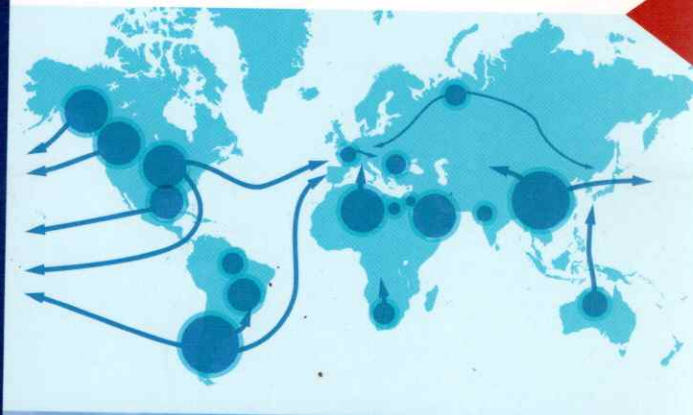


GAZ DE SCHISTE : LA NOUVELLE DONNE ÉNERGÉTIQUE

Enjeux techniques, économiques,
écologiques et géostratégiques

Guillaume Charon



Editions TECHNIP

Table des matières

Avant-propos.....	IX
Synthèse de l'ouvrage	1
1. Gaz non conventionnel.....	7
1.1 <i>Caractéristiques</i>	7
1.1.1 Caractéristiques du gaz naturel	7
1.1.2 Origines des gaz non conventionnels	11
1.1.3 Principales caractéristiques des formations de gaz non conventionnel.....	15
1.1.4 Unités de mesure.....	20
1.2 <i>Ressources et réserves</i>	22
1.2.1 Pourquoi vouloir estimer les ressources d'hydrocarbures ?	22
1.2.2 Définitions et terminologie	23
1.2.3 Publication des réserves et ressources.....	25
1.2.4 Fiabilité des ressources et réserves	25
1.3 <i>Contribution des ressources de gaz à la demande énergétique</i>	29
1.3.1 Faire face à la demande énergétique	29
1.3.2 Doutes pesant sur la production pétrolière	31
1.3.3 Offre gazière conventionnelle (réserves et ressources)	34
1.3.4 Ressources non conventionnelles de gaz	37
2. Exploration et production.....	41
2.1 <i>Études préliminaires</i>	42
2.1.1 Géologie et recensement des informations disponibles	42
2.1.2 Obtention d'un permis d'exploration	43
2.1.3 Prospection géophysique.....	48
2.2 <i>Forage et stimulation</i>	51
2.2.1 Pourquoi forer ?	51
2.2.2 Préparation du site de forage.....	52
2.2.3 Forage	53
2.2.4 Perforation et stimulation par fracturation hydraulique	60
2.3 <i>Décision d'investissement, contrat pétrolier et fiscalité</i>	66
2.3.1 Principes du calcul économique.....	66
2.3.2 Contrats d'exploitation.....	70
2.3.3 Fiscalité.....	72

2.4	<i>Développement et production</i>	78
2.4.1	Production de <i>shale gas</i> , <i>tight gas</i> et <i>CBM</i>	78
2.4.2	Monitoring.....	83
2.4.3	Intervention de puits.....	83
2.4.4	Techniques de stimulation secondaire.....	83
2.4.5	Démantèlement et réhabilitation.....	84
3.	Transport, stockage et commercialisation	85
3.1	<i>Débouchés du gaz non conventionnel</i>	85
3.1.1	Production non commercialisée.....	86
3.1.2	Utilisation du gaz naturel.....	95
3.1.3	Utilisation des liquides de gaz naturel et condensats.....	96
3.1.4	Utilisation du pétrole brut associé.....	98
3.2	<i>Transport et stockage</i>	98
3.2.1	Transporter le gaz naturel.....	103
3.2.2	Stockage de gaz naturel.....	103
3.2.3	Transporter les liquides de gaz naturel et les condensats.....	104
3.3	<i>Commercialisation</i>	104
3.3.1	A qui commercialiser sa production ?.....	104
3.3.2	Types de contrats de commercialisation.....	105
3.3.3	Rôle du transport.....	105
3.3.4	Contrat de commercialisation du gaz naturel.....	106
3.4	<i>Marchés gaziers</i>	106
3.4.1	Histoire du développement du gaz naturel.....	108
3.4.2	Principaux marchés gaziers.....	108
4.	Coûts de production du gaz non conventionnel – Exemples et simulations	115
4.1	<i>Coûts de production</i>	115
4.1.1	Rappel des différents coûts et facteurs influents.....	117
4.1.2	Évolution des coûts et de la valeur de la production.....	121
4.1.3	Manque de visibilité et contraintes de marché.....	121
4.1.4	Coûts à l'international.....	122
4.2	<i>Shale gas – Exemples de coûts aux USA</i>	124
4.2.1	Coûts de production aux États-Unis.....	124
4.2.2	Exemple de coût de production – Eagle Ford.....	127
4.3	<i>Shale gas – Exemples de rentabilité</i>	128
4.3.1	Calcul de rentabilité – exemple sur Marcellus.....	128
4.3.2	<i>Shale gas</i> – simulation au Royaume-Uni.....	131
4.4	<i>CBM et CMM – Coûts</i>	132
4.4.1	Coûts d'exploitation des <i>CBM</i> en Amérique du Nord.....	132
4.4.2	Impact d'une politique carbone sur un projet de <i>CMM</i>	133
4.5	<i>Tight gas – Simulation sur le permis de Khazzan à Oman</i>	133
4.5.1	Contexte.....	133
4.5.2	Histoire du permis.....	133

6. Bilan économique du gaz non conventionnel

4.5.3	Hypothèses.....	133
4.5.4	Répartition de la rente et point de rentabilité.....	135
5.1	<i>Contribution de l'énergie à l'économie mondiale</i>	137
5.1.1	Part de l'énergie dans l'économie mondiale.....	137
5.1.2	Poids des acteurs pétroliers.....	139
5.1.3	Recettes pétrolières directes pour les États.....	140
5.1.4	Retombées économiques et fiscales.....	141
5.1.5	Impacts de l'énergie sur la balance commerciale et la monnaie.....	143
5.2	<i>Impacts sur les marchés financiers</i>	144
5.2.1	Effet du gaz non conventionnel sur le marché gazier en Amérique du Nord.....	144
5.2.2	Impact du gaz non conventionnel sur le marché gazier européen.....	144
5.2.3	Impact du <i>shale gas</i> sur le marché GNL asiatique.....	145
5.2.4	Impact du <i>shale gas</i> sur la production gazière.....	147
5.2.5	Impact du <i>shale gas</i> sur les routes de transport.....	147
5.2.6	Scénarios de prix du gaz.....	148
5.3	<i>Impacts sur les marchés du charbon, de l'électricité et du pétrole</i>	149
5.3.1	Compétition gaz / charbon / électricité.....	150
5.3.2	Lien gaz / huile, LGN.....	151
5.4	<i>Répartition de la « rente » du gaz non conventionnel</i>	152
5.4.1	Typologie des retombées économiques.....	152
5.4.2	Séquence des impacts économiques.....	153
5.4.3	Difficultés d'anticiper l'impact économique.....	155
5.4.4	Exemples de répartition de la rente gazière entre État, exploitants et consommateurs.....	155
5.5	<i>Impacts économiques directs pour l'industrie pétrolière et gazière</i>	157
5.5.1	Investissements mondiaux dans le <i>shale gas</i>	157
5.5.2	Profitabilité.....	158
5.5.3	Nouveaux acteurs du gaz non conventionnel.....	160
5.5.4	Emplois dans l'activité pétrolière.....	160
5.6	<i>Effets induits sur les consommateurs d'énergie</i>	165
5.6.1	Facteur de compétitivité pétrochimique.....	165
5.6.2	Facteur de compétitivité industrielle.....	165
5.6.3	Impacts pour les consommateurs finals.....	166
5.7	<i>Externalités négatives</i>	167
5.7.1	Impact sur l'agriculture et le tourisme.....	168
5.7.2	Impact sur les routes et la valeur du foncier.....	168
5.7.3	Impact sur les émissions de gaz à effets de serre.....	168

6. Stratégie des acteurs	171
6.1 Catégories de compagnies pétrolières (et gazières)	171
6.1.1 Secteurs d'activité.....	171
6.1.2 Classification des compagnies.....	172
6.2 1998-2014 : développement des compagnies	
dans les tight gas, CBM et shale gas.....	176
6.2.1 1970's – Au commencement, l'innovation.....	177
6.2.2 Années 2000 – Les développeurs visionnaires.....	177
6.2.3 Mi-2000 – Le rattrapage des grand indépendants.....	177
6.2.4 2008 – Premières difficultés de financements.....	178
6.2.5 2008 – Les <i>super majors</i> prennent le virage.....	178
6.2.6 2010... – Internationalisation et partage des compétences	
pour les compagnies nationales (NOC).....	182
6.2.7 2012 et 2014 – <i>Shale gas</i> : la période des doutes.....	184
6.3 2014 – Le gaz non conventionnel, voué à rester stratégique	185
6.3.1 Acquérir de précieuses ressources.....	185
6.3.2 Concentrer ses efforts sur les <i>sweet spots</i>	186
6.3.3 Remonter la chaîne.....	188
6.3.4 Chercher la profitabilité à l'international.....	190
6.3.5 Capitaliser sur un savoir-faire et baisser les coûts.....	190
6.4 Dix erreurs à éviter pour développer	
du gaz non conventionnel.....	191
6.4.1 Négliger la phase d'études et de tests.....	191
6.4.2 Conserver une organisation « conventionnelle ».....	191
6.4.3 Saturer son marché.....	192
6.4.4 Subir les risques de surface.....	192
6.4.5 Négliger les sources de financement.....	192
6.4.6 Figurer son domaine minier.....	194
6.4.7 Laisser dériver les prix.....	194
6.4.8 Perdre le contrôle sur les opérations.....	194
6.4.9 Subir une fiscalité inadaptée.....	195
6.4.10 Susciter la méfiance des populations.....	195
6.5 Liste des principaux opérateurs de gaz non conventionnel	196
6.5.1 <i>Majors</i>	196
6.5.2 Grandes indépendantes (> 10 Md USD).....	197
6.5.3 « Petits » indépendants (< 10 Md USD).....	199
6.5.4 National Oil Company (NOC).....	203
6.5.5 Conglomérats industriels, <i>utilities</i> et autres investisseurs.....	204
6.6 Liste de sociétés de services pétroliers présentes	
dans les gaz non conventionnels.....	205
6.6.1 Acteurs de la géologie et de la géophysique.....	205
6.6.2 Acteurs du forage.....	205
6.6.3 Acteurs des services de forage, de production	
et hydro-fracturation.....	205
6.6.4 Équipements et fournisseurs de produits.....	206

6.6.5 Sociétés de construction et d'ingénierie.....	206
6.6.6 Autres secteurs.....	206
7. Milan environnemental	207
7.1 Impact environnemental – Le bon logiciel	207
7.1.1 Un impact environnemental globalement favorable.....	207
7.1.2 Des inquiétudes locales justifiées.....	207
7.1.3 Séparer le bon grain de l'ivraie.....	207
7.1.4 Besoin d'une réglementation adaptée.....	209
7.2 Perturbations de surface	209
7.2.1 Bruit et activité.....	209
7.2.2 Empreinte visuelle.....	211
7.3 Consommation d'eau	213
7.3.1 Quantité d'eau nécessaire.....	213
7.3.2 Approvisionnement en eau.....	214
7.4 Impact sur les eaux souterraines	215
7.4.1 Impact du forage et de la production.....	215
7.4.2 Impact lors de la fracturation.....	218
7.4.3 Gestion des eaux usées et manipulation	
des produits chimiques.....	221
7.5 Activité sismique	222
7.5.1 Sismique.....	223
7.5.2 Fracturation hydraulique.....	223
7.6 Émissions de gaz à effet de serre et pollution de l'air	224
7.6.1 Émissions de gaz à effet de serre.....	224
7.6.2 Comparaison avec d'autres énergies.....	222
7.7 Réglementation et principes de précaution	226
7.7.1 Grands principes de précaution.....	226
7.7.2 Surveillance et étude d'impact.....	227
8. Débat	229
8.1 Contexte	229
8.1.1 Critique du progrès et du risque.....	229
8.1.2 Pétrole : des <i>a priori</i> négatifs.....	230
8.1.3 Pouvoir et contre-pouvoir.....	231
8.2 Questions du débat	231
8.2.1 Principe de précaution et industrie.....	231
8.2.2 <i>Shale gas</i> , simple bulle ou <i>game changer</i> ?.....	233
8.2.3 Le gaz non conventionnel est-il nocif ?.....	234
8.2.4 Fracturation hydraulique :	
facteur d'indépendance ou de dépendance ?.....	236
8.2.5 Gaz non conventionnel, un outil de progrès.....	238
8.3 Protagonistes du débat	238
8.3.1 Associations écologiques et collectifs anti-fracturation.....	238

8.3.2	Acteurs des gaz non conventionnels (pétroliers, parapétroliers et organisations représentatives)	239
8.3.3	Grands consommateurs d'énergie et organisations professionnelles.....	241
8.3.4	Organisations internationales et pays exportateurs	241
8.4	<i>Tour d'horizon des débats sur le gaz non conventionnel</i>	242
8.4.1	Débat aux États-Unis	242
8.4.2	Débat en Europe.....	244
8.4.3	Débats dans le reste du monde	247
8.4.4	Publications, documentaires et films.....	248

9. Panorama mondial

9.1	<i>Panorama de la production de gaz non conventionnel</i>	251
9.1.1	Production gazière non conventionnelle	251
9.1.2	Production de <i>shale gas</i>	252
9.1.3	Production de <i>CBM</i> et <i>CMM</i>	252
9.1.4	Production de <i>tight gas</i>	252
9.2	<i>Scénarios de développement du gaz non conventionnel</i>	253
9.2.1	Difficultés à établir des scénarios	253
9.2.2	Scénarios de production de gaz non conventionnel	255
9.2.3	Commentaires sur les scénarios	258
9.3	<i>Amérique</i>	260
9.3.1	Argentine	260
9.3.2	Canada	263
9.3.3	États-Unis.....	266
9.3.4	Autres (Brésil, Bolivie, Chili, Colombie, Mexique, Paraguay, Uruguay, Venezuela).....	268
9.4	<i>Europe – Asie centrale</i>	270
9.4.1	Pologne	270
9.4.2	Royaume-Uni.....	273
9.4.3	Ukraine.....	276
9.4.4	Autres.....	278
9.5	<i>Asie Pacifique</i>	280
9.5.1	Australie.....	280
9.5.2	Chine.....	283
9.6	<i>Autres (Inde, Indonésie, Pakistan)</i>	285
9.6.1	Inde	285
9.6.2	Indonésie.....	285
9.6.3	Pakistan	285
9.7	<i>Afrique et Moyen-Orient</i>	286
9.7.1	Afrique du Sud.....	286
9.7.2	Algérie	288
9.7.3	Autres (Arabie Saoudite, Égypte, Iran, Jordanie, Lybie, Maroc, Oman, Tunisie).....	289

10. Annexes

10.1	<i>Lexique</i>	291
10.2	<i>Unités</i>	292
10.3	<i>Facteurs de conversion</i>	293
10.4	<i>Sources</i>	296

11. Index

11.1	<i>Pays</i>	303
11.2	<i>Compagnies pétrolières</i>	305
11.3	<i>Mots-clés</i>	307



GAZ DE SCHISTE :

LA NOUVELLE DONNE ÉNERGÉTIQUE

Enjeux techniques, économiques, écologiques et géostratégiques

« Gaz de schiste : la fin » ; « Le mirage évanoui » ; « Des coûts de production élevés » ; « Le gaz de schiste vous rend heureux » ; « Miracle en Californie » ; « Le gaz de schiste sauve l'industrie américaine »...

Le développement des gaz de schiste est au cœur des débats. Toutefois le sujet et ses enjeux restent difficiles à appréhender. Les nouvelles contradictoires se télescopent tandis que la rhétorique et la posture se substituent trop souvent à l'expertise et à l'objectivité.

Dépassionnant le débat et au terme de deux années d'une analyse approfondie, l'auteur lève le voile sur l'industrie du gaz de schiste et explique, pas à pas, comment cette ressource transforme en profondeur le monde énergétique et les rapports de force économiques et géopolitiques.

Destiné à un public de spécialistes, décideurs politiques ou simples citoyens, cet ouvrage apporte des réponses claires, argumentées et chiffrées aux questions qui agitent le débat : combien d'éoliennes pour remplacer une production de gaz de schiste ? Quels sont les risques environnementaux ? Comment les éviter ? Quelles retombées économiques pour les consommateurs, les industriels ou les États ? Quel est l'impact du gaz de schiste sur le prix de l'énergie ? Pourquoi les majors ont-elles raté le virage ? Pourquoi certains pays producteurs s'opposent au gaz de schiste ? Dans quels pays le gaz de schiste va-t-il se développer ?



Guillaume CHARON (gcharon@gmail.com) est un spécialiste des marchés énergétiques. Il est notamment en charge de l'économie du gaz non conventionnel, de la scène énergétique et de la stratégie des acteurs à IFP Training (groupe IFP Energies Nouvelles). Après avoir débuté sa carrière en tant qu'analyste financier services pétroliers, il a effectué de nombreuses missions de conseil

et de formation dans le domaine énergétique (Amérique, Moyen-Orient, Afrique, Europe) et sa collaboration à plusieurs publications de

Horizon Education



ISBN 978-2-7108-1146-6

www.editionstechnip.com



Editions TECHNIP