

## FLASH N°59 – Mai 2018

### Au sommaire de ce n°

Un point sur les pétroles de gisements compacts .....	1
L'expérimentation RINGO.....	4
Programmation Pluriannuelle de l'Energie .....	5
Former un million de personnes sur le climat.....	5

### Un point sur les pétroles de gisements compacts (pétroles « de schistes »)

Denis Babusiaux, Pierre-René Bauquis

À l'occasion de la publication de leur ouvrage<sup>1</sup> *Le Pétrole*, quelles réserves, quelles productions et à quel prix ? les auteurs ont repris pour la *Revue de l'Energie*<sup>2</sup> et reprennent ici quelques passages de ce livre, éléments consacrés aux pétroles de gisements compacts, couramment appelés « pétroles de schistes » ou LTO (Light Tight Oil). Malgré une production représentant seulement de l'ordre de 6 % de la production mondiale, ceux-ci ont occupé une place majeure sur la scène pétrolière au cours des dernières années et devraient continuer à jouer un rôle important à moyen terme comme à long terme.

gaz « de schistes » qui a connu un essor considérable aux États-Unis, grâce au forage horizontal et à la fracturation hydraulique multiple. Les techniques ainsi mises au point ont ensuite été largement utilisées pour l'exploitation de pétroles de gisements compacts, essentiellement à partir de 2010. La production de ces hydrocarbures nécessite le forage de nombreux, voire de très nombreux puits. La fracturation fait appel à d'importants volumes d'eau additionnée de sable et de produits chimiques. L'impact environnemental de ces forages fait l'objet de controverses en raison de la sismicité, des risques de pollution des sols et des nappes phréatiques. L'exploitation implique donc des réglementations spécifiques et des contrôles effectués par une administration rigoureuse et compétente.

#### Caractéristiques des pétroles de roche mère ou de formations compactes

##### Définitions et aspects techniques

Les pétroles de gisements compacts (LTO, Light Tight Oil) sont également appelés « pétroles de schiste », (Shale Oil) ou pétroles de roche mère (Source Rock Oil). L'appellation LTO « Light Tight Oil » (ou pétroles légers de réservoirs compacts) est employée de plus en plus couramment aux États-Unis. Elle vient du fait que ces pétroles sont en général de bonne qualité, légers ou extralégers. Il s'agit d'hydrocarbures restés dans les roches mères, ou ayant migré vers des formations compactes à très faible perméabilité.

Dans un premier temps, à partir de 2006-2007, c'est la production de

Comme pour les gaz « de schistes », ces pétroles se sont développés essentiellement aux États-Unis (plus de 95 % de la production mondiale actuelle).

#### Caractéristiques de la production des pétroles de gisements compacts

L'exploitation de ces pétroles présente quelques caractéristiques particulières. Le déclin de la production d'un puits est très rapide, la figure 1 en donne un exemple. Elle fait également apparaître l'augmentation au cours du temps de la productivité des puits. La productivité des puits et donc les coûts de production sont très variables d'une région à l'autre et même d'une zone à l'autre à l'intérieur d'une formation géologique donnée.

Rejoignez-nous sur les réseaux sociaux ! Centrale-Energies dispose d'un groupe sur LinkedIn, Viadeo et Facebook.



#### Dates à retenir

**Mer. 23 mai 2018**

**« Quelle sera la place des ENR dans les bâtiments neufs en 2020 »**

**Le Village by CA**

**55 rue de la Boétie, 75008 Paris  
Métro : Miromesnil**

**Mer. 13 juin 2018**

**« Les Réacteurs à Sels Fondus : une filière pour le nucléaire du futur ? »**

**Le Village by CA**

**55 rue de la Boétie, 75008 Paris  
Métro : Miromesnil**

Inscriptions sur le site de Centrale-Energies :

[www.centrale-energie.fr](http://www.centrale-energie.fr)

**Prochain Flash (N°60) Juin 2018**

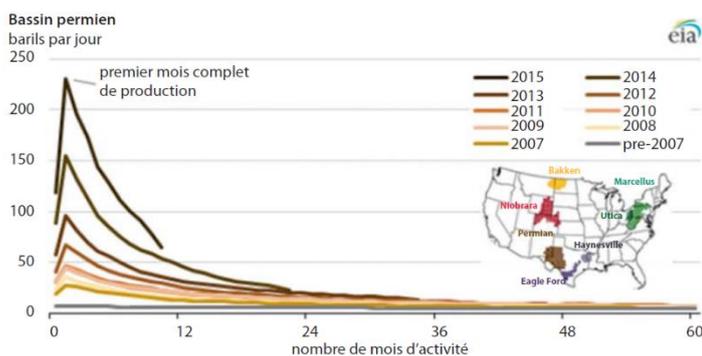
Comité de relecture et de mise en page :

Damien Ambroise  
Christiane Drevet  
Claude Poirson

<sup>1</sup> Avec l'aimable autorisation de Dunod. Ouvrage reprenant une communication à l'Académie des technologies du groupe de travail « Pétrole » de la Commission Énergie et changement climatique.

<sup>2</sup> Revue de l'Energie N) 635 Décembre 2017

La récupération cumulée par puits est faible, nettement inférieure à celle observée pour des gisements conventionnels. La mise en production est rapide et peut être réalisée en quelques mois. La durée du forage (qui a sensiblement diminué au cours de ces dernières années) varie suivant les zones d'une semaine à un mois à laquelle il faut ajouter le temps de fracturation de l'ordre d'une à deux semaines. La réactivité des investissements de développement aux conditions économiques est donc beaucoup plus importante que pour les pétroles conventionnels ou les pétroles extra-lourds. Aux États-Unis, la production s'est développée de façon très rapide à l'origine grâce à de multiples intervenants, le plus souvent de petite taille. Depuis 2012-2013, les « majors » sont devenus des acteurs très importants, en particulier EXXON qui en a fait depuis 2016 l'axe majeur de ses investissements.



**Figure 1 Production journalière moyenne d'un puits, bassin permien du Texas (Source : EIA, Drilling Productivity Report)**

### Les ressources de pétroles de gisements compacts

Les pétroles de gisements compacts sont répartis sur de vastes surfaces, dont les limites sont souvent floues. Le record de surface semble être détenu par la roche mère du Bazhenov en Russie qui s'étend sur un million de km<sup>2</sup>, deux fois la surface de la France ou 100 fois celle de Ghawar. Les réserves de ce type présentent une forte élasticité au prix du brut ou aux coûts de production, ce qui fait que leurs estimations sont entachées de fortes incertitudes non seulement liées à la géologie, aux contraintes liées à la préservation de l'environnement et à l'évolution des techniques de production, mais aussi au prix. Ainsi l'AIE estimait les ressources récupérables mondiales à 436 milliards de barils en 2017, tandis que Marc Blaizot [Blaizot<sup>3</sup>, 2017], ancien directeur Exploration de Total, à 1 500 Gb, un montant du même ordre de grandeur que celui des réserves conventionnelles dites prouvées.

### Les productions de pétroles de gisements compacts

Aux États-Unis, les prix élevés du pétrole jusqu'en 2014 ont conduit à un développement particulièrement rapide de ces productions depuis 2008, conduisant au rebond spectaculaire de la production pétrolière américaine. Elles ont augmenté de 1 Mb/j environ chaque année de 2011 à 2013 et de 1,4 Mb/j en 2014 ce qui correspond en gros aux augmentations de la production pétrolière mondiale durant cette période 2011-2014.

L'évolution de la production américaine de gisements compacts est fournie par la figure 2. Cette augmentation de production a été la cause principale de la chute des prix du brut de 2014, qui a elle-même été à l'origine d'une baisse de production. Ensuite la remontée des cours a entraîné un rebond de la production à la fin 2016, favorisé aussi par une poursuite de la réduction des coûts.

Comme nous l'avons souligné à propos des réserves, la contribution des pétroles de formations compacts à l'offre pétrolière pour l'avenir est entachée de très fortes incertitudes, d'ordre technique (progrès technologique) et économique (niveau des prix).

Pour les États-Unis les trois principaux scénarios publiés par l'EIA (2017) sont très contrastés. Dans le scénario de base la production de gisements compacts plafonnerait à 6 Mb/j environ à partir de 2025. Dans le scénario haut, elle dépasserait la douzaine de Mb/j et permettrait aux États-Unis non seulement de ne plus faire appel à des importations de brut mais d'exporter des volumes significatifs, ceci dès le début des années 2020. Dans le scénario le plus pessimiste la production passerait par un maximum de 5 Mb/j dans les années 2020 et tomberait à 3 Mb/j en 2040. Rystad Energy estime par ailleurs que la production américaine pourrait atteindre 25 Mb/j vers 2030.

S'il est difficile d'estimer le potentiel des pétroles de roche mère aux États-Unis où la géologie est bien connue et où des dizaines de milliers de puits ont déjà été forés, il va sans dire que les incertitudes sont encore plus fortes pour le reste du monde. L'expérience américaine ne peut pas être transposée facilement. Les États-Unis bénéficient d'une législation très favorable, le propriétaire du sol est propriétaire du sous-sol, le secteur parapétrolier y est particulièrement développé... Il est donc pratiquement impossible que l'on observe une montée en puissance aussi rapide dans d'autres pays. Par ailleurs, aux États-Unis, et plus encore en Europe, les oppositions liées aux considérations environnementales constituent des freins souvent puissants, en raison des risques relatifs à la sismicité, à la pollution des nappes phréatiques, aux émissions de méthane.

### Les coûts de revient et le progrès technique

Les coûts varient d'une région à l'autre. Ils peuvent varier aussi fortement à l'intérieur d'un même bassin, de 25 \$/b à 80 \$/b par exemple sur la formation du Bakken du bassin de Williston. En moyenne selon Per Magnus Nysveen (2017) de Rystad Energy, grâce au progrès technique, sur l'ensemble des gisements compacts, le seuil de rentabilité en tête de puits est passé de 79 \$/b en 2012 à 76 en 2013, 70 en 2014, 56 en 2015 et 39 en 2016. En 2017 on a observé par contre une légère remontée des coûts.

Malgré une poursuite des progrès techniques, une remontée des coûts à l'avenir ne peut être exclue, pour différentes raisons (nécessité d'exploiter des zones moins favorables, remontée des tarifs des services parapétroliers, ...).

<sup>3</sup> Blaizot M., Shale-oil production resilience and associated shale-oil reserves: a global approach based on the petroleum system, EAGE (European Association of geoscientists and engineers), Paris, 13 juin 2017.

## La sensibilité aux prix

L'activité de forage est donc très sensible au niveau des prix comme le montre la figure 2 (nombre d'appareils de forage en service à terre aux États-Unis passant de 1 600 en octobre 2014 à moins de 330 en mai 2016 puis rebondissant à 740 en juin 2017).

Il y a une certaine inertie, un décalage dans le temps entre la baisse de l'activité de forage et celle de la production. La figure 2 donne la production totale des régions de gisements compacts, la production totale américaine (hors Liquides de Gaz Naturel) ainsi que le nombre d'appareils de forage en service. Malgré la chute des prix du deuxième semestre 2014 et la baisse de l'activité de forage, la production a continué à croître jusqu'au printemps 2015. Elle a ensuite diminué mais de façon modérée. Cette bonne résilience a surpris la plupart des observateurs. Elle a été due aux progrès techniques déjà cités (diminution des temps de forage, augmentation des débits par puit), à une standardisation des matériels et à un recentrage des activités sur les zones les plus favorables tandis que l'aptitude à détecter ces « sweet spots » s'est améliorée. À la diminution des coûts correspondante s'est ajoutée la baisse du prix des services parapétroliers.

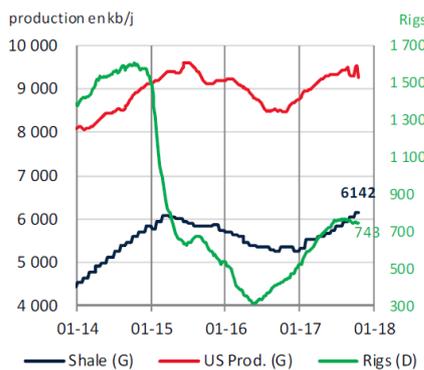


Figure 2 Production des régions de gisements compacts, production américaine et nombre d'appareils de forage en activité aux États-Unis. Source : IFPEN

Pour ce qui concerne la réaction à une hausse des prix, elle est en grande partie liée à la reprise du forage. La figure 2 fait apparaître le décalage entre forage et production. Entre le début des opérations et le démarrage de la production, il s'écoule en moyenne six mois.

Il n'en reste pas moins que l'exploitation des gisements de ce type peut participer à la régulation des prix. Dans le passé, la régulation des cours a été fortement influencée par des comportements de cartel, semi-cartel de sept sœurs jusqu'à la fin des années 1960, cartel de l'OPEP ensuite. L'OPEP (en fait essentiellement l'Arabie saoudite) a joué pendant des décennies le rôle de producteur d'appoint. Elle peut continuer, en liaison avec d'autres pays producteurs, à avoir une influence significative sur les prix. C'est ce qui s'est passé avec les annonces d'accord, puis les décisions effectives de réduction de la production de novembre et décembre 2016, accords prolongés en mai 2017. Son pouvoir de marché est cependant maintenant limité par la réactivité aux variations de prix de la production des gisements compacts.

Les modes d'action sont naturellement très diffé-

rents, décision d'un oligopole pouvant conduire à une variation rapide de l'offre dans un cas, décisions d'un grand nombre d'opérateurs dans l'autre cas entraînant des variations de la production avec une certaine inertie.

## Conclusion

Malgré les incertitudes qui pèsent sur le potentiel des pétroles de gisements compacts, de plus en plus nombreuses sont les études qui conduisent à prévoir une poursuite de leur développement, permettant à ces pétroles de représenter à l'avenir une part significative de la production pétrolière mondiale. Si les résultats de ces études sont confirmés, on pourrait assister à la quasi-disparition du concept de pic pétrolier, tout au moins d'un pic de l'offre précédant un pic de la demande qui devrait résulter des politiques et mesures prises pour lutter contre le changement climatique. À défaut de disparition du concept, le pic serait beaucoup plus difficile à définir dans la mesure où le caractère épuisable de la ressource ne serait plus déterminé essentiellement par des paramètres physiques mais par des critères économiques et d'acceptabilité environnementale et sociale.

La réactivité de la production de ces pétroles à la variation des cours leur permet de participer à la régulation des prix et à limiter le pouvoir de marché de l'OPEP ou d'une association entre l'OPEP et d'autres pays producteurs, donnant aux aspects économiques un poids déterminant. Il s'agit d'un changement majeur pour l'analyse de la situation actuelle et sans doute pour nombre d'années à venir.

*L'ouvrage écrit par les auteurs de cet article, **Le pétrole : quelles réserves, quelles productions et à quel prix ?**, est paru en novembre 2017 chez Dunod.*



# L'expérimentation RINGO

Cécile Adnot (ECM06) et Christian Lemaitre (RTE)

## Le projet RINGO

RTE doit répondre à des évolutions rapides des usages de l'électricité : développement des véhicules électriques, augmentation du nombre de bâtiments dits intelligents, électricité à base d'énergie renouvelable (éolienne et solaire) en essor. Ces modifications du paysage électrique entraînent des pics momentanés de production, qui peuvent s'avérer difficiles à gérer pour le réseau électrique existant.

C'est pourquoi RTE a lancé le projet RINGO, dont les principaux objectifs sont les suivants :

- Gérer les congestions sur le réseau qui sont dues aux pics de production des énergies renouvelables à l'aide de batteries de grande taille ;
- Reporter voire éviter le besoin de construire de nouvelles lignes ;
- Acquérir une expertise sur ces batteries de grande taille qui vont se multiplier à moyen terme sur le réseau.

Compte tenu de son statut d'opérateur du réseau de transport d'électricité, RTE ne doit pas perturber les marchés de l'électricité. RTE n'est donc pas autorisé à stocker de l'électricité en vue de la réinjecter plus tard, à un moment où la demande serait plus forte et où son prix serait plus élevé.

C'est pourquoi le concept mis en place par RTE dans l'expérimentation RINGO consiste à équilibrer stockage et déstockage à chaque instant : lorsqu'une ligne du réseau est saturée, une batterie stocke l'électricité excédentaire en amont de cette ligne. Au même instant, ailleurs sur le réseau, une ou plusieurs batteries livrent la même quantité d'électricité. Ainsi RTE ne modifie pas l'équilibre entre la production et la consommation, et reste donc conforme à son cadre réglementaire.

Avant ce dispositif, lorsque la capacité d'une ligne est insuffisante pour transporter la production d'électricité, RTE doit demander aux producteurs de réduire leur production. Les congestions dues aux pics de surproduction ne se produisent que quelques jours par an et ne durent que quelques heures. L'investissement dans de nouvelles lignes ou le renforcement des lignes existantes ne seraient donc pas justifiés. L'utilisation de moyens de stockage pour gérer ces congestions est une solution qui, compte tenu de la baisse continue des coûts de ces équipements, devrait s'avérer pertinente.

## Les sites RINGO

Le projet RINGO consiste à mettre en place des stockages par batterie en trois points névralgiques du réseau. Les batteries sélectionnées sont de technologie lithium-ion et lithium-métal-polymère (LMP).

Chaque site RINGO comporte :

- Des batteries d'une puissance totale de 12 MW, d'une capacité de stockage de 24 à 36 MWh, accompagnées de leurs auxiliaires associés ;

- Des équipements de contrôle-commande et de communication ;
- Des équipements d'électronique de puissance et des transformateurs ;
- Une liaison de raccordement au poste le plus proche.

Les sites choisis présentent des congestions à l'horizon 2020/2021 dues aux raccordements de productions éoliennes et/ou photovoltaïques.

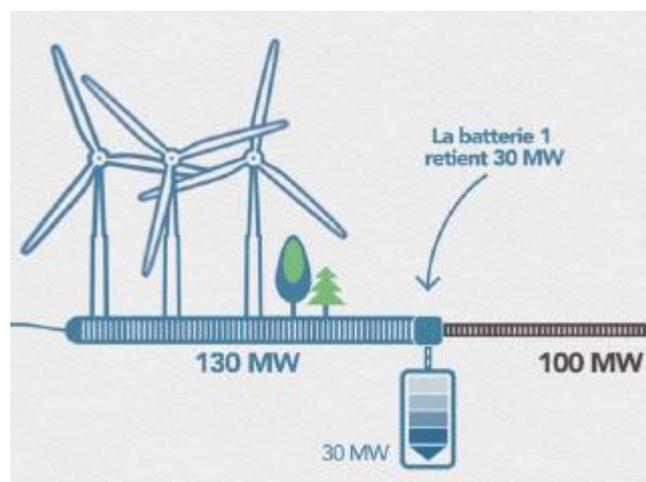


Figure 3 Batterie « stockant » l'électricité produite en excès. Source RTE.

## Validation du projet par la CRE

Par la délibération du 7 décembre 2017, la CRE a donné son accord pour lancer l'expérimentation RINGO dès 2020 et a validé un budget de 80 M€.

Plusieurs étapes sont prévues :

- De 2020 à 2023, les batteries seront exploitées uniquement par RTE pour la gestion des congestions.
- A partir de début 2023, elles seront exploitées par des tiers qui n'auront pas les contraintes de RTE sur leurs périmètres.

La principale raison avancée par la CRE pour soutenir le projet est l'insertion des énergies renouvelables sur le réseau, ce qui figure dans les missions du gestionnaire de réseau de transport.

# La programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE)

Alain Argenson (ECN62)

Elaborée par le ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES - Direction générale de l'énergie et du climat - DGEC) en concertation avec l'ensemble des parties prenantes, la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) est l'outil de pilotage de la politique énergétique créé par la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTCV) votée en 2015.

Elle exprime les orientations et priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie sur le territoire métropolitain continental, afin d'atteindre les objectifs de cette loi.

La programmation pluriannuelle de l'énergie couvre, en principe, deux périodes successives de cinq ans. Par exception, la première programmation publiée en octobre 2016, couvrait deux périodes successives de respectivement trois et cinq ans, soit 2016-2018 et 2019-2023. La révision de la PPE d'ici la fin de l'année 2018, objet du présent débat public, couvrira les périodes 2018-2023 et 2024-2028. (<https://ppe.debatpublic.fr/>)

Le maître d'ouvrage a produit un dossier (DMO) qui nous rappelle d'où vient l'énergie et comment lutter contre l'effet de serre. Ce dossier est la base de l'enquête publique sous l'égide de la Commission nationale du Débat Public (CNDP) qui remettra un rapport sur les observations faites par les citoyens,

Le dossier gouvernemental met aussi en exergue quelques impératifs du futur plan quinquennal énergétique : maîtrise des prix (c'est le plus efficace des régulateurs de la demande), sécurité de l'approvisionnement (de pétrole et de gaz, pas d'uranium).

Les objectifs de la Loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (LTCV) sont rappelés, Aucun nouvel objectif mais des questions :

- En termes de bouquet énergétique et de mix électrique, quel(s) chemin(s) doit-on et peut-on emprunter dès à présent ?
- Quelle trajectoire pour chaque énergie renouvelable ? Quelles options prendre pour l'éolien terrestre et maritime, le photovoltaïque, le biogaz, la géothermie, l'hydroélectricité, la biomasse... ?
- Comment ramener la part du nucléaire à 50% et dans quel délai ? Sur quels critères fermer certaines centrales ? Faut-il prolonger la durée de vie d'autres centrales au-delà de 40 ans ? Faut-il décider de la construction de nouveaux EPR ?
- Comment faire les choix ayant les meilleurs impacts sur les ressources financières de la nation ? Comment assurer la rentabilité des investissements publics ? Comment la transition énergétique peut-elle être un gain pour les entreprises de toutes tailles ? Un facteur de productivité et de compétitivité ?

Autre question posée par la CNDP : quelles propositions formuler pour piloter, animer, mesurer et évaluer efficacement la politique énergétique de la France ?

En résumé beaucoup de questions posées aux citoyens, mais comment seront prises en compte les réponses ?

Pour répondre à ces questions ne faut-il pas déjà être un spécialiste et n'est-ce pas une fausse consultation par la multiplicité des choix ?

# Former un million de personnes sur le changement climatique

Sakina Pen Point, relecture par Cédric Ringenbach (ECN96)



Cédric Ringenbach (ECN96 et membre de Centrale Energie) a conçu un outil pédagogique sur le changement climatique et ambitionne de former un million de personnes sur ce sujet.

« La Fresque du Climat » est un atelier ludique, participatif et créatif basé sur l'intelligence collective. Le principe est simplissime : remettre dans l'ordre des causes et des effets une quarantaine de cartes. L'initiation dure 3 heures, elle s'adresse aussi bien aux novices qu'aux connaisseurs.

Le jeu a été traduit en anglais et en chinois, histoire de s'adresser rapidement aux deux plus gros pollueurs de la planète. Les traductions en allemand, espagnol, polonais, italien et arabe sont prévues pour bientôt.

Pour atteindre son objectif, Cédric prévoit de former des dizaines, puis des centaines et de milliers de formateurs / animateurs.

Au mois d'avril dernier, 900 étudiants ont été formés en une matinée : 150 équipes de 6 personnes en parallèle, encadrés par 30 animateurs.

Vous êtes donc tous invités à vous joindre à cet effort de sensibilisation en allant sur la page « devenez animateurs » sur : <http://www.la-fresque-du-climat.com/>



La Fresque du Climat  
à  
**L'ISAE**  
en Avril 2017.