



# Présentation du rapport BRGM/INERIS

## Synthèse sur les gaz de houille : exploitation, risques et impacts environnementaux

H. Fabriol, P. Défossez  
Direction Risques et Prévention

S3PI Douai, 15/04/2015

# Sommaire

## > Origine de la demande

## > Principales méthodes de production

## > Analyse des risques et impacts

- Principes
- Risques accidentels
- Risques environnementaux
- Nuisances

## > Conclusions

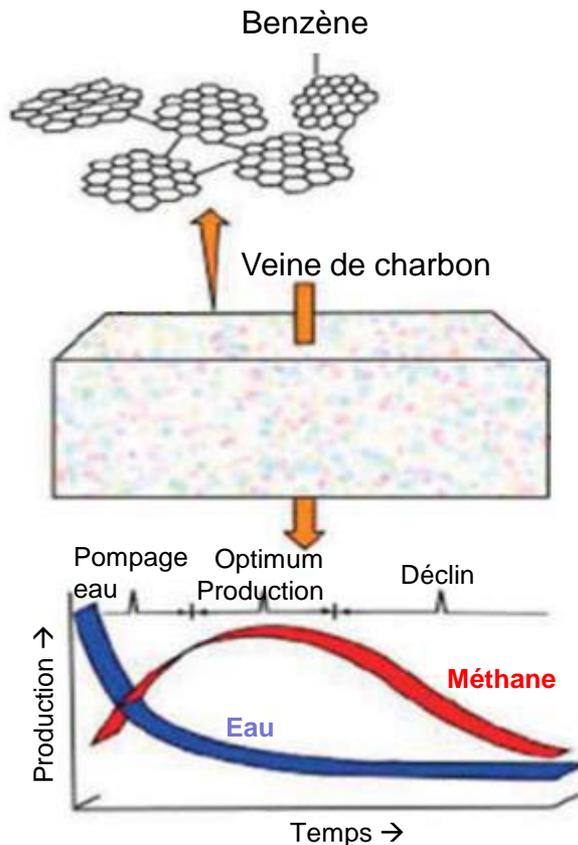
- Lacunes et verrous



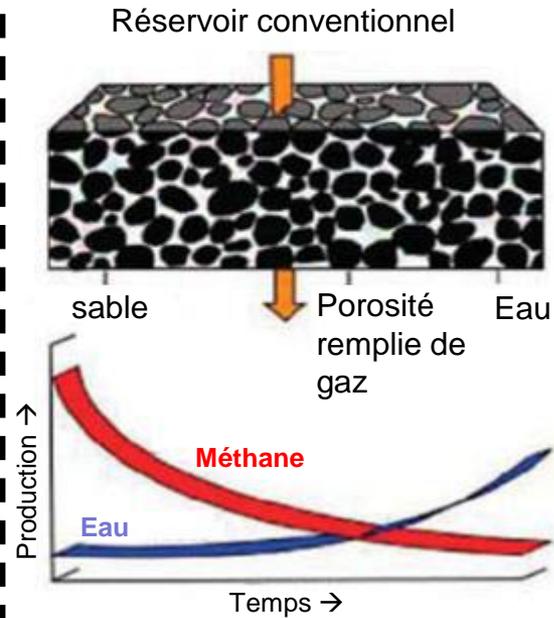
# Méthodes de production

Pourquoi l'exploitation du gaz de houille est-elle considérée comme "non-conventionnelle" ?

## Réservoir non-conventionnel



## Réservoir conventionnel



# Méthodes de production

## > 2 voies de récupération de gaz de charbon possibles :

- Passive : dans les vides laissés par l'exploitation minière et en utilisant les ouvrages miniers (cf. Gazonor à Avion)
- Assistée : dans les veines de charbon non exploitées et par l'utilisation de techniques pétrolières (type forage)

# Méthodes de production

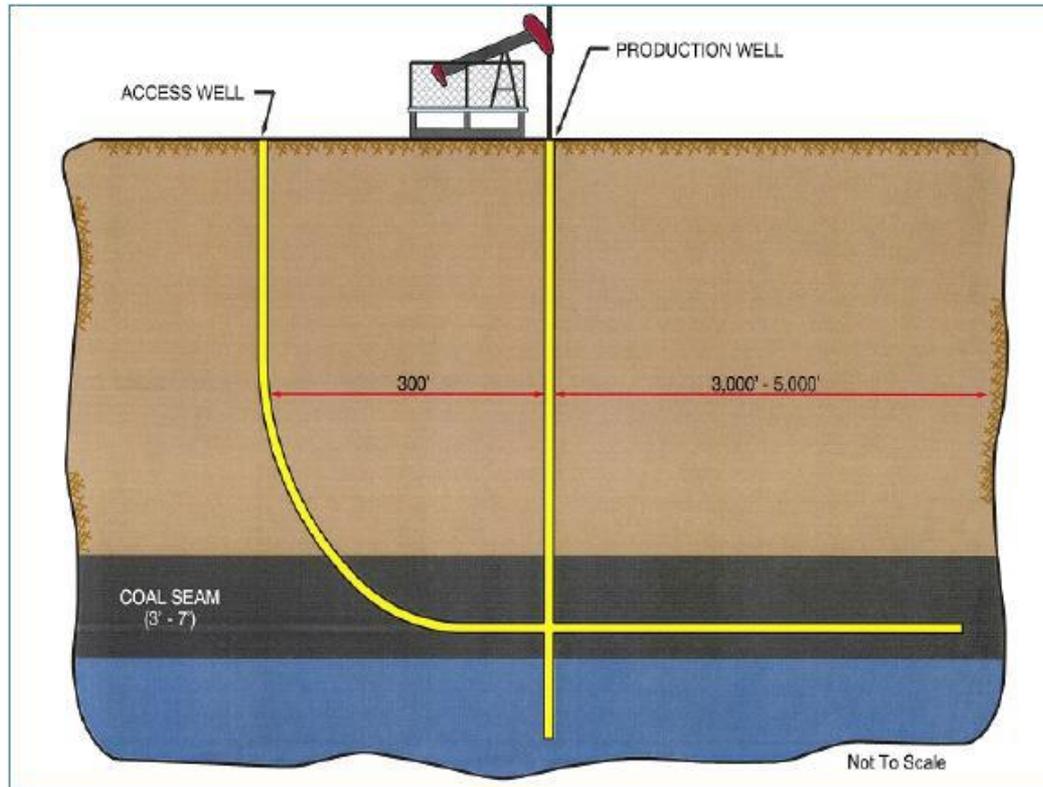
- Récupération assistée :  
extraction de l'eau des veines de  
charbon et récupération du gaz piégé  
dans la roche au moyen de forages



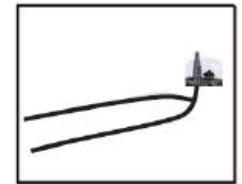
Crédit image : Wikipedia

# Méthodes de production

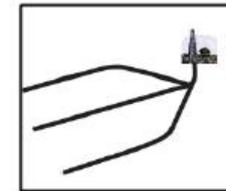
- Récupération assistée : type de forage = forage dirigé



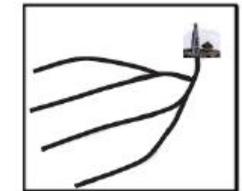
Singlelateral



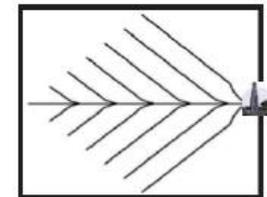
Duallateral



Trilateral



Quadlateral



Pinnate

Maricic et al, 2005

# Méthodes de production

- Récupération assistée : stimulation vs. fracturation

**But : Maintien de l'ouverture du réseau pour optimiser la libération du gaz (« désorption »)**

2 techniques différentes pour 2 roches différentes :

- Charbon (gaz de houille) : naturellement très fracturé → la stimulation seule suffit
- Argilites (gaz de schistes) : naturellement très compactes → besoin de fracturer

Différence importante :

- La stimulation fait rejouer les discontinuités géologiques sans avoir besoin d'en créer de nouvelles (c'est le même principe qu'en géothermie)
- La fracturation crée de nouvelles discontinuités.

# Méthodes de production

- Récupération assistée : comment stimuler ?

Les méthodes les plus communes :

- eau SANS agent de soutènement (contrairement à la fracturation hydraulique)
- mousses émulsifiantes (à base de  $N_2$  ou de  $CO_2$ )
- gaz ( $N_2$  ou  $CO_2$ ) si la perméabilité est élevée (US, San Juan)

→ Remarque : On stocke 5 fois plus de  $CO_2$  que de  $CH_4$  dans le charbon.  
Des recherches sont donc en cours pour coupler la récupération assistée de gaz et le stockage de  $CO_2$  : **ECBM – CCS**

# Analyse des risques et des impacts

- > Distinction avec/sans fracturation hydraulique
- > Prise en compte des 3 phases:  
exploration, exploitation et post-exploitation
- > Codage par forme et par échelle de couleurs



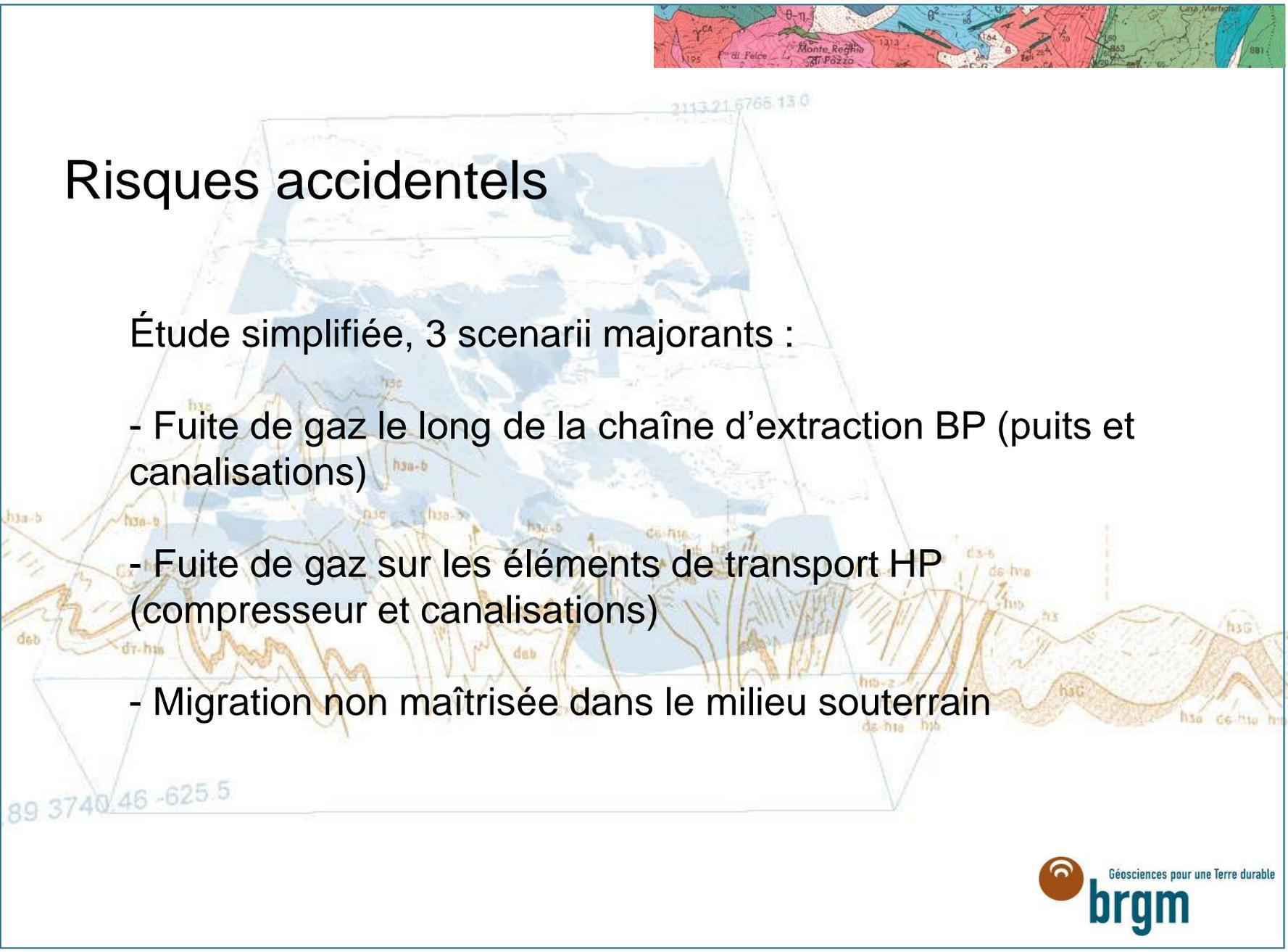
**Criticité limitée : risques, impacts ou nuisances a priori limités à très limités.**



**Point d'attention : besoin de mise en oeuvre ou de développement de techniques de prévention /  
besoin de développement de connaissances / besoin d'acquisition de données non disponibles.**



**Point sensible : besoin de mise en oeuvre ou de développement de techniques de prévention /  
besoin de développement de connaissances / besoin d'acquisition de données non disponibles.**



# Risques accidentels

Étude simplifiée, 3 scenarii majorants :

- Fuite de gaz le long de la chaîne d'extraction BP (puits et canalisations)
- Fuite de gaz sur les éléments de transport HP (compresseur et canalisations)
- Migration non maîtrisée dans le milieu souterrain

# Risques accidentels : Puits et canalisations BP

## Pression dans l'ouvrage peu élevée : 10 bar maximum

- Risque de fuite faible et sans gravité
- Probabilité d'un accident faible (sauf malfaçon, erreur de manipulation, vandalisme)

## Pas de retour d'expérience dans la littérature

## Méthodes de prévention

- renforcement des conduites ;
- inspection régulières ;
- cadrage des opérations d'exploitation ou de maintenance ;
- utilisation de capteurs ;
- mise en place d'un zonage ATEX ;
- dispositifs spécifiques concernant la sécurité des opérateurs.

Avec ou sans fracturation hydraulique		
	Foration, exhaure, exploitation	Long Terme
Fuites sur têtes de puits/ canalisations	 (sur plateformes)  (au-delà)	

# Risques accidentels : Migration au travers des terrains (vers un espace confiné)

## Retour d'expérience : quelques cas dans la littérature

- USA, Canada
- Pas d'états zéro avant l'exploitation : difficile de faire la part entre causes naturelles et liées à l'exploitation
- Toutefois, amplification d'un phénomène naturel parfois avéré suite à l'exploitation de CBM (Holland, 1999)

## Causes

- Défauts d'étanchéité des forages d'exploitation
- Perturbation du milieu souterrain (suite au rabattement de nappe et à la stimulation)
- Migration le long d'anciens ouvrages, antérieurs à l'exploitation du CBM
- Dégazage des bassins de lagunage

## Méthodes de prévention

- Analyse géologique / hydrogéologique (failles, nature du caprock)
- Respect des bonnes pratiques de foration
- Réseau de surveillance
- Détecter les espaces confinés en surface et les contrôler

	Sans fracturation hydraulique (avec ou sans stimulation)		Avec fracturation hydraulique	
	Foration, exhaure, exploitation	Long Terme	Foration, exhaure, exploitation	Long Terme
Profondeur modérée				
Profondeur importante				



# Impacts environnementaux liés à l'exploitation des gaz de houille

- Impacts sur la ressource en eau
- Impacts sur la qualité de l'air
- Impacts sur les sols
- Impacts sanitaires
- Impacts sur les écosystèmes
- Emissions de gaz à effet de serre

# Impacts sur la qualité des eaux souterraines

## > Retour d'expérience et description de l'impact

- Diverses situations de migrations de fluides dans le milieu géologique recensées aux Etats-Unis, notamment en cas de veines exploitées proches de la surface. Contamination par du méthane, de la saumure, des métaux.
- Difficultés à statuer sur l'origine naturelle ou anthropique des contaminations (idem GHRM) (puits, failles, zones perméables, déversements en surface)

## > Méthode de prévention et de limitation des effets

- Analyse détaillée des contextes géologiques et hydrogéologiques du recouvrement des couches de charbon (présence de failles, de couches imperméables...).
- Respect des bonnes pratiques pour la complétion et la fermeture des puits
- Surveillance et lignes de base

	Sans fracturation hydraulique (avec ou sans stimulation)		Avec fracturation hydraulique	
	Foration, exhaure, exploitation	Long Terme	Foration, exhaure, exploitation	Long Terme
Qualité des eaux souterraines				

# Impacts sanitaires

## > Retour d'expérience et description de l'impact

- Pas d'impacts sanitaires avérés directement en lien avec l'exploitation des gaz de houilles.
- Remarque: la mise en contact de ressources en eaux potables avec des gisements houillers pourrait être à l'origine de dysfonctionnements de la thyroïde (à l'origine de Goitres), de dysfonctionnements rénaux (néphropathie endémique des Balkans).
- Emissions de H<sub>2</sub>S
- Moustiques (bassins de rétention)

## > Méthode de prévention et de limitation des effets

- Impact sanitaire: éviter toute contamination des aquifères

	Sans fracturation hydraulique (avec ou sans stimulation)			Avec fracturation hydraulique	
	Préparation	Exploitation	Long Terme	Foration, exhaure, exploitation	Long Terme
Impacts sanitaires					

# Rejets de gaz à effets de serre

## > Retour d'expérience et description de l'impact

- Diverses sources d'émissions depuis l'exploration jusqu'à l'utilisation finale du gaz (engins, pompage, fuite, événement, torchage).
- Quantification : peu de données. Les émissions directes dans l'atmosphère lors de la complétion et la production sont sujettes à controverses
- Emissions sur l'ensemble du cycle de vie: d'après Hardisty et al. (2012) : 0,54 t CO<sub>2</sub>-eq/MWh à comparer à la valeur médiane pour le gaz naturel (0,47 t CO<sub>2</sub>-eq/MWh)
- Emissions très dépendantes des modalités de production et des mesures de maîtrise des émissions.

## > Méthode de prévention et de limitation des effets

- Le respect des bonnes pratiques permet de réduire significativement les émissions

		Avec ou sans fracturation hydraulique	
		Foration, exhaure, exploitation	Long Terme
Impacts sur les écosystèmes			



# Nuisances liées à l'exploitation des gaz de houille

- Trafic
- Bruit
- Usage du sol
- Sismicité induite
- Feux souterrains
- Subsidence

# Conclusion

Résumé étendu avec cartographie des risques limitée au cas « sans fracturation hydraulique »



**Criticité limitée : risques, impacts ou nuisances a priori limités à très limités.**



**Point d'attention : besoin de mise en oeuvre ou de développement de techniques de prévention /  
besoin de développement de connaissances / besoin d'acquisition de données non disponibles.**



**Point sensible : besoin de mise en oeuvre ou de développement de techniques de prévention /  
besoin de développement de connaissances / besoin d'acquisition de données non disponibles.**

		Sans fracturation hydraulique (avec ou sans stimulation)			Exemples de méthodes de prévention et/ou de limitation des effets	
		Préparation	Exploitation	Long Terme		
Risques accidentels	Fuites sur réseau basse à moyenne pression		 (plateforme)	 (au-delà)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcement des canalisations,</li> <li>Mesures organisationnelles (inspection, maintenance)</li> <li>Réseau de capteurs de détection de fuites...</li> <li>Mesures de protection des opérateurs sur plateformes</li> </ul>
	Fuites sur compresseurs et canalisations haute pression		S.O.		S.O.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Similaires aux précédentes,</li> <li>Implantation des structures haute pression suffisamment éloignées des enjeux environnants</li> </ul>
	Migration non maîtrisée de gaz vers la surface	Profondeur modérée				<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse détaillée des contextes tectonique, géologique et hydrogéologique du secteur</li> <li>Bonnes pratiques pour la complétion des puits, y compris en phase de fermeture</li> <li>Exploitation d'un réseau de surveillance adapté à la sensibilité du milieu</li> </ul>
		Profondeur importante				
Impacts environnementaux	Impacts sur le niveau des nappes superficielles					<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse détaillée du contexte hydrogéologiques (dont connectivité entre aquifères,</li> <li>Exploitation d'un réseau de surveillance</li> </ul>
	Impact sur la qualité des eaux souterraines					<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse détaillée du contexte,</li> <li>Bonne pratiques de complétion des puits,</li> <li>Limitation risque déversement produits en surface...</li> </ul>
	Impact du rejet des effluents sur la qualité des eaux de surface					<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimiser l'implantation des traitements et rejets,</li> <li>Choisir la méthode de traitement la plus adaptée,</li> <li>Surveillance de la qualité des milieux...</li> </ul>
	Impact sur la qualité de l'air					<ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter le recours au « torchage » et « évènement »,</li> <li>Privilégier les forages horizontaux sur la même plateforme,</li> <li>Limiter les moteurs et poussières,</li> <li>Surveillance du milieu...</li> </ul>
	Impact sur la qualité des sols					<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitation risque déversement produits en surface,</li> <li>Limiter la surface de décapage (plateformes, réseaux)</li> <li>Surveillance ...</li> </ul>
	Impacts sanitaires					<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche sur mécanismes et substances concernés,</li> <li>Analyse et surveillance qualité des eaux de production</li> <li>Bonnes pratiques de complétion des puits</li> </ul>
	Impacts sur les écosystèmes					<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimiser l'implantation des plateformes par rapports aux espaces ou espèces protégés,</li> <li>Analyse et surveillance du biotope...</li> </ul>
	Rejet gaz à effet de serre					<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer des jeux de données fiables sur la filière,</li> <li>Identifier bonnes pratiques de réduction des émissions</li> </ul>

		Sans fracturation hydraulique (avec ou sans stimulation)			Exemples de méthodes de prévention et/ou de limitation des effets
		Préparation	Exploitation	Long Terme	
Nuisances	Trafic				<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimiser l'implantation des plateformes et la mutualisation des infrastructures,</li> <li>Privilégier le transport d'eau par canalisations</li> </ul>
	Bruit				<ul style="list-style-type: none"> <li>Planter les plateformes loin de zones sensibles,</li> <li>Utiliser des limiteurs de bruits en cas de besoin (silencieux, écrans pare-bruit...)</li> </ul>
	Usage du sol				<ul style="list-style-type: none"> <li>Privilégier plusieurs forages horizontaux sur la même plateforme,</li> <li>Intégrer les contraintes spécifiques (zones protégées...)</li> <li>Optimiser la mutualisation des infrastructures...</li> </ul>
	Sismicité induite				<ul style="list-style-type: none"> <li>Ecarter la présence de failles majeures à proximité,</li> <li>Surveillance microsismique de l'exploitation si besoin...</li> </ul>
	Combustions souterraines				<ul style="list-style-type: none"> <li>Eviter les exploitations très peu profondes,</li> <li>Maîtriser les entrées d'air en milieu souterrain...</li> </ul>
	Subsidence				<ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter le risque de rabattement important des aquifères de subsurface,</li> <li>Surveillance topographique de la zone concernée...</li> </ul>

# Conclusion

- > **Nombreuses lacunes de connaissance**  
dues à l'absence d'expériences industrielles abouties, du moins en France...
  
- > **Nombreux verrous à lever**
  - Acteurs de la recherche peu nombreux et peu ou pas financés
  - Expériences en laboratoires difficiles à mettre en œuvre et demandant un équipement spécifique (gaz explosif)
  - Inventaire des ressources à mettre à jour