



**La transition énergétique en Allemagne
Gaz de schiste: Technologies, opportunités et risques**

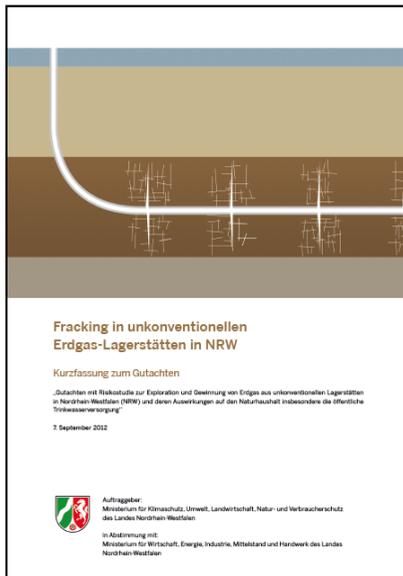
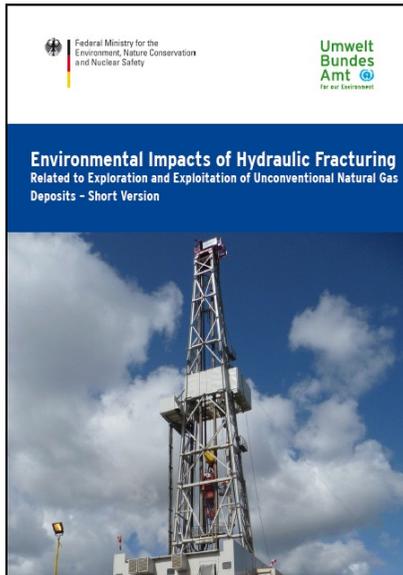
Information pour les délégués d'Assemblée des Représentants du Peuple - ARP

**Dr. H. Georg Meiners, Hydrogéologue, Aachen / Aix la Chapelle, mail@georgmeiners.eu
Heinrich Böll Stiftung, Berlin, 20. Juillet 2017**



- **Dr. H. Georges Meiners, Hydrogeologe**
- **1979 - 2016** : Fondateur, propriétaire et directeur d'un bureau d'étude (ahu AG)
- **Depuis l'Avril 2016** conseil de surveillance ahu AG, Conseiller pour l'eau et le sol
- **2012**: Expertises à Fracking par ordre du service fédéral d'environnement et du Land Rhénanie-du-Nord-Westphalie (ahu)
- **2013 et 2014** : Formation continue et étude à EES/Fracking en Tunisie par ordre de GIZ (ahu)

Etudes de l'Agence de l'environnement fédérale (UBA) et du Land Rhénanie-Du-Nord-Westphalie



Taches

- Description des gisements de gaz non conventionnelles et des systèmes géologiques et hydrogéologiques
- Identification et évaluation des produits chimiques
- Analyse d'impact et de risques
- Analyse des réglementations légales et de l'organisation de l'administration
- Recommandations stratégiques

Mes travaux en Tunisie par ordre de GLZ

Formation d'un groupe de cadres de l'ANPE en matière d'évaluation environnementale des activités d'exploration et d'exploitation des gisements de gaz de schiste
ahu AG, Juin et Septembre 2013.

Spécifications et modalités en vue de l'élaboration des documents nécessaires à l'étude **d'Evaluation Environnementale Stratégique (EES)** pour la planification de la prospection et de l'exploitation des hydrocarbures de gisements non conventionnels en Tunisie.
ahu AG / PWC Octobre 2014

FORMATION CONTINUÉ ANPE, Tunis, Juin 2013



FORMATION CONTINUÉ ANPE, Tunis, SEPT. 2013



Structure de ma présentation

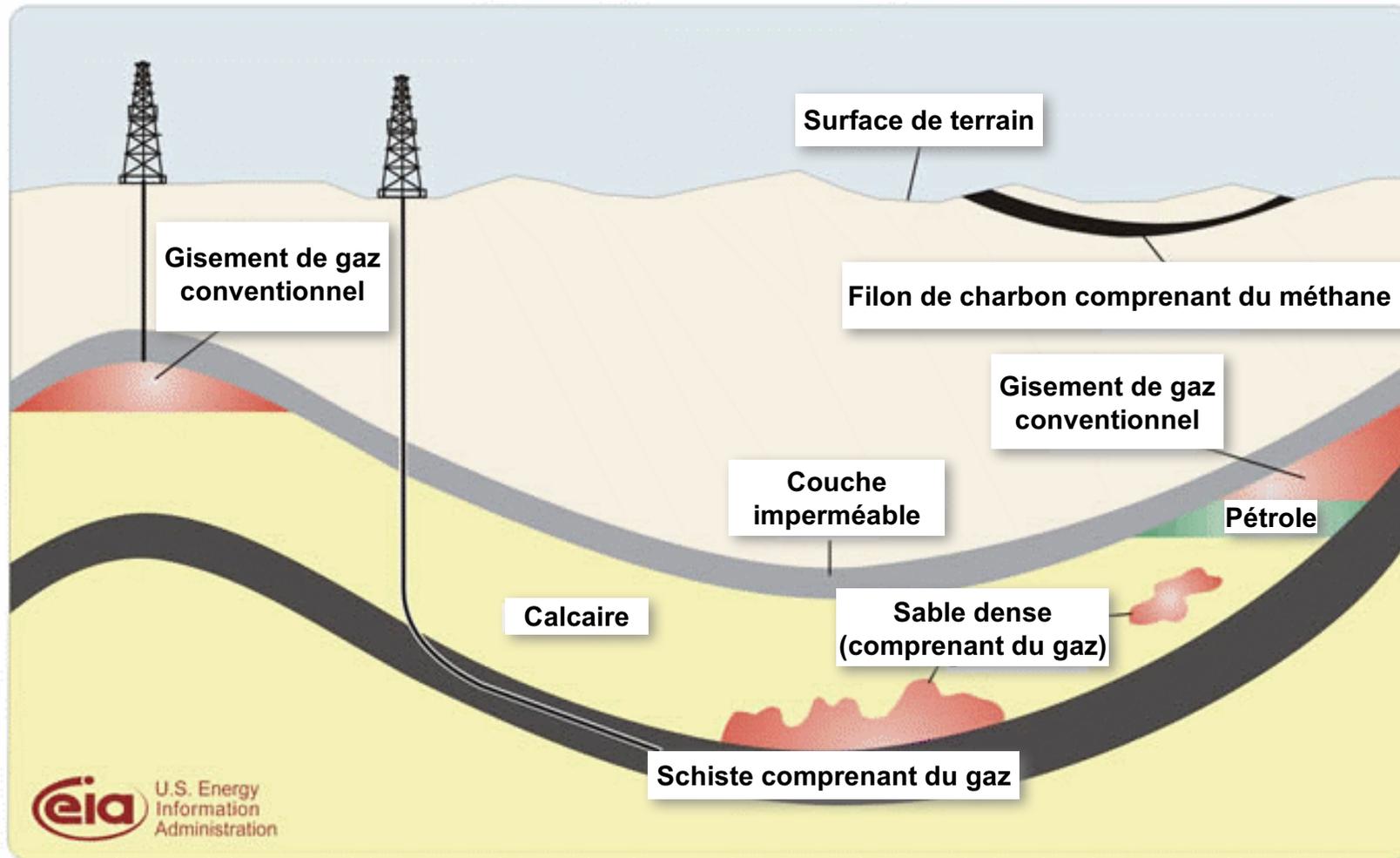
1. Particularités de la production tu gaz de schiste
2. Résultats de nos études à Fracking
3. Certains aspects plus en détail
4. Remarques finales et recommandations

1.

**Particularités
de la production du gaz de schiste**

Types de gisements: conventionnel – non-conventionnel

Gisement de gaz naturel - Schéma géologique

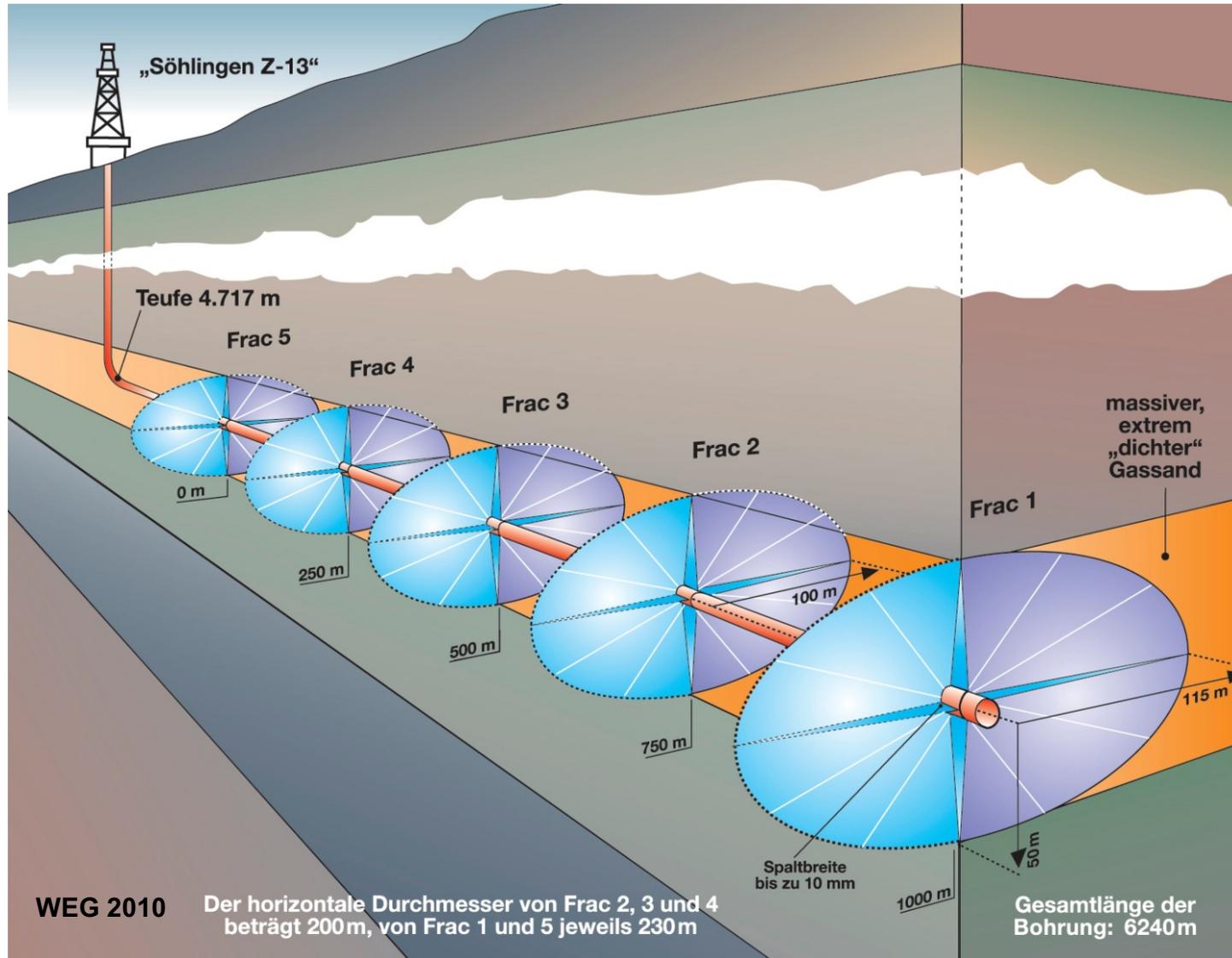


Source: <http://www.eike-klima-energie.eu>

Fracturation hydraulique

- Technique destinée à fissurer la roche par le moyen de l'injection d'un fluide sous très haute pression pour extraire du gaz.
- Utilisée depuis plus de 100 ans aux USA (2 Mill.) et depuis 50 ans en Allemagne (plus de 300 „Frack“s (=chantier de fracturation) depuis 1960
- „Fracking-Boom“ depuis l'application des forages horizontaux à partir de 1995.
- Le processus de fracturation (pression, durée) et la quantité et composition des fluides de fracturation utilisés dépendent du type de gisement et des conditions concrètes des lieux („chaque Frack est différent“)

Fracturation – Le principe de base



Chantier de forage



Source: ExxonMobil

Particularités de la production du gaz de schiste

- Réseau dense de forages de production avec plusieurs centaines de forages dans un champ
- Des sites de forage plus grands que pour un forage conventionnel (site de forage Cluster)
- Des forages horizontaux de grandes distances (jusqu'à 3500 m)
- Fracturation pendant l'exploration et l'exploitation, plusieurs fracturations au début; refracturations pendant l'exploitation
- Utilisation de produits chimiques toxiques
- Grande consommation d'eau lors de la fracturation
- Élimination et traitement des retours (Flowbacks) et des eaux de production
- Grand trafic pour le transport, p.ex.: de l'eau, matériaux pour les forages, des agents de soutènement, des produits chimiques, des eaux usées.

2.

Résultats de nos études à Fracking

Fracking: Les impacts sur l'environnement

- Utilisation de grandes quantités d'eau (2000-4000 m³/frack)
Source: Eau superficielle (fleuves, étangs, lacs), nappes phréatiques, eau de mer, réutilisation flowback et eau de production
- Pollution des couches géologique profonde (frackfluide, eaux usées)
- Utilisation du sol (champ de forage, pipeline, voie d'accès, installations techniques, décharges de déchets etc.)
- Pollution atmosphérique (production d'énergie, camions etc.)
- Nuisances acoustiques
- Pollution lumineuse

Objectif :
Evite ou réduis les
impacts négatives!

Fracking: Bilan de notre analyse des risques

- Risque de dommage d'intégrité (ciment) du forage
- L'entraînement des substances polluants par frack-fluid, reflux (flowback), eau de gisement, ou par injection des reflux (flowback) dans les aquifères pendant le processus de fracking ou en long terme par les couches géologiques avec une perméabilité augmenter.
- L'émission de gaz (Methan)
- Dissémination non-contrôlée des fractures
- Séismicité induite par fracking ou l'injection des reflux

Objectif : Réduction de la probabilité et de la hauteur de dommage possible!

Les recommandations clefs globales

- **Exclusion des zones sensibles**

Les activités de fracturation de surface et souterraines doivent exclure des réserves d'eau et les zones (hydro-)géologiquement sensibles

- **Analyses de risque spécifique aux sites**

pour les forages d'exploration et d'exploitation; Enregistrement et évaluation des eaux de formation; Exploration des gisements et géo-systèmes (niveau piezométrique, perméabilités)

- **Avancement graduel**

Premier pas: Exploration sans fracturation; nombre limité des projets de démonstration à grande échelle

- **Transparence et consultation!**

Etablir des minimas requis, des critères de test, des procédures d'autorisation; impliquer toutes les autorités au niveau fédéral, régional et local

Mesures les plus importantes pour minimiser les risques (1)

- Pré-explorations adaptées au site: Analyse détaillée des sites, géométrie, hydraulique, conditions (constitution des roches de couverture)
- Eviter les zones de tectoniquement critiques et des voies de transfert verticales avec en même temps des gradients hydrauliques importants dirigés vers le haut
- Clarification du rôle des zones sensibles pour le transport souterrain des substances

Mesures les plus importantes pour minimiser les risques (2)

- Application des standards correspondants pour les forages (Well Integrity)
- Distance minimale entre une perforation dans le forage et la surface du sol de 1000 m
- Développement et application d'un concept de monitoring
- Elaboration "d'un cadre réglementaire"

3.

Certains aspects plus dans le détail

**(frackfluid, flowback, eau de gisement, toxicologie,
voies de transfer,)**

Flowback et d'eau de gisement / de la production

- **Flowback:**
Approx. 10 - 20 % (en partie jusqu'à 80%?) des fluides de fracturation reviennent après la fracturation.
- La plus grande partie du fluide de fracturation reste (d'abord) dans les fissures des minéraux de stockage sur place.
- **Eau de gisement / de production:**
Liquide qui apparaît à la surface après le démarrage de la production (après la phase de fracturation)
- Il est difficile de donner des affirmations sur le bilan matériel.

Fracking – Emploi des matériaux (additifs)

Additives	Utilisation
Stabilisateur (Proppant)	Maintien ouvert des fissures dans les roches provoquées par le fracking
Antitartre	Empêchement de la déposition des précipitations difficilement solubles, comme des carbonates et sulfates
Biocide	Empêchement de la croissance des bactéries, prévention des biofilms, prévention de la formation du H ₂ S par les bactéries agissant par réduction du sulfate
Contrôle de fer	Empêchement des précipitations d'oxyde de fer
Gélifiant	Amélioration du transport des stabilisateurs
Stabilisateurs de température	Empêchement de la dissolution précoce du gel à cause de haute température à l'horizon
Disjoncteur	Réduction de la viscosité des fluides gelées de Frack pour le dépôt du stabilisateur
Inhibiteur des corrosions	Protection de corrosion
Dissolvant	Amélioration de la solubilité des additives
Contrôle pH	Calibrage de la valeur pH du fluide de Frack
Agent de couplage	Traitement préalable et nettoyage des éléments du forage perforés du ciment et de la boue
Réducteur de friction	Réduction de la friction entre les différents fluides
Acides	Traitement préalable et nettoyage des éléments perforés du forage du ciment et boue, solutions des minéraux solubles dans les acides
Mousses	Support pour le transport des stabilisateurs
Chasseur H ₂ S	Retrait du H ₂ S toxique pour la protection de corrosion
Agent tensio-actif	Réduction de tension de surface des fluides
Stabilisateur d'argile	Réduction de gonflement et déplacement des minéraux argileux

(nach UBA 2011a, Tyndall Centre 2011, NYSDEC 2011, US DOE 2009)

Additifs de fracturation

Quantités d'eau, gaz, stabilisateurs et additifs par Frack pour les systèmes fluides de gel, d'hybride et slickwater, qui ont été injectés en Allemagne dans les années 1982-2000 ou bien 2000-2011.

(valeurs moyennes et la marge entre parenthèses)

	Gel-Fluid		CO2/N2-Fluide-Hybride		Slickwater
	1982-2000	2000-2011	Natarp 1995	2000-2011	Damme 2008
Eau (m ³ /Frack)	785 (302-2.336)	268 (92-461)	61	303 (37-459)	4.040
Gaz liquide (kg/Frack)	-	-	40.875	48.589 (32.684 – 73.281)	-
Stabilisateur (kg/Frack)	163.907 (47.100-405.000)	98.629 (18.900 – 184.625)	20.850	54.429 (14.583 – 115.714)	196.000
Additifs (kg/Frack)	54.959 (4.343 – 274.764)	7.346 (2.803 – 18.058)	615	7.809 (1.276 – 16.832)	6.624

(Source: UBA-Gutachten)

Classement des 76 substances identifiées

Classe de danger hydrologique: 3 fort, 2 moyen, 1 faible

	WGK3	WGK2	WGK1	nwg
Nombre des substances	1	17	40	6

Classement selon le décret sur les substances dangereuses:

	Particulièrement toxique	cancerogène, mutagène, toxique pour la reproduction	Dangereux pour l'eau (aigu/chronique)
Nombre des substances (1983-2011)	31	12	13
Nombre des substances (2000-2011)	22	10	11

→ Même dans les **nouveaux fluides** on a trouvé des substances avec des caractéristiques préoccupantes.

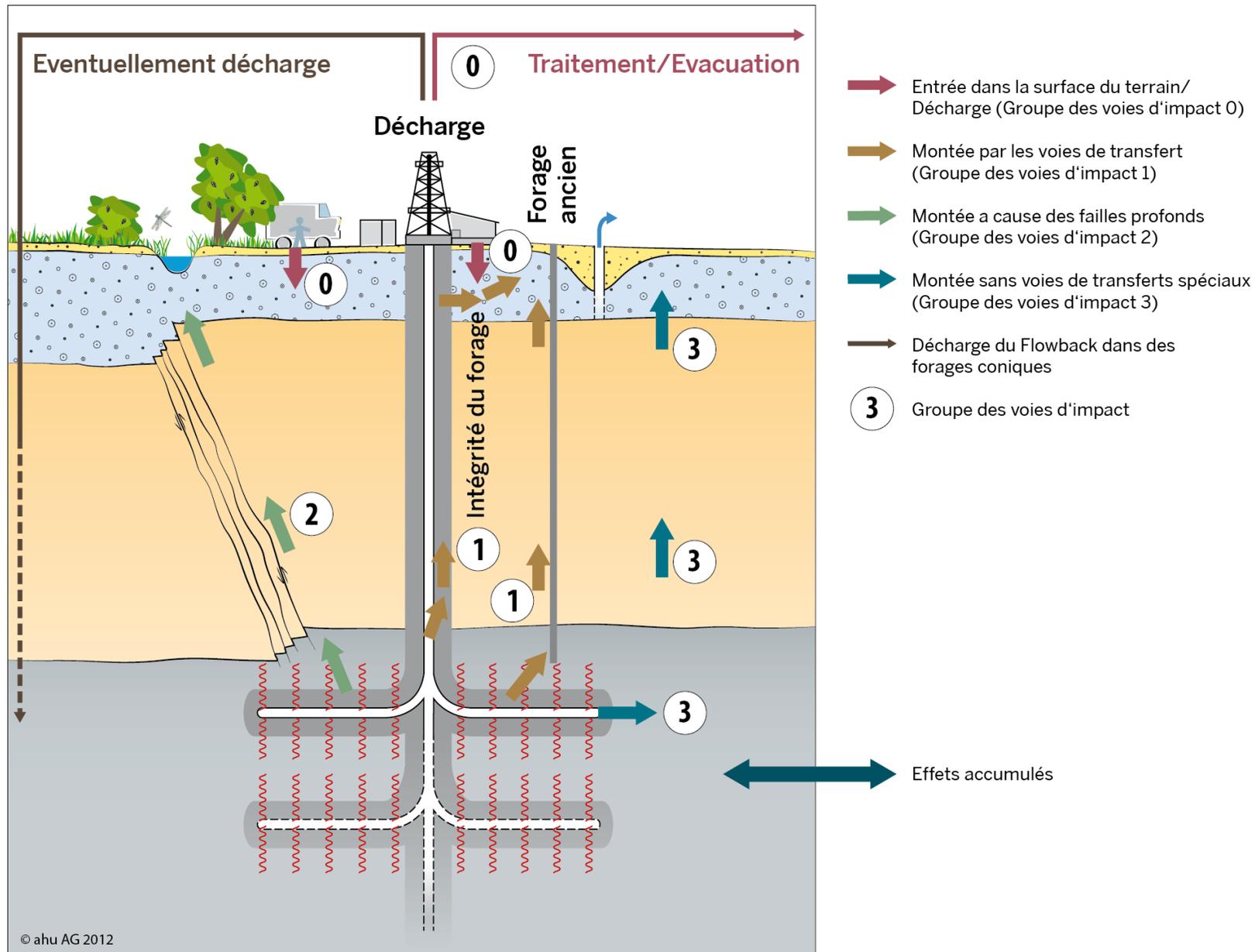
Les eaux de gisement / Eaux de production

L'eau de profondeurs est contenue dans les couches géologique profonde (1000-4000 m).

L'eau de profondeurs peut monter le long des failles géologiques, se mélanger avec les eaux souterraines plus proches de surfaces ou sortir directement à la surface comme source d'eau thermal ou source d'eau minéral.

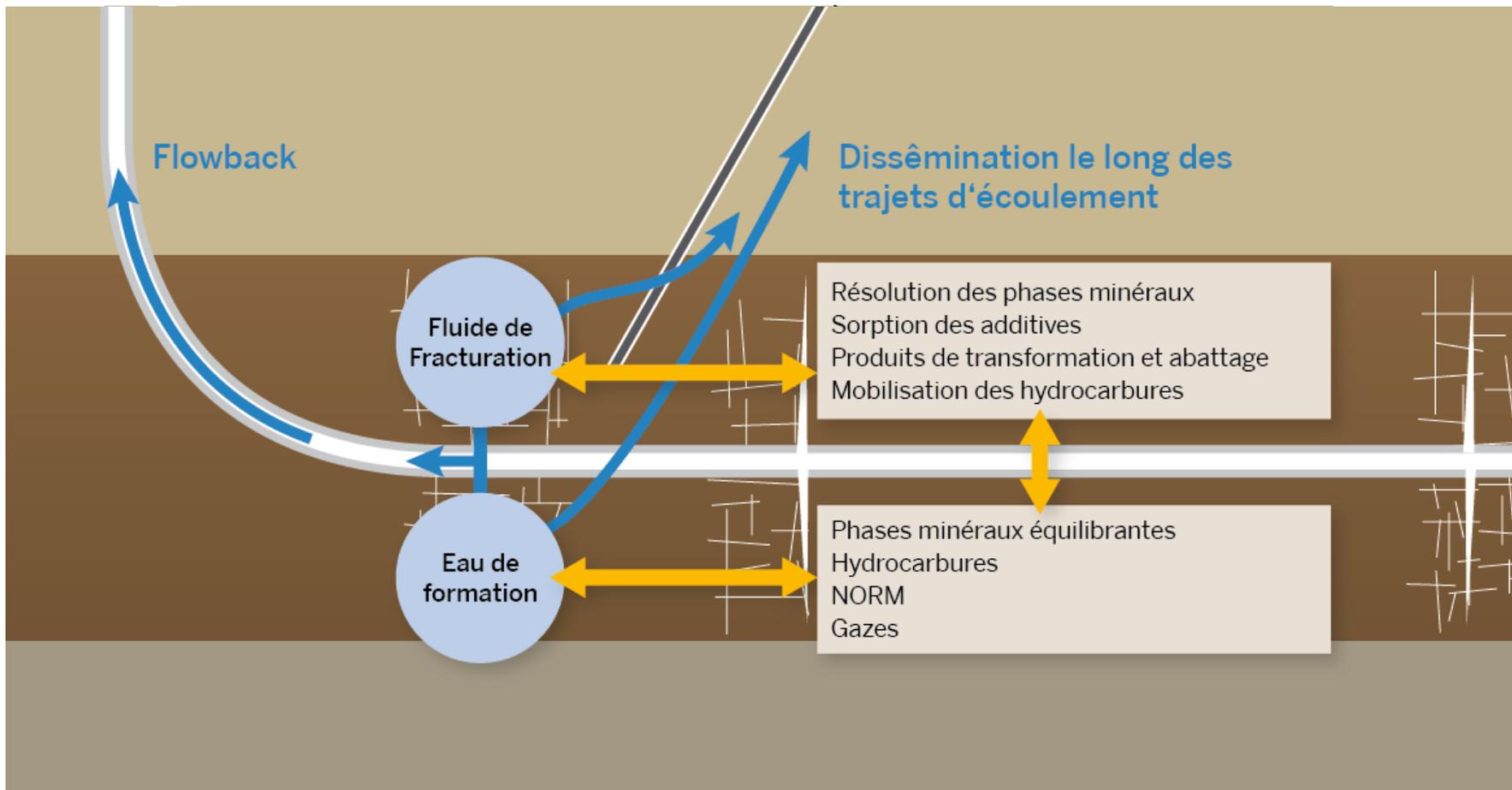
Contenue Chimique: SM, BTX, NORM,

Analyse des risques: Voies d'impact techniques et géologiques



Danger potentiel du Flowback

Le Flowback est cultivé après la fracturation tout au long de la phase de production et doit être déchargé



4.

Remarques finales et recommandations

Les questions clefs

1. Avons-nous besoin du gaz naturel non conventionnel en Allemagne?
2. L'exploitation du gaz naturel des gisements non conventionnels est-elle économiquement et socio-économiquement faisable? (du point de vue économie nationale)
- 3. Le gaz naturel des gisements non conventionnels peut-il être exploité de manière durable (écologique)?**

Nos expériences en Allemagne

- **L'engagement d'hydraulic fracturing doit suivre les normes de sécurité sévères, être réglé clairement et être surveillé vastement.**
- L'élaboration d'une nouvelle loi sur l'exploration et l'exploitation de gaz non conventionnelles en Allemagne se montait environ cinq années (limitée sur une région / un type de gisement (Tightgas) / forages d'essai scientifiques).
- L'industrie de gaz perfectionne ses normes techniques (petite consommation d'eau, Frackfluide non-toxiques, chantier de forage optimisées etc.). Nous attendons les preuves...
- L'acceptation publique pour Fracking est toujours basse. Les discussions au sujet „Fracking“ sont toujours difficiles (« non » versus « oui »).

Mes recommandations pour la Tunisie

- Attendre les conclusions de l'étude EES avant toute décision politique en la matière
- Faire une consultation publique sur l'EES
- Tirer les enseignements des bonnes pratiques et des avancées à l'échelle internationale
- Considérer le secteur des hydrocarbures non conventionnels comme opportunité d'investissement dans laquelle doivent être respectées les bonnes règles et pratiques de développement durable.
(Éviter les prises de position idéologiques ou dogmatiques).