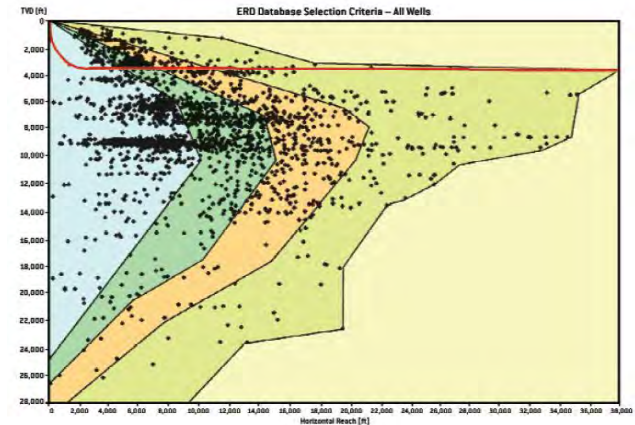
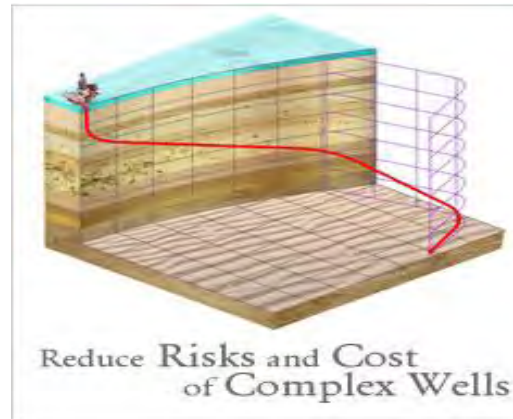
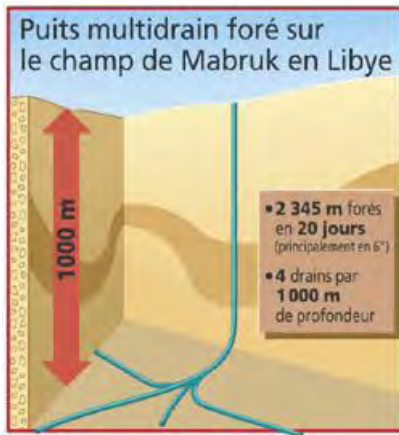
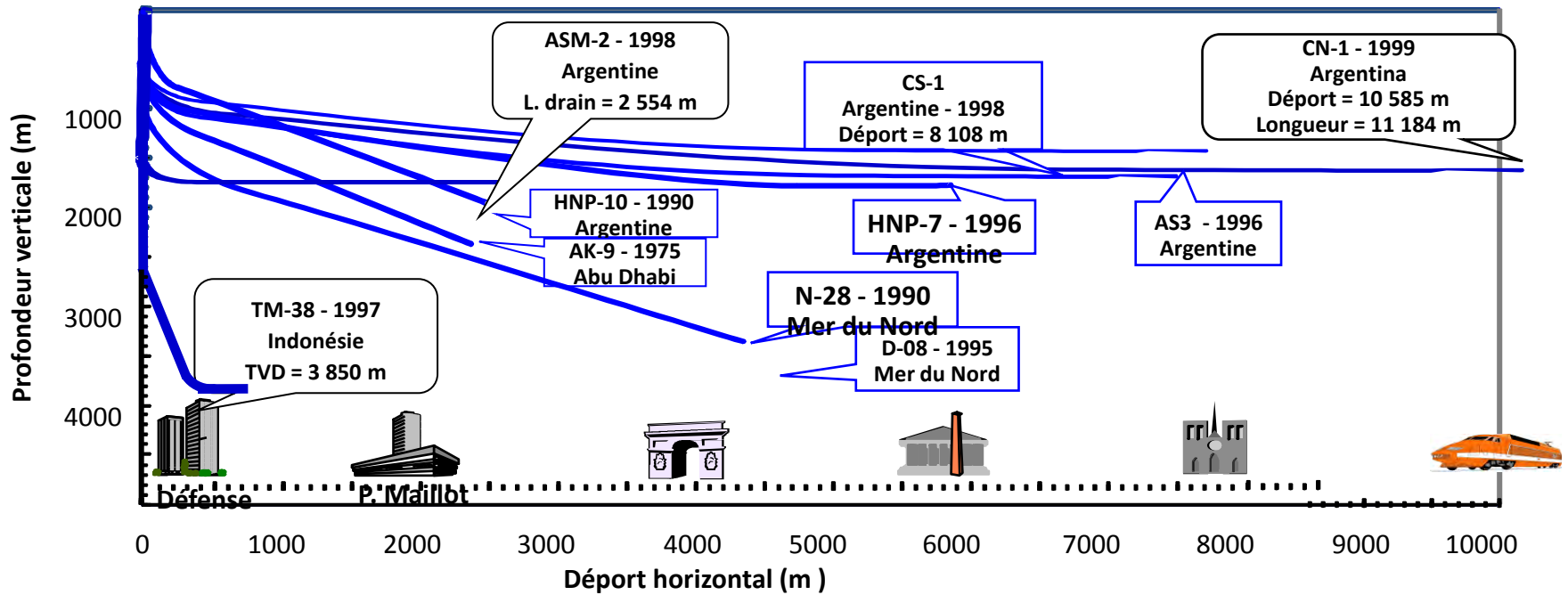


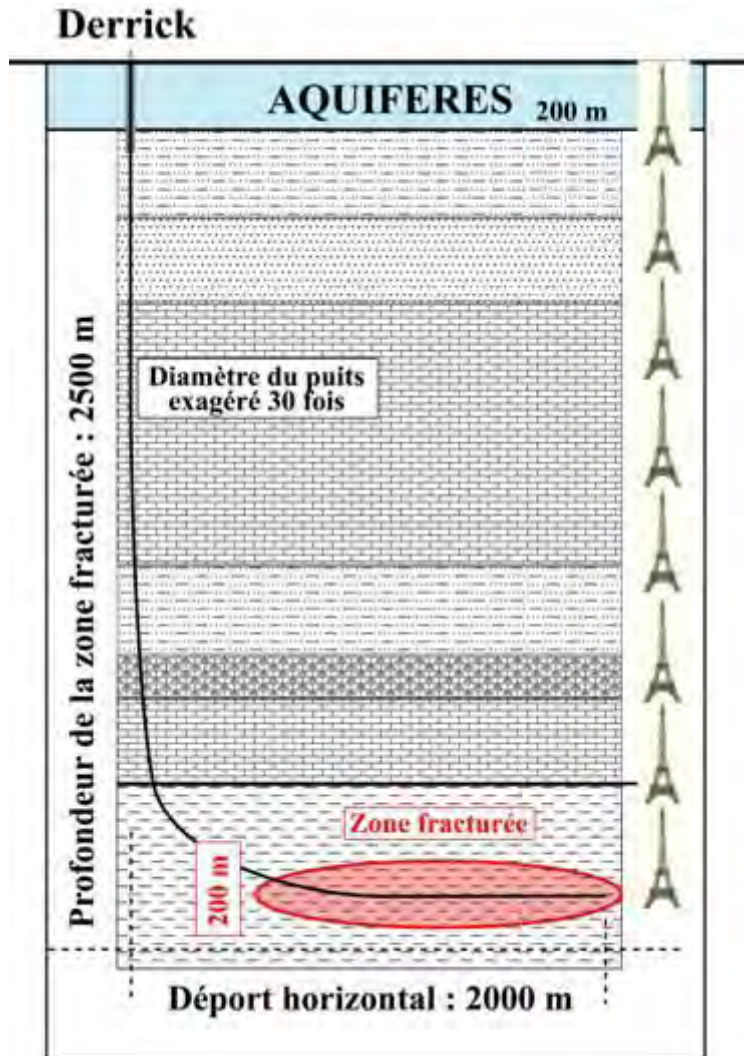
TECHNOLOGIES DE L'EXPLORATION & PRODUCTION

LE FORAGE HORIZONTAL, MULTIDRAINS

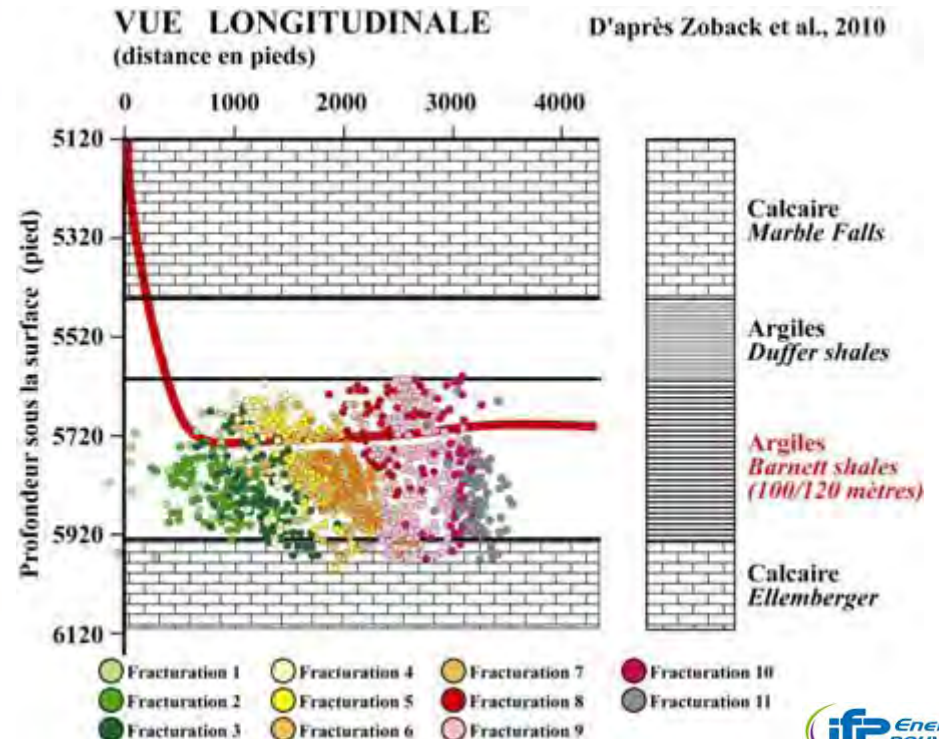


Enjeu environnemental

La Fracturation Hydraulique



L'écoute des microséismes permet de localiser et de contrôler la progression de la fracturation



APPAREIL DE FORAGE À FAIBLE EMPREINTE



LES CRAINTES LIÉES AU FORAGE DES PUITES ET A LA FRACTURATION DES RÉSERVOIRS

LA CONDUITE DES FRACTURATIONS

Si peu de formations ont été fracturées en France, il n'en reste pas moins vrai que cette technologie est bien connue des groupes pétroliers, des sociétés de services au puits représentées dans l'hexagone ou de l'IFP EN.

Les techniques de la fracturation-qui devrait en fait être appelée fissuration-sont utilisées aux USA depuis 1947 et un peu partout dans le monde depuis.

Les opérations de fracturation -très coûteuses- requièrent une bonne connaissance des formations à fracturer, une modélisation de la conduite des opérations à réaliser et un bon suivi des progrès attendus.

La technologie de la micro-sismique apporte aujourd'hui une information précise et précieuse dans le suivi du développement des fissures engendrées par les opérations de fracturation.

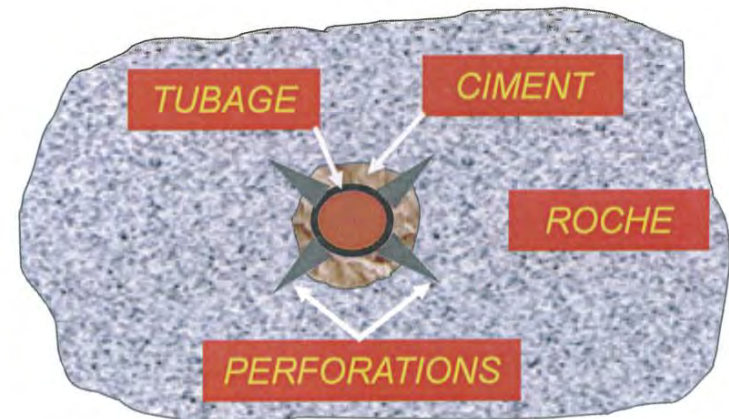
Des fissures créées de plus de 200 mètres d'amplitude sont très rares; on ne risque donc pas de voir déboucher en surface des fissures engendrées en grande profondeur

LA FRACTURATION HYDRAULIQUE

(TECHNOLOGIE UTILISÉE AUX USA DÈS LA FIN DES ANNÉES 40)

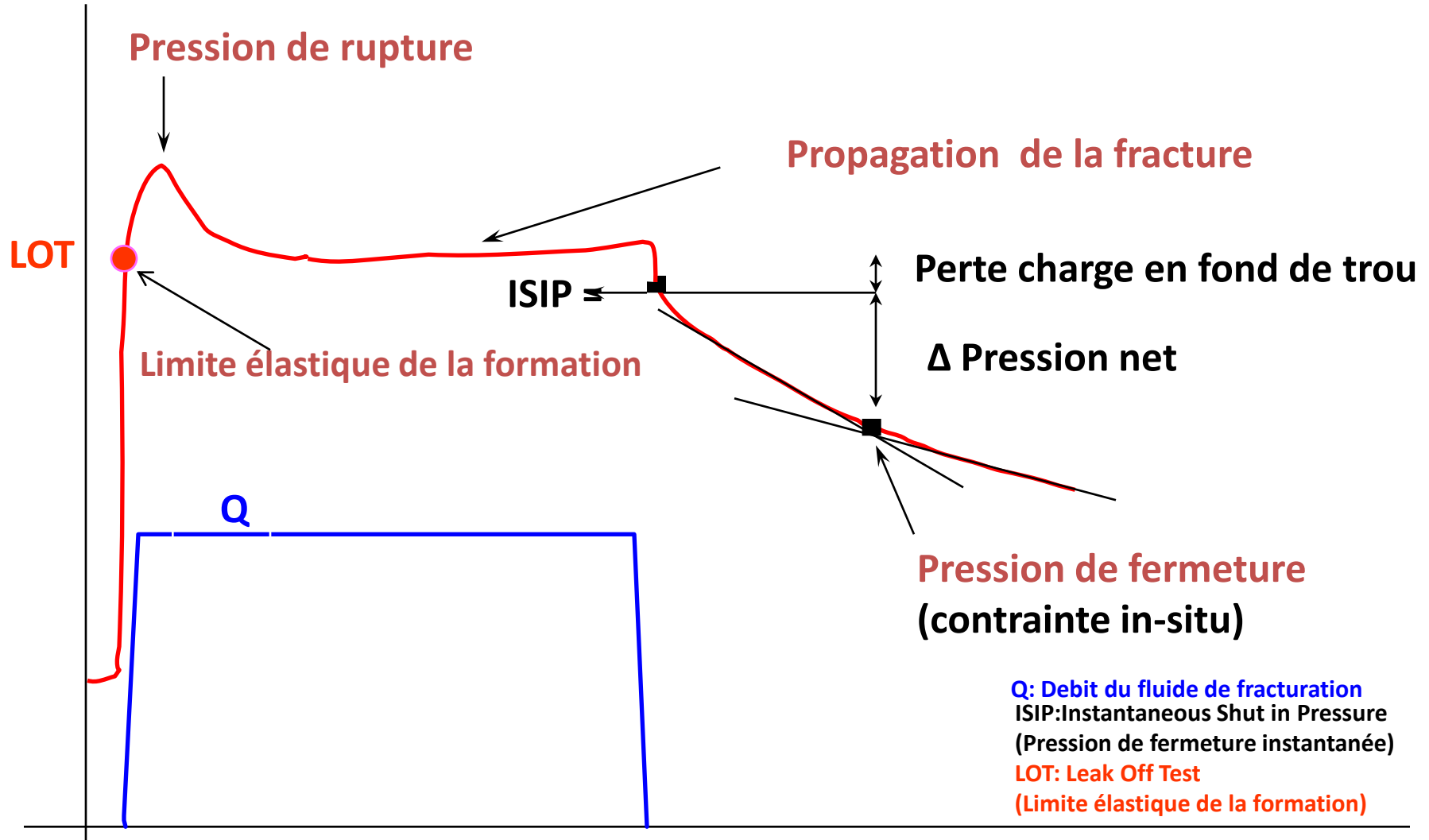
Principe = création artificielle d'un réseau de fissures

- ▶ Le réservoir a une très faible « perméabilité »
- ▶ L'objectif est de créer un réseau de fissuration artificielle suffisant pour améliorer la productivité.
- ▶ Pour ce faire, on perfore le tubage et le ciment qui l'entoure, dans la partie horizontale du puits...
- ▶ ...puis on pompe un fluide et un agent de soutènement dans le réservoir à une pression permettant de fissurer la roche
- ▶ Le réseau se propage préférentiellement sur un axe horizontal, sur une distance de l'ordre de la centaine de mètres.

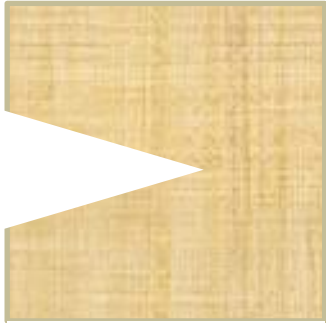


La fracturation hydraulique est classiquement utilisée par l'industrie (pétrolière, minière, géothermie)

LE SUIVI DES PRESSIONS LORS D'UNE FRACTURATION



LA FRACTURATION HYDRAULIQUE



**FRACTURE OUVERTE
PAR POMPAGE**



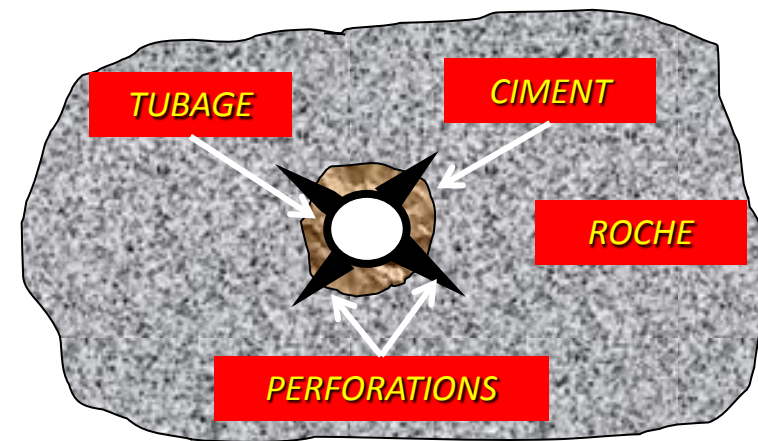
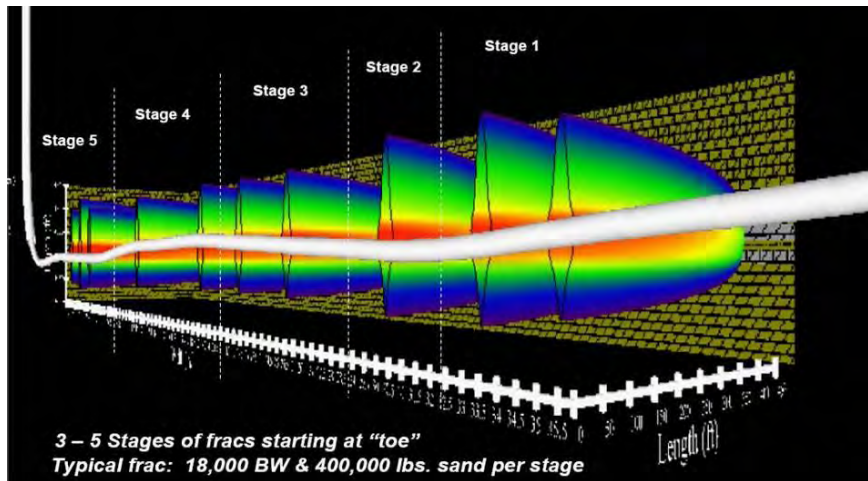
**FRACTURE SE
REFERMANT SUITE
ARRÊT POMPAGE**



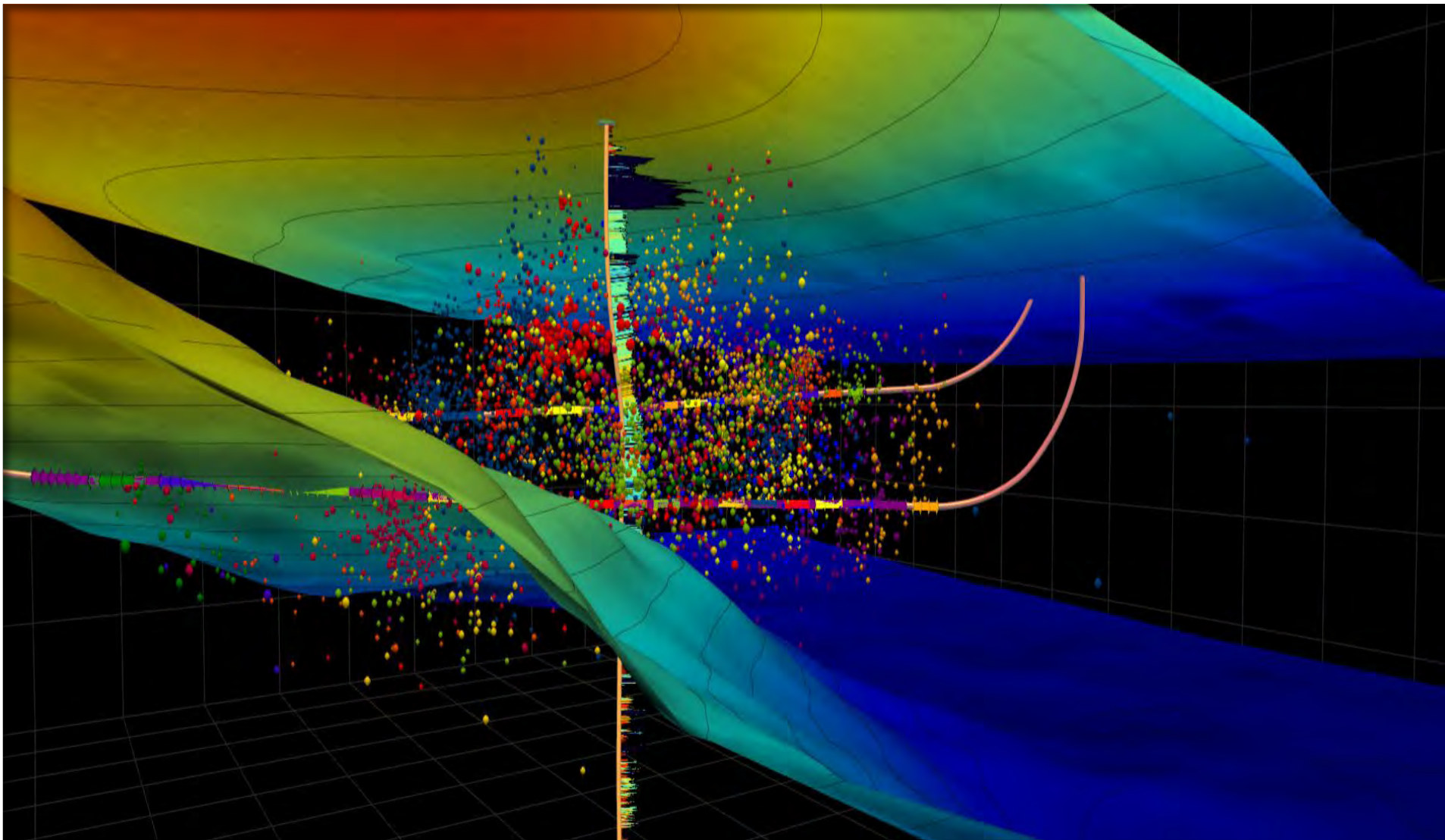
FRACTURE FERMÉE



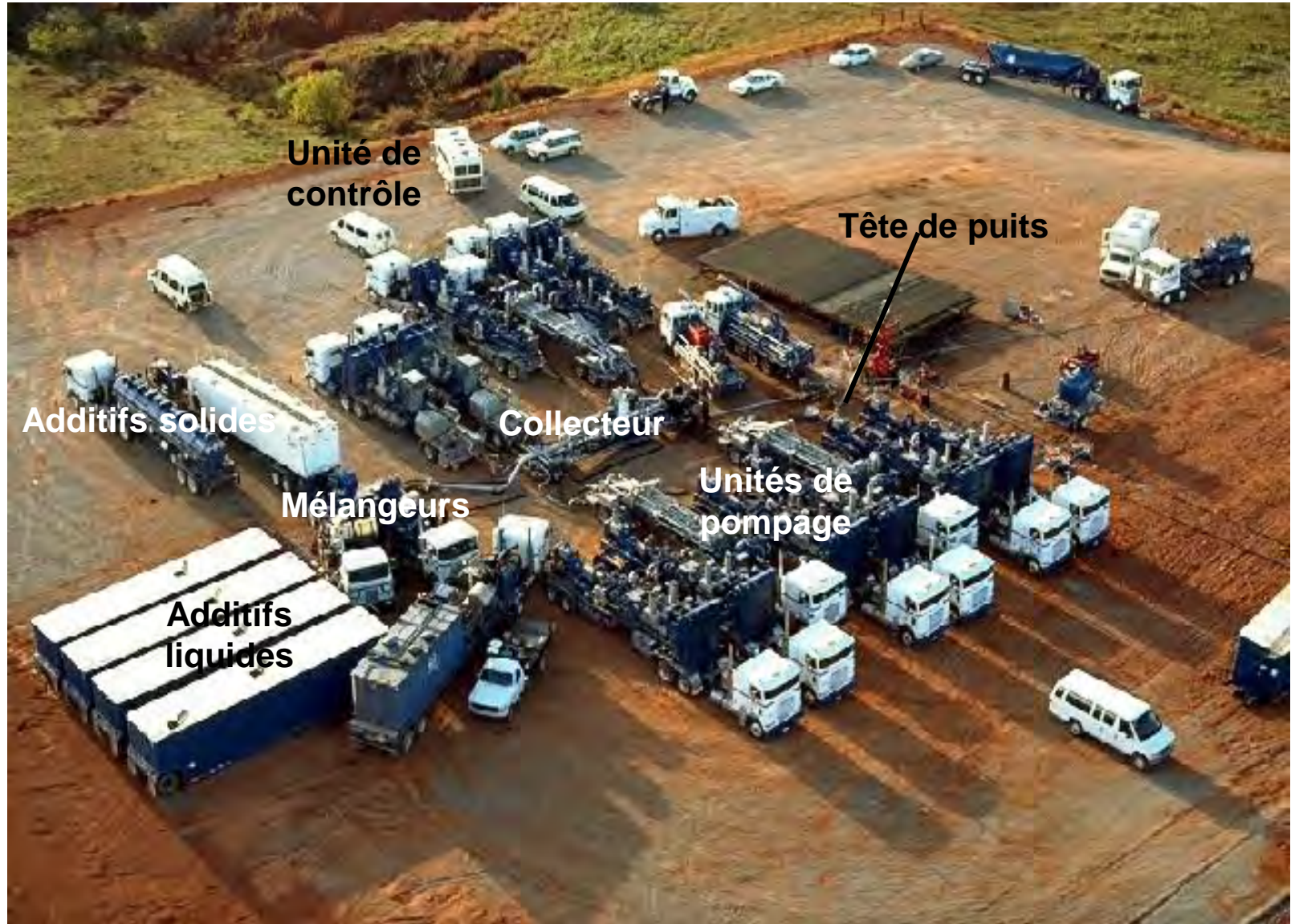
**FRACTURE
MAINTENUE
OUVERTE PAR SABLE**



UN FANTASTIQUE CHAMP D'APPLICATION POUR LA MICROSISMIQUE

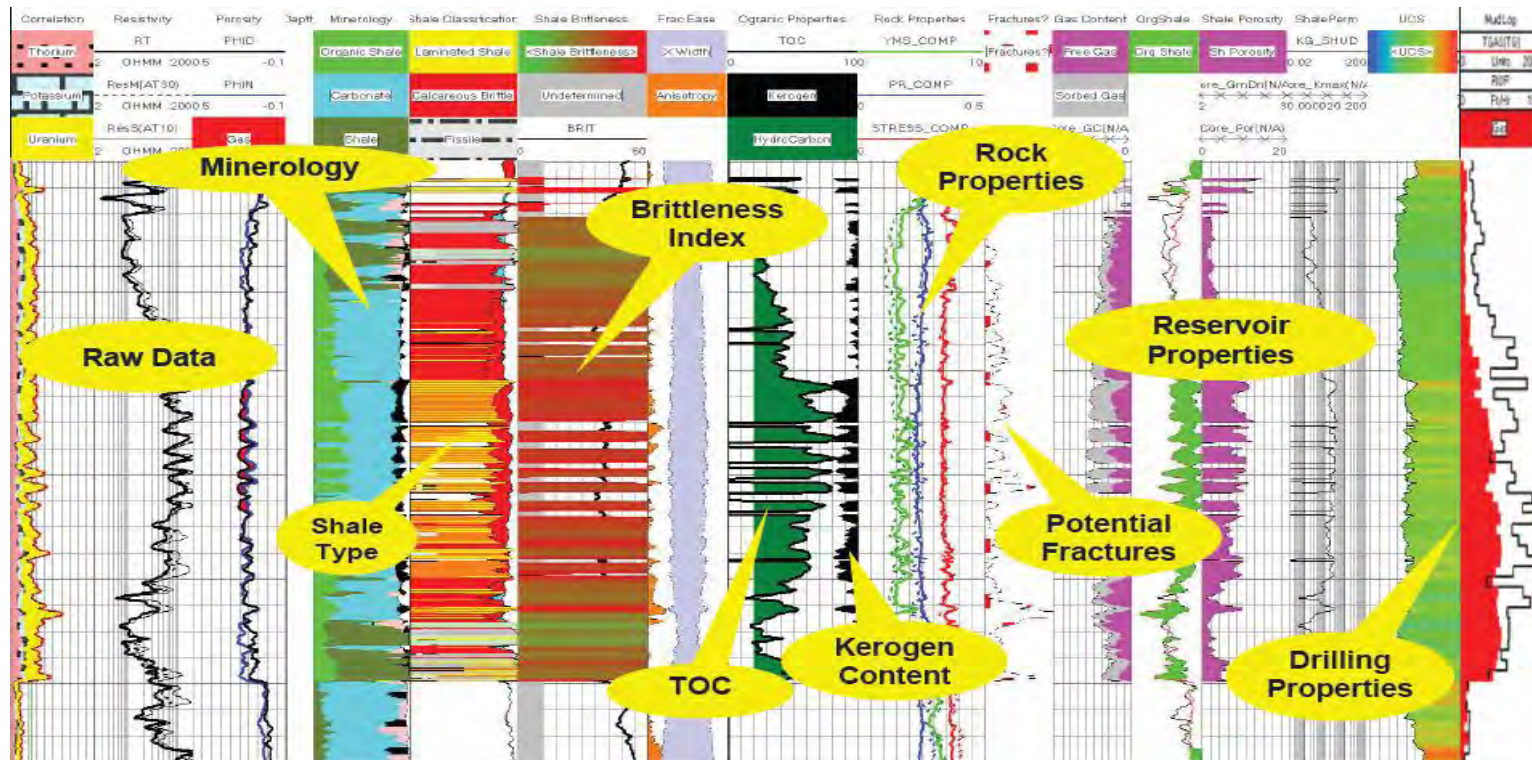


STIMULATION DE LA PRODUCTION PAR LA FRACTURATION



ÉTUDES DES FORMATIONS INTÉRESSANTES EN VUE DE LEUR FRACTURATION

CARACTERISTIQUES DES RESERVOIRS CIBLES
DONNEES GEOCHIMIQUES A PRENDRE EN COMPTE
CARACTERE GEOMECHANIQUE DES FORMATIONS TRAVERSEES



**CES ETUDES SONT FAITES A PARTIR DES CAROTTES PRELEVEES DANS LES PUIITS
D'EXPLORATION ET DE DELINEATION VERTICAUX OU FAIBLEMENT DEVIES**

LES CRAINTES LIÉES AU FORAGE DES PUIITS ET À LA FRACTURATION DES RÉSERVOIRS

LE TRAITEMENT DES EFFLUENTS PRODUITS

Ces effluents sont le gaz et dans la première phase de production, 20% à 50% de l'eau de fracturation. Après quelques jours de production le puits fracturé ne produit que du gaz.

Le gaz est séché puis ajusté à la pression d'expédition prévue dans le schéma de développement

L'eau récupérée est stockée puis retraitée pour une nouvelle utilisation.

Les solides contenus dans les boues résiduelles sont traitées par des sociétés spécialisées selon les normes en vigueur .

En France, les roches mères ciblées n'ont jamais montré de radioactivité et l'eau reproduite ne sera pas affectée par ce problème.

LES CRAINTES LIÉES AU FORAGE DES PUIITS ET À LA FRACTURATION DES RÉSERVOIRS

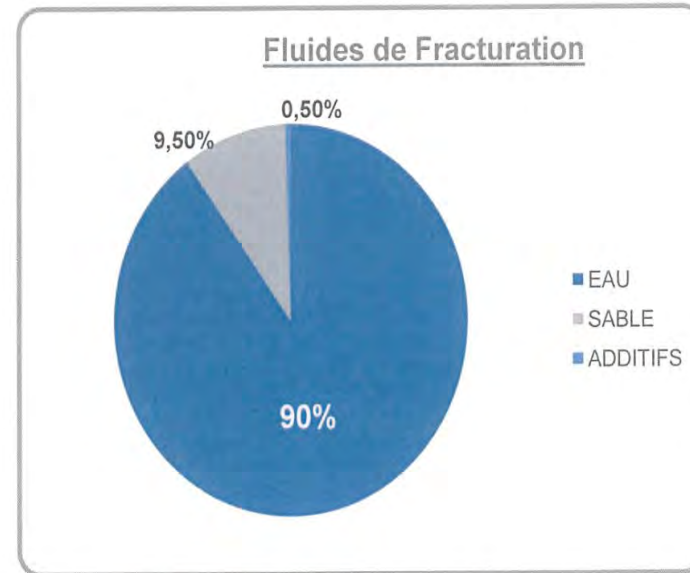
Les fluides de fracturation

- ▶ Les fluides de fracturation sont composés :
 - d'eau (90%), de sable (9,5%), d'additifs (0,5%)

- ▶ Les fonctions principales des additifs sont :
 - d'éviter l'activité bactérienne dans le puits et la formation (bactéricides)
 - de faciliter le transport du sable dans les fissures en le gardant en suspension (gélifiant)
 - de permettre au sable de rester en place lors du retrait de l'eau (breaker).
 - de faciliter l'évacuation de l'eau (surfactant).

- ▶ La composition exacte des fluides de fracturation dépend des caractéristiques du réservoir et des conditions du puits.

- ▶ Cette composition n'est élaborée qu'après forage et connaissance du réservoir.



BC18

Source

*L'industrie pétrolière travaille à la substitution des additifs existants
par des produits issus de l'industrie agroalimentaire*
SHALES GAS GEP

LES CRAINTES LIÉES AU FORAGE DES PUIITS ET À LA FRACTURATION DES RÉSERVOIRS

Les fluides de fracturation : technologies « slick water »

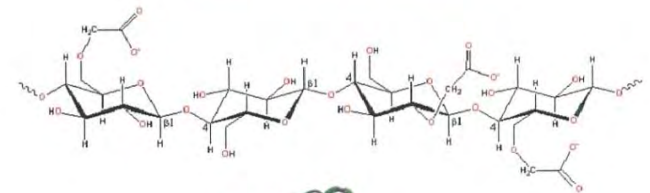
► Gomme de Guar (gélifiant)

- Forme un gel dans l'eau huit fois plus efficace que l'amidon de maïs.
- Utilisé dans les sauces, produits laitiers, ..
- Dans l'industrie du papier, du textile, de l'impression et des cosmétiques <http://www.agrogums.com/products.html>



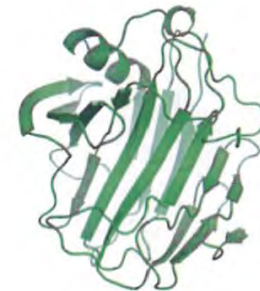
► CMC Carboxymethylcellulose (autre gélifiant)

- CMC (E466) un dérivé de la cellulose
- Utilisé dans les fromages et les glaces, <http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/additives/details.html?id=51>



► Cellulase (breaker associé au CMC)

- Enzyme (champignon, bactéries, plantes) qui catalyse l'hydrolyse de la cellulose
- Café, textile, détergents,



Source

► Biocide (ou traitement UV)

- Produits utilisés dans les désinfectants.



TOTAL 36

LES CRAINTES LIÉES AU FORAGE DES PUIITS ET A LA FRACTURATION DES RÉSERVOIRS

LA GESTION DE L'EAU

Des interrogations

1. Protection des aquifères en phase
 - De forage
 - De fracturation
 - De production
2. Besoins en eau pour les opérations
 - Origine
 - Quantité
 - Traitement
 - Remise à disposition



BC13

Une volonté de répondre...

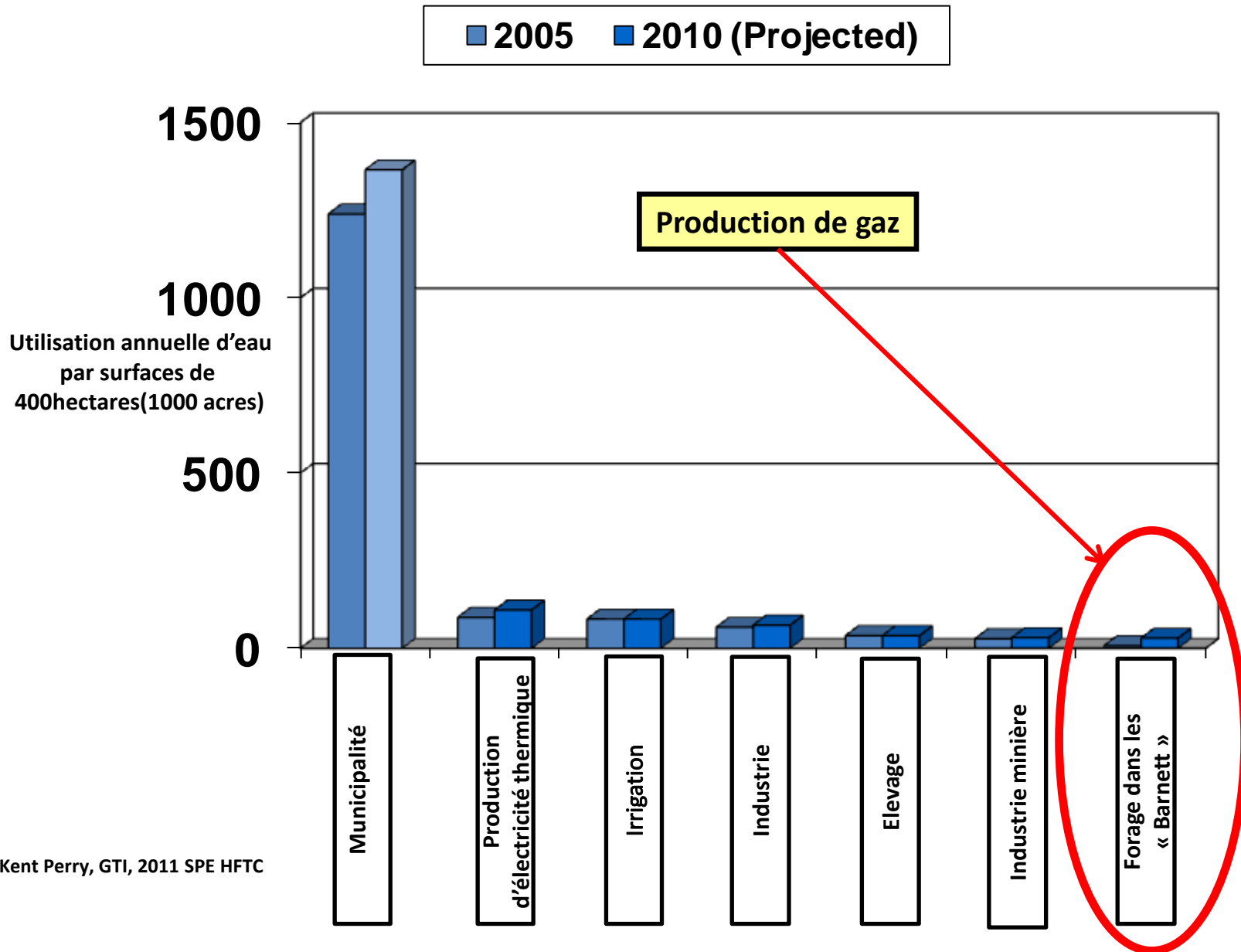
- Sécurité et fiabilité des puits et des installations.
- Evaluation et réduction de l'impact des additifs et de leur quantité.
- Contrôle de la localisation des intervalles à fracturer par la sismique.
- Réduction du volume d'eau nécessaire pour chaque fracturation.
- Etudes hydrogéologiques et identification des différentes options pour réduire les prélèvements d'eau sur le domaine public.
- Recherche de solutions alternatives à l'usage de l'eau douce
- Réutiliser au maximum après traitement l'eau produite

Source



37

UTILISATION D'EAU DANS LES "BARNETT"



LES DÉFIS de la PRODUCTION de GAZ de ROCHES

L'EMPREINTE AU SOL

Une solution type « cluster »

- Un développement réfléchi de type cluster de 10 à 20 puits afin d'optimiser :

- l'emprise au sol en surface
- le placement des drains horizontaux dans la cible

Emprise au sol en surface et en sous-sol

- Une emprise au sol de l'ordre de 200 m x 200 m



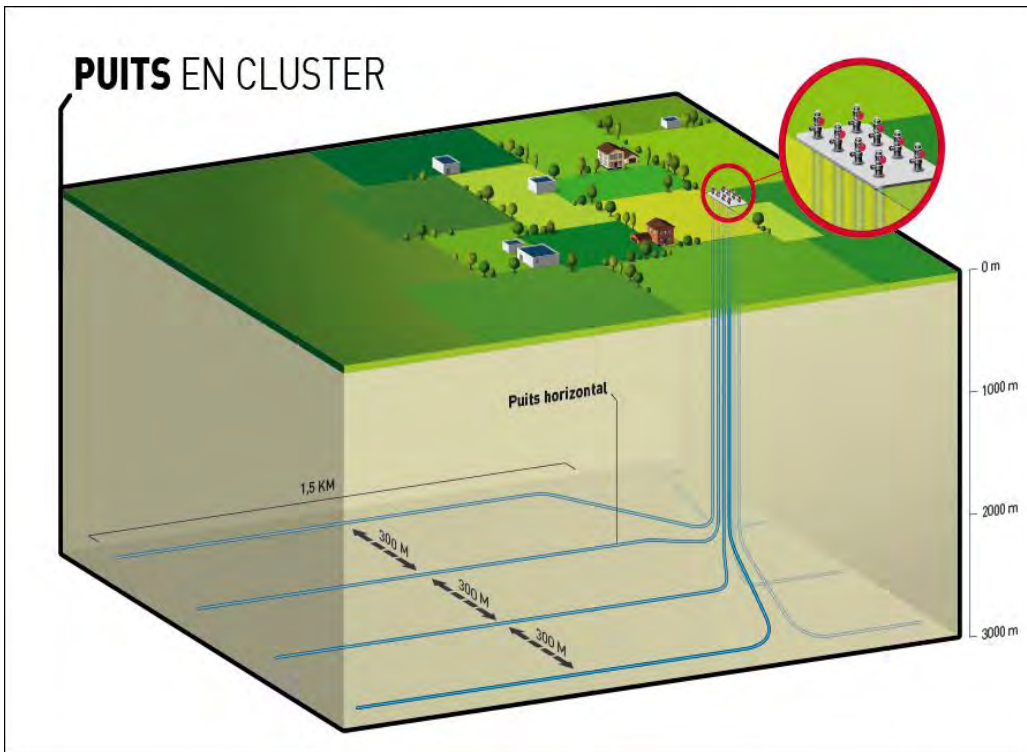
Phase d'opérations



SINCOR-VENEZUELA

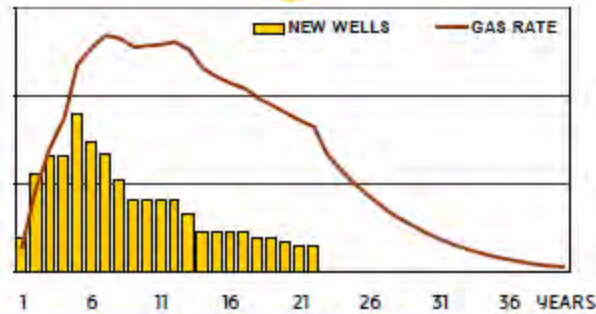
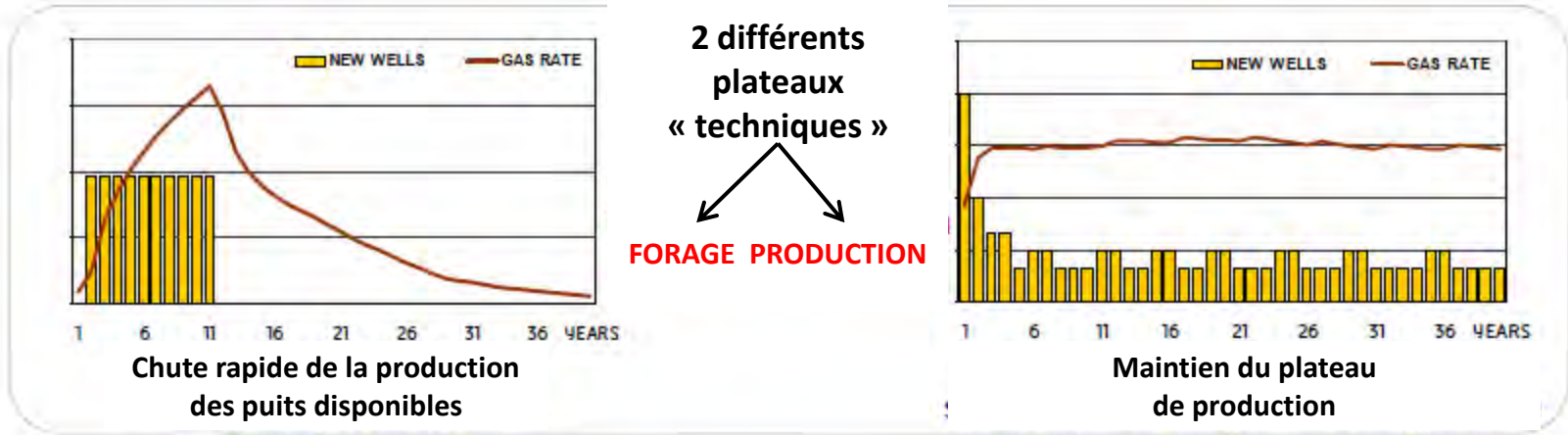



Phase de production (bassin ou citerne)




LES DÉFIS de la PRODUCTION de GAZ de ROCHES

LE RÉGIME DE PRODUCTION des PUITES



 NOUVEAUX PUITES

 NIVEAU DE PRODUCTION

UN COMPROMIS À TROUVER POUR CHAQUE DÉVELOPPEMENT

Source: ENI

EN CONCLUSION

- **LES HYDROCARBURES DE ROCHES MÈRES SONT EXPLOITÉS SUR UNE LARGE ÉCHELLE DEPUIS 10 ANS AUX USA OÙ LEUR PRODUCTION A ÉTÉ MULTIPLIÉE PAR 10 EN 5 ANS. L'AMÉRIQUE DU NORD EST AUJOURD'HUI AUTOSUFFISANTE EN GAZ**
- **LES TECHNIQUES MISES EN ŒUVRE SONT EPROUVÉES MAIS DES ADAPTATIONS/AMÉLIORATIONS SONT ENCORE POSSIBLES EN FONCTION DES CARACTÉRISTIQUES DES GISEMENTS À EXPLORER/PRODUIRE.**
- **EN FRANCE, OÙ DES MILLIERS DE FORAGE ONT DÉJÀ TRAVERSÉ SANS DOMMAGE LES NAPPES AQUIFÈRES, LES RESSOURCES POTENTIELLES EN GAZ DE ROCHES RESTENT À ÉVALUER; OR NOUS IMPORTONS 95% DE NOTRE CONSOMMATION DE GAZ.**
- **LA FRANCE DISPOSE DES INGÉNIEURS ET TECHNICIENS CAPABLES DE FORER EN TOUTE SÉCURITÉ ET EN TOUT RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT LES Puits PRODUCTEURS DE GAZ DE ROCHES.**
- **LES GAZ DE SCHISTES POSENT SURTOUT DES PROBLÈMES D'ACCEPTATION SOCIÉTALE ET DE PERTINENCE ÉCONOMIQUE DES DÉVELOPPEMENTS QUI NE POURRONT ÊTRE LANCÉS QU'APRÈS DES RÉSULTATS POSITIFS DE Puits D'EXPLORATION ET DE DÉLÉINATION TRÈS CLASSIQUES ET DE LONGUES ÉTUDES D'AVANT PROJET LIANT ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIES**

Questions...

Années 1970..

"En France on a pas de pétrole mais on a des idées !"

Années 2010..

En France on a du pétrole, pourquoi n'aurions nous plus d'idées ?