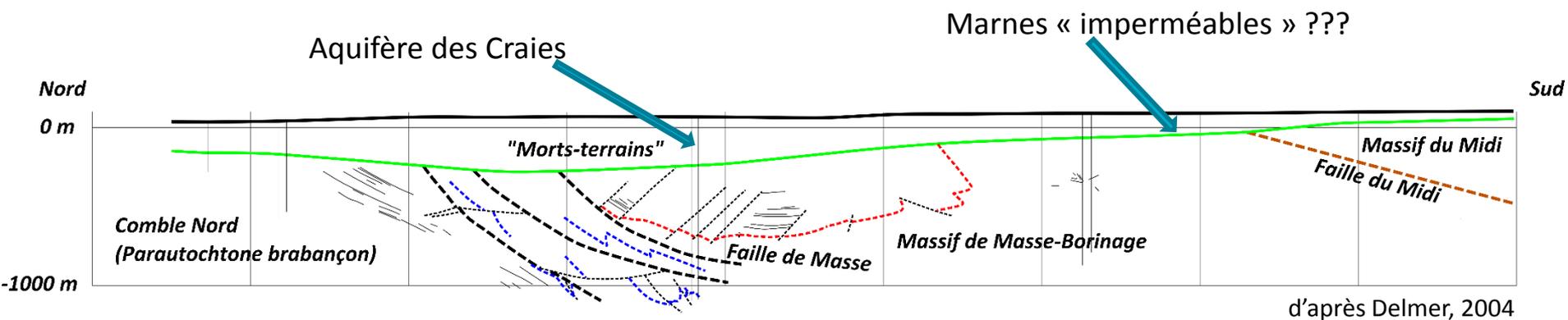
Coupe géologique schématique N-S passant par Hensies, 19 km à l'ouest de Mons



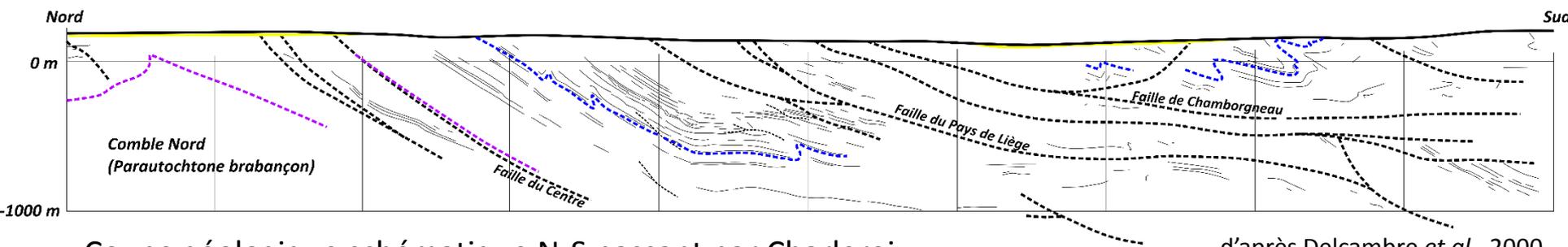
Coupe géologique schématique N-S passant par Quaregnon, 5 km à l'ouest de Mons

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon



Coupe géologique schématique N-S passant par Havré, 5 km à l'est de Mons



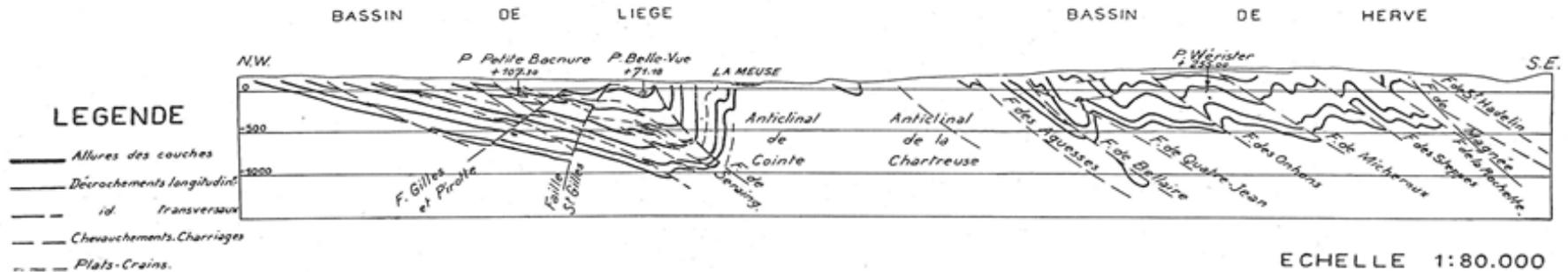
Coupe géologique schématique N-S passant par Charleroi

d'après Delcambre et al., 2000

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon

COUPE AB PAR LA PLUS GRANDE LARGEUR DU BASSIN



— Coupe verticale dans la partie orientale du bassin de Liège, suivant la ligne AB de la figure 2.

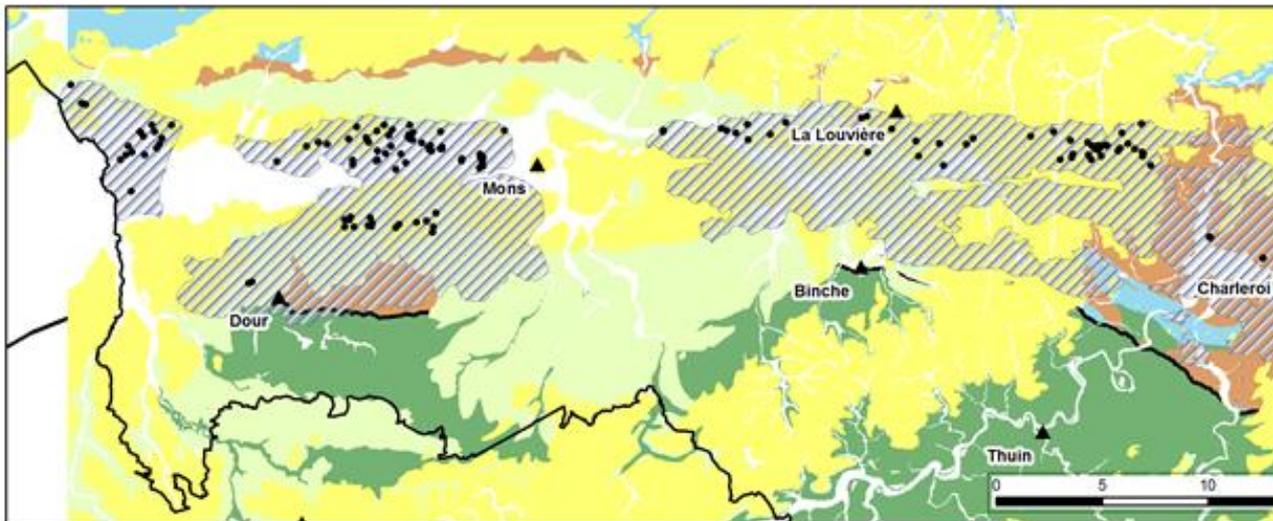
(Cliché Em. Humblet.)

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

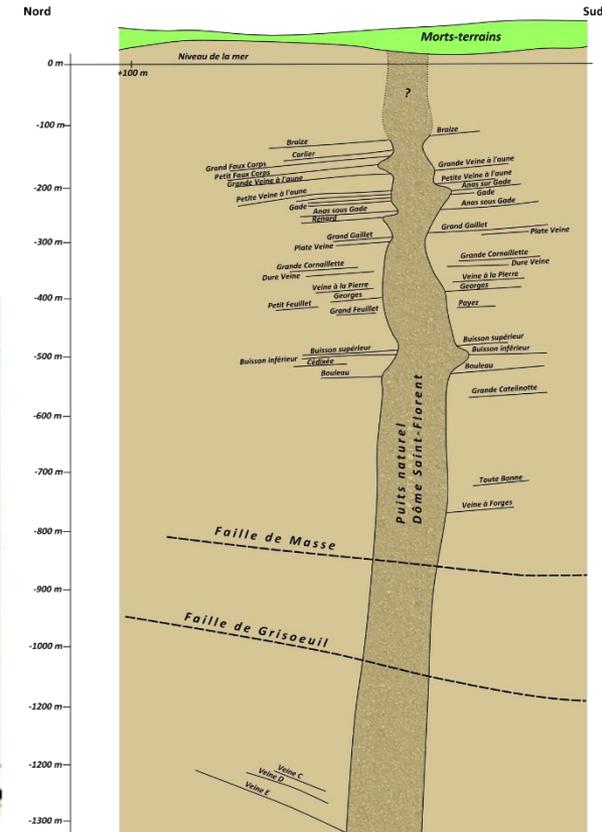
La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon

A examiner :

- Caractéristiques des couches sus-jacentes : épaisseur, continuité, perméabilité ;
- Zones de défauts potentiels : failles ? puits naturels ?
-



Puits naturels découverts dans les districts miniers du Hainaut



Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

La situation des gisements en Belgique (RW) – le gaz de charbon

Les exploitations sont soumises à autorisation

- 4 juillet 2002 - Arrêté du Gouvernement wallon arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences et des installations et activités classées

Annexe I. — Liste des projets soumis à étude d'incidences et des installations et activités classées

11.10.01 Installations pour l'extraction de pétrole, **de gaz naturel** ou de schiste bitumineux de leur site naturel d'origine, lorsque les quantités extraites quotidiennement dépassent 500 t de pétrole ou de schiste bitumineux ou 500.000 m³ de gaz

- Il est vraisemblable qu'un permis unique devra être demandé pour couvrir les diverses activités liées à la recherche et à l'exploitation du gaz de charbon.
Ceci devrait couvrir, autre autres, les domaines de l'eau, qu'il s'agisse de la protection des eaux souterraines ou des eaux de surface (gestion des rejets).

Quels risques de pollution pour les nappes phréatiques ?

Conclusions

- Les cas de pollution sont avérés mais les leçons du passé doivent servir le futur
- De meilleures pratiques existent et doivent être appliquées (tubages et cimentation, analyse des risques,...)
- Des conditions de gisement *a priori* favorables existent en Belgique
- La législation peut/doit permettre d'éviter les pollutions connues ailleurs