



Stéphanie RIVOAL



Élisabeth GUIGOU



Dominique RISTORI



Randa KASSIS

CHOISEUL



Choiseul

73

Notre avenir énergétique n'est pas gravé dans le marbre

Ingénieur des Mines, Docteur en physique, Philippe Charlez est responsable Développement des ressources non conventionnelles pour une grande compagnie pétrolière. Auteur de plusieurs ouvrages sur la mécanique des roches et de plus de 50 articles scientifiques, il a dernièrement publié Gaz et pétrole de schistes...en questions (Technip, septembre 2014), et Our Energy is not set in the Stone (Technip, juin 2014), dont la version française sera publiée en 2015.

L'énergie aliment « exogène » de la croissance

Si capital et travail sont les ingrédients de base de la croissance économique et la technologie le principal catalyseur endogène, l'énergie en est l'aliment exogène¹. Ce n'est donc pas un hasard si le concept de croissance n'est apparu qu'au début du XIX^e siècle quand l'homme a démontré que le feu des hommes préhistoriques pouvait lui fournir sans effort et à moindre coût ce travail qu'il avait dû durant des siècles soit effectuer lui-même avec labeur, soit soustraire à l'animal avec une affligeante inefficacité. Et, bien qu'il existe encore aujourd'hui de larges marges d'innovation technologiques

1. D. I. Stern, *Energy and Economic Growth*, Department of Economics, Sage 3208, Rensselaer Polytechnic Institute, 2003.

pour produire davantage de croissance avec moins d'énergie², l'intensité énergétique³ ne pourra à terme que converger vers un état asymptotique. Aussi faudra-t-il toujours plus d'énergie pour nourrir la croissance du futur.

En 2012⁴, le monde a consommé environ 100 Gbep d'énergie primaire⁵ dont 81 % d'énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon). Dans ce bouquet énergétique les hydrocarbures représentaient plus de la moitié de la consommation mondiale. En un peu plus d'un siècle, l'humanité aura ainsi brûlé plus de 40 % de son stock pétrolier et 30 % de son stock gazier⁶. Toutefois d'immenses ressources « non conventionnelles » ne sont pas aujourd'hui comptabilisées. Sous ce vocable, nous faisons surtout référence aux hydrocarbures de roches mère improprement appelés « gaz et pétrole de schistes ».

En tant que principal aliment de la croissance, les énergies fossiles ont régné sans partage sur notre société moderne depuis l'aube de la révolution industrielle. Aucune autre source crédible ne semble, à moyen terme, capable de leur contester ce pouvoir. En 2035, elles devraient toujours représenter de l'ordre de 75 % du bouquet énergétique mondial dont environ 50 % pour les hydrocarbures⁷.

2. Pour produire la même richesse, un ancien soviétique consomme en moyenne trois fois plus d'énergie qu'un Européen.

3. L'élasticité - revenu de l'énergie se mesure par l'intermédiaire de l'intensité énergétique. L'intensité énergétique est une mesure de l'efficacité énergétique d'une économie. Elle est définie comme le rapport entre la consommation d'énergie d'un pays et son produit intérieur brut. Plus ce chiffre est faible meilleure est son intensité énergétique.

4. IEA, *Key World Energy Statistics*, 2012. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/kwes.pdf>.

5. Soit plus du double de 1973, année du premier choc pétrolier.

6. Y. Mathieu, *Le dernier siècle du Pétrole? La vérité sur les réserves mondiales*, Editions Technip, 2011; *World Energy Outlook 2012*, <http://www.iea.org/>; Association for the Study of the Peak Oil, <http://aspoFrance.viabloga.com/texts/documents>, http://aspoFrance.viabloga.com/files/JL_cream_end2007.pdf.

7. IEA, *World Energy Outlook*, 2012. www.iea.org. Ce scénario de référence est également appelé « Scénario des politiques actuelles » car il n'implique pas de changements majeurs dans les politiques énergétiques mondiales, en particulier la mise en œuvre de certaines résolutions du Sommet de Copenhague de 2009 sur le changement climatique.

Satisfaire à cette demande nécessitera à la fois de limiter le déclin du « socle » constitué par les champs en production, de développer à un rythme soutenu un maximum de réserves contingentes déjà identifiées et de réaliser de nouvelles découvertes.

Si les réserves de pétrole et de gaz restent suffisamment abondantes, l'industrie pétrolière et gazière sera-t-elle capable de développer et de produire économiquement et à un rythme suffisant de nouvelles ressources techniquement de plus en plus complexes, souvent situées dans des pays politiquement instables et ce face à des parties prenantes de plus en plus exigeantes en termes de sécurité industrielle, d'environnement et de perspectives sociétales ? En particulier, la production de ressources non conventionnelles qui pourrait différer les pics pétrolier et gazier de plusieurs dizaines d'années résisteront t'elles aux lobbies politiques et environnementaux ? La gestion pertinente de ces facteurs critiques apparaît donc comme l'une des clés pour assurer le « graal de la croissance ».

Cet article analyse l'ensemble de ces facteurs critiques de nature technique, politique, économique, sociale et humaine qui contribueront à accélérer ou à retarder, d'une part, la maintenance et le redéveloppement des champs matures, et d'autre part la découverte et le développement de ressources nouvelles qu'elles soient conventionnelles ou pas.

Les grands défis de l'industrie pétrolière et gazière à l'horizon 2035

Limiter le déclin du socle

La majorité des champs pétroliers et gaziers mis en production depuis le début du XX^e siècle (Ghawar en Arabie Saoudite, Hassi Messaoud en Algérie) sont toujours en activité. Ils contribuent activement à la production mondiale. En particulier, le « socle pétrolier » qui recèle 1 850 Gbep de réserves ultimes (dont 1 000

Gbep restent à produire) décline en moyenne de 3,5 % à 4 % par an. Ralentir son déclin et augmenter la récupération ultime⁸ apparaissent comme un premier défi majeur.

Si les investissements requis pour «revitaliser» un champ mature représentent seulement entre 15 % et 25 % de ceux requis pour le développement initial, la production d'un nouveau champ sera toujours largement supérieure à celle résultant de la revitalisation d'un champ mature. De ce fait, le coût du baril supplémentaire produit pourra s'avérer très élevé par rapport à celui d'un nouveau projet. Ainsi, de nombreux champs matures de taille réduite ne pourront être revitalisés. Certaines clauses (bonus de production, fiscalité attractive) des contrats passés entre les compagnies et les États hôtes pourront encourager ces investissements. Par contre, toute hésitation ou retard à renouveler certaines licences contribueront à ralentir, reporter ou même supprimer certains projets de revitalisation.

Finalement, les ressources financières, techniques et humaines étant forcément limitées, les pays producteurs et les compagnies internationales devront effectuer des choix stratégiques entre la revitalisation de champs matures et le développement de champs nouveaux.

Développer des champs de plus en plus complexes

Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les huiles de surface représentaient la principale source de production d'hydrocarbures. C'est l'invention du forage rotatif qui va jeter les bases de l'industrie pétrolière moderne. Couplé à l'utilisation de la sismique, il permet durant la première moitié du XX^e siècle de découvrir et de développer, grâce à des puits verticaux faiblement espacés des champs géants *onshore* aux États-Unis, au Moyen-Orient, en ex-URSS et en

8. Chaque % de récupération supplémentaire du socle représente de l'ordre de 60 Gbep soient deux ans de production mondiale.

Afrique du Nord. Ainsi entre 1900 et 1970, 1 300 Gbbls de pétrole, réputés faciles, furent-ils découverts et développés. Produit presque exclusivement par les *International Oil Company* (IOC) à un coût modique, sous conditions contractuelles favorables et sans règle contraignante, ce pétrole sera l'« aliment » majeur de la croissance miracle des « trente glorieuses ».

À partir du milieu des années 1970, l'augmentation substantielle des cours faisant suite aux deux chocs pétroliers permettent à l'industrie pétrolière et gazière de lancer les développements *offshore* conventionnels⁹ en Mer du Nord, dans le Golfe du Mexique, en Afrique occidentale et au large du Brésil. Mais, à partir de la seconde moitié des années 1990, la demande nouvelle des pays émergents demande de repousser à nouveau les frontières.

La fin du XX^e siècle coïncide avec les premiers développements en *offshore* profond (Afrique de l'Ouest, Golfe du Mexique et Brésil). En moins de dix ans, la production de l'*offshore* profond aura quintuplé. D'ici 2020, leur contribution devrait doubler pour atteindre 10 % de la production mondiale. Pour la prochaine décennie, le gaz contribuera significativement à la croissance de l'*offshore* profond. Distants de plusieurs centaines de kilomètres des côtes, la valorisation de ces gisements nécessitera des sauts technologiques majeurs.

Soucieuses de repousser une nouvelle fois les frontières, l'industrie pétrolière s'attaque au début du XXI^e siècle aux zones arctiques et subarctiques. Les « grands froids » se caractérisent par des températures hivernales extrêmes associées à des vents très violents. Ces conditions extrêmes demandent de s'accommoder de la banquise *offshore* et du permafrost *onshore*. Ainsi, par exemple, dans certaines régions subarctiques (Baie d'Hudson, Nord de la Mer Caspienne, lac Baïkal) une banquise tabulaire de 0,5 à 1 m couvre-t-elle complètement l'étendue d'eau durant 5 à 6 mois par an.

9. Conventionnels car sous faible profondeur d'eau, de l'ordre de 100 m.

Un autre enjeu majeur est de valoriser des gisements de gaz trop éloignés ou trop petits pour être développés économiquement. La transformation physique (GNL) ou chimique (GTL) du gaz en petites proportions apparaissent comme des alternatives attractives.

Enfin, avec les hydrocarbures non conventionnels (huiles extra lourdes aux viscosités démesurées¹⁰, pétrole et gaz de schistes aux perméabilités infinitésimales¹¹) l'industrie pétrolière s'attaque à des gisements aux propriétés extrêmes. Ce nouvel eldorado s'est développé en Amérique du Nord à une vitesse déconcertante et sous certaines conditions s'exportera dans d'autres régions du monde.

Atteindre l'excellence en sécurité

Aujourd'hui, la sécurité est devenue un élément clé tout aussi important que les performances économiques. D'ailleurs, économicité et sécurité vont de pair, de bonnes performances opérationnelles étant toujours corrélées avec de bons résultats de sécurité.

La détérioration de la sécurité d'un actif résulte de la combinaison de facteurs techniques, méthodologiques et humains. S'y rajoutent des facteurs aggravants telles les mauvaises conditions climatiques, l'utilisation erronée d'un équipement ou la prise de risque d'un personnel insuffisamment formé. Atteindre l'excellence en sécurité est avant tout une affaire de transparence et d'honnêteté. Car, si la protection individuelle est un réflexe instantané de survie, à moyen terme, elle se traduit par une perte de réputation et de confiance. Un système de gestion de la sécurité doit encourager la transparence en équilibrant de façon subtile les mesures incitatives et punitives. Inspiré par l'exemple il demande un engagement sincère et total du top management. Ce déficit de transparence existe surtout là où la « culture de la peur » reste de mise (i.e. ex Union soviétique).

10. Jusqu'à un million de fois plus visqueux que le pétrole des réservoirs conventionnels.

11. Dix à cent mille fois plus faibles que les perméabilités des plus mauvais réservoirs conventionnels.

Au cours des vingt dernières années, les indicateurs sécurité se sont améliorés de façon spectaculaire alors que dans le même temps la quantité d'heures travaillées était quintuplée. Si les activités liées à la construction et la production représentent une source significative d'incidents, le transport routier et aérien compte pour 40 % des accidents mortels.

Quel que soit la qualité de la prévention, un actif doit aussi être préparé à faire face à un incident grave (feu, explosion, nuage toxique, etc.) pour éviter toute escalade fatale. En cas de crise, l'inconnu apparaît comme un facteur anxiogène, la peur et la panique conduisent à des comportements irrationnels. Aussi, face à une situation de crise chacun doit être au faîte de son rôle et de ses responsabilités. Dans une crise majeure, les deux premières heures sont déterminantes. Si la sécurité a un coût, l'expérience passée et présente montrent clairement que le déficit de sécurité a une valeur négative bien supérieure en termes de réputation long terme.

Sécuriser la licence pour opérer

La croissance économique est un processus hautement dissipatif. Elle consomme chaque année «à crédit» 50 % de plus que la planète ne peut lui offrir. En moins de 200 ans, l'humanité aura consommé un stock d'hydrocarbures qui mettra des dizaines de millions d'années à se régénérer.

Si la première crise pétrolière fût avant tout un choc économique et social, elle représente aussi un tournant environnemental. La possible pénurie d'énergie, les marées noires et la problématique des Gaz à effet de serre (GES) vont progressivement forger une prise de conscience dans l'opinion publique. Croissances démographique et économique ne pourront conduire à une diminution des émissions qu'en réduisant l'intensité énergétique ou en remplaçant les combustibles à haut pouvoir (charbon et pétrole) par des combustibles à pouvoir réduit (gaz) voire nul (nucléaire ou renouvelables). Sur ce dernier point, la prochaine décennie sera décisive.

En permanence sous les « feux de la rampe », l'industrie pétrolière et gazière a, au cours des 30 dernières années, réalisé d'énormes efforts pour atténuer l'impact négatif de ses activités sur l'environnement. Les puits sont construits de façon rigoureuse et leur intégrité surveillée avec précaution, les eaux de production et les boues de forage scrupuleusement traitées et tous les nouveaux développements sont réalisés sans brûler le gaz associé. Quant aux installations matures, elles sont progressivement mises en conformité. L'industrie pétrolière est aussi l'un des précurseurs de la réinjection de CO₂. L'impact en surface a été fortement minimisé grâce à l'émergence des forages déviés et horizontaux. À quantité d'énergie moyenne égale, les panneaux solaires et les éoliennes nécessitent en moyenne 30 fois plus de surface au sol que des puits pétroliers. La prise de conscience environnementale a aussi poussé les pays producteurs et les IOC à provisionner dès le début de la phase de production des fonds dédiés à l'abandon des puits.

Réduire les risques de pollution passe par un design, une construction et une maintenance scrupuleuses. Cela nécessite un grand nombre de systèmes de contrôle, de surveillance, de détection et d'arrêt automatique d'urgence. Ce sont aussi des procédures claires, un système de permis de travail bien établi, des audits externes réguliers et un personnel bien formé possédant une culture environnementale forte. En particulier, des équipes dédiées participeront à des exercices réguliers de moyenne ou grande ampleur pour être prêts à répondre correctement à des incidents potentiels et éviter toute escalade.

Parallèlement, à l'environnement s'est développée une conscience sociétale. Les revenus du pétrole et du gaz ne doivent plus accoucher d'économies de rente profitant à une élite corrompue mais d'une économie durable profitant aux populations. À l'habituel trio d'actionnaires (États, *National Oil Company* et IOC) viennent se greffer de nouveaux acteurs étroitement concernés par le développement des ressources. Pour des raisons évidentes, on les

appelle « parties prenantes ». Si les IOC sont aguerries à négocier avec les autorités de tutelle, leur engagement vis-à-vis des autres parties prenantes n'est pas enracinée dans leur culture. Reposant sur le principe « gagnant-gagnant », la stratégie d'engagement considère ces parties prenantes comme de véritables partenaires dont les attentes doivent être satisfaites au-delà des propres intérêts de l'IOC. Pour être crédible, cette dernière devra pratiquer une gouvernance exemplaire et transparente.

La réputation est ainsi devenue une composante clé de l'acceptabilité des projets. Tout déficit peut retarder le lancement d'un projet, particulièrement dans ce secteur de l'énergie où l'opinion publique se réfugie volontiers derrière le principe de précaution.

Donner de l'énergie à l'énergie

L'efficacité et l'innovation requièrent d'attirer, de former et de développer un capital humain de talents. Pour l'industrie pétrolière, les disciplines technologiques et scientifiques sont un pré-requis pour répondre à la complexité des futurs développements. Pour faire face à la demande croissante, elle devra au cours des dix prochaines années recruter cent mille personnes¹².

Depuis le milieu des années 1980, l'industrie pétrolière est confrontée notamment dans les domaines du STEM¹³ à une pénurie de talents. Perçue comme égoïste, dangereuse, nuisible pour l'environnement et à faible contenu technologique, elle peine à attirer une génération qui s'appuie sur des critères de sélection de carrière, des styles d'apprentissage et une culture travail très différents de leurs aînés.

Elle souffre d'un déficit d'image, d'un déséquilibre d'âge et de genre. Les seuls pays développés ne pourront résoudre ce problème

12. Deloitte O&G survey (2010).

13. STEM = *Sciences, Technology, Engineering, Mathematics*.

de « peak old ». Seule la jeune population des pays émergents pourra y suppléer. Le contenu local n'est pas seulement un problème sociétal. C'est d'un défi démographique majeur.

Un autre problème est la spécificité des métiers (forage, géologie, ingénierie de réservoir) qui réclament des compétences très spécifiques et exigent de nombreuses années d'expérience qui une fois acquises ne sont pas exportables. Une incompatibilité avec l'impatience des jeunes générations.

Enfin, l'expatriation qui faisait jadis recette attire moins les jeunes familles dont le partenaire ne peut aisément exporter son niveau d'emploi élevé. Comparée à d'autres, le pétrole ne concilie pas aisément travail et famille.

Pour rectifier son image, l'industrie pétrolière et gazière doit d'abord mieux communiquer sur ses technologies de pointe ainsi que sur ses performances spectaculaires en matière de sécurité et d'environnement souvent occultées par des médias partisans d'un certain dogmatisme écologique.

Attirer et retenir des talents exige aussi de proposer des carrières attractives offrant un large potentiel d'évolution à la fois dans les disciplines techniques traditionnelles (géosciences, forage, production, construction), le business & développement et les activités de support (sécurité & environnement, développement durable, finances, informatique et ressources humaines). Contrairement aux *baby boomers* qui avaient un sens aigu de la hiérarchie, les nouvelles générations réclament un style de management davantage collaboratif.

Dans un secteur traditionnellement dominé par les hommes, le concept de diversité et de genre a enfin trouvé sa place. Pour preuve, la main-d'œuvre féminine inférieure à 40 ans est le triple de celle des *baby boomers*. La machine s'est même emballée : au cours du premier trimestre 2013, la moitié des nouveaux emplois a été octroyée aux femmes. Des quotas imposés au congé parental universel à salaire

plein, de nombreuses approches ont été mises en œuvre pour attirer et retenir les femmes.

Enfin, au-delà d'un impératif démographique, d'une exigence légale et d'un objectif de développement durable, développer le contenu local est devenu pour les IOC un avantage concurrentiel. Réduire le personnel expatrié et augmenter le contenu local est un jeu « gagnant gagnant ». Il réduit les coûts, améliore l'adhésion des parties prenantes, construit un climat d'investissement plus stable et à long terme sécurise la licence. Sa mise en œuvre se confronte à des difficultés à la fois techniques, financières, HSE, organisationnelles et éthiques.

Notre avenir énergétique n'est pas gravé dans le marbre

Les grands événements géopolitiques prennent toujours le monde au dépourvu. Et sur ce point, il est frappant d'observer la constance avec laquelle nous sommes amnésiques considérant avec beaucoup de légèreté que l'histoire « ne se répète pas ». À bien des égards, le Printemps arabe est un *remake* de la révolution iranienne. Il révèle l'immaturité des diplomaties occidentales.

Toutes dirigées par des Sunnites, les six monarchies du Golfe produisaient en 2012 24 % de la production pétrolière et 11 % de la production gazière mondiale. Elles recèlent 30 % et 22 % des réserves conventionnelles. Le risque qu'elles versent à leur tour dans une révolution incontrôlée et assèchent le robinet du pétrole n'apparaît pas crédible.

Le potentiel de croissance pétrolière de l'Irak est immense. Les risques géologiques y sont faibles et les coûts peu élevés. Mais, depuis 30 ans, l'instabilité politique entrave son développement. L'émergence de l'État islamique et l'engagement des pays occidentaux dans ce qui ressemble à une « troisième guerre du golfe » est de mauvaise augure.

En 2012, la Chine consommait 22 % de l'énergie primaire mondiale et émettait plus d'un quart des GES. Pour retrouver son rang de première puissance économique mondiale, la Chine aura besoin de beaucoup d'énergie. Sa production autochtone restant bien en dessous de ses besoins, l'énergie pourrai-t-elle à terme devenir un inévitable frein à sa croissance ? Alors qu'en 2000, la Chine et l'Inde n'importaient que 15 % du pétrole du Moyen Orient, à l'horizon 2035, ce chiffre atteindra 75 %. La Chine deviendra de loin le premier client des monarchies du Golfe alors que les États-Unis dont les importations auront diminué de 75 % y perdront de leur influence.

La Russie était en 2012 le premier producteur de pétrole et le second producteur de gaz. Grâce à de nouvelles ressources gigantesques de gaz situées en régions arctiques supposées prendre le relai des champs matures, la Russie restera largement exportatrice de gaz.

Cours records des hydrocarbures, impact décevant de la seconde guerre du Golfe pour relancer la production irakienne et dépendance énergétique de moins en moins maîtrisée sont autant de facteurs qui ont incité les américains à se lancer à la conquête des gaz et pétrole de schistes. Ce n'est pas l'amont qui en a récolté les fruits mais les activités aval bénéficiant de l'effondrement des prix du gaz. Les gains en compétitivité qui se sont avérés spectaculaires ont enclenché une dynamique industrielle globale avec de nombreux emplois à la clé. Durant la période 2006 à 2012¹⁴, 1,75 millions d'emplois ont été créés. Et, tandis que les États-Unis redevenaient « une terre de croissance » inédite, la production européenne a stagné. On peut, dans un avenir proche, craindre que l'industrie pétrochimique européenne se délocalise avec comme conséquence des pertes considérables d'emplois.

14. *The economic and employment contributions of shale gas in the United States*, IHS Global Insight, décembre 2011.

Enfin, les États-Unis ont engagé un déplacement significatif de leur génération électrique du charbon vers le gaz réduisant de 13 % leurs GES. Dans le même temps, suite à l'effondrement des cours du charbon, l'Europe ouvre des centrales à charbon et voit ses émissions repartir à la hausse. Dès 2017, les États-Unis deviendront exportateurs de Gaz naturel liquéfié (GNL). À l'horizon 2030, leurs exportations pourraient représenter 25 % de la capacité mondiale de GNL. L'exportation de GNL vers les marchés européens obligeront les Russes à revoir leur stratégie en exportant vers la Chine.

L'AIE estime que les ressources techniques mondiales récupérables seraient de 1 200 Gbep pour le gaz de schistes et de 347 Gbbls pour le pétrole de schistes. Hors Amérique du Nord, les principaux gisements gaziers se trouveraient en Chine, en Argentine, en Australie et en Afrique du Sud alors que pour le pétrole, c'est la Russie qui recèlerait les plus importantes ressources suivie de la Chine et de l'Argentine. Les hydrocarbures non conventionnels pourraient théoriquement doubler les réserves de gaz et accroître de 20 % les réserves de pétrole. Ces évaluations doivent toutefois être considérées avec la plus grande prudence dans la mesure où elles reposent sur des calculs simplistes et ne prennent pas en compte les contextes économique, politique et culturel.

On estime qu'en 2011 et 2012, les cours du baril ont amputé la croissance européenne de 0,6 % à 0,8 %¹⁵. Et pourtant, chaque pays européen, continue de construire sa propre stratégie. Pendant que l'Allemagne se retire du nucléaire mais recommence à importer du charbon, le président français ferme définitivement le dossier « gaz de schistes ». De son côté le gouvernement britannique adopte « la fiscalité la plus favorable au monde pour encourager sur son sol le développement des hydrocarbures non conventionnelles »¹⁶. Si

15. <http://www.insee.fr/fr/ffc/iana/iana7/iana7.pdf>.

16. *Le Figaro* « Cameron prend position pour les gaz de schistes », 14 août 2013.

l'Europe souhaite renouer avec une croissance durable elle se doit de limiter ne fut-ce que partiellement sa facture énergétique. Sa capacité à développer les gaz et pétrole de schistes qu'elle recèlerait en sera une composante essentielle.

Un flux pétrolier du Moyen-Orient vers l'Inde et la Chine, des NOC chinoises supplantant les IOC américaines au Moyen-Orient, des flux gazier et charbonnier des États-Unis vers l'Europe, des États-Unis presque autosuffisants satisfaisant des objectifs d'émission qu'ils n'ont pas signé et une Europe s'en écartant malgré elle, une Russie en panne de débouchés externes pour son gaz dans un marché du GNL inondé...

Notre avenir énergétique n'est pas gravé dans le marbre.

RÉSUMÉ

Si la technologie est un incontestable catalyseur de progrès, l'énergie en est l'inéluctable « aliment de base ». Depuis la révolution industrielle, la croissance économique s'est nourrie d'abord de charbon puis de pétrole et de gaz. À l'horizon 2035, la part des énergies fossiles dans le mix énergétique mondial restera supérieure à 75 %. Si les réserves sont suffisamment abondantes, l'industrie pétrolière sera-t-elle pour autant capable de développer et de produire à un rythme suffisant de nouvelles ressources techniquement de plus en plus complexes, souvent situées dans des pays politiquement instables et ce face à des parties prenantes de plus en plus nombreuses et exigeantes en termes de sécurité industrielle, d'environnement et de perspectives sociétales ? En particulier, les ressources non conventionnelles résisteront-elles aux lobbies politiques et environnementaux ? Cet article analyse l'ensemble des facteurs critiques de nature technique, géopolitique, économique, sociale et humaine qui pourraient contribuer à accélérer ou retarder d'une part la maintenance et le redéveloppement des champs matures, d'autre part la découverte et le développement de ressources nouvelles. Dans la mesure où à l'horizon 2035 le pétrole et le gaz représenteront toujours plus de la moitié de la consommation d'énergie primaire dans le monde, la gestion pertinente de ces facteurs critiques apparaît donc comme l'une des clés pour assurer au moins à court terme le « graal de la croissance ».

ABSTRACT

If technology is an undeniable catalyst for progress, then energy is its inevitable basic food. Since the industrial revolution, economic growth has been fuelled first by coal, then by oil and gas. All the indicators point to a world mix in which the fossil energy share will still top 75% by 2035. Even if there are enough oil and gas reserves to see us through the next three decades, will the industry be able to exploit and produce new resources that are increasingly complex to develop at a sufficient rate and which are often located in politically unstable countries? Not to mention the added challenge of the growing numbers of stakeholders who are increasingly insistent on industrial safety, environment and societal issues? In particular, will non-conventional resources, be able to withstand political and environmental lobbies? This article analyze all the critical factors (technical, political, economic, social and human) that could potentially accelerate or delay the maintenance and re-development of mature fields as well as the discovery and development of new conventional and unconventional resources. Insofar as in 2035, oil and gas still account for more than half of the world primary energy consumption, the appropriate management of these critical factors is crucial to ensuring, at least in the medium term, the "Grail of Growth".