

# Chocs et contre-chocs pétroliers (1960-2060)

*La question est à nouveau posée d'un troisième choc pétrolier, à plus ou moins long terme, qui serait le résultat d'une forte croissance de la consommation de combustibles fossiles. Au plus loin de ces visions simplistes, l'auteur propose une chronique de l'économie du pétrole sur un siècle qui obéirait à un scénario cyclique alternant phases de tension et répits.*

*Le débat est ouvert et, déjà, une certitude : l'énergie est de retour dans l'histoire.*

par **Pierre Radanne**,  
Mies

La question de l'approvisionnement des combustibles fossiles n'est pas nouvelle. Elle a été fortement débattue au tout début des années 70 (rapport du Club de Rome), période aussitôt suivie d'un « exercice pratique » avec les deux chocs pétroliers de 1973 et 1979.

La baisse des prix du pétrole de 1986 (contre-choc pétrolier) est venue ensuite infirmer les craintes alarmistes sur l'épuisement des ressources. Après cette date, ce sujet a fait l'objet d'un rejet. La hausse de la consommation pétrolière est supposée être compensée pour longtemps par une

meilleure exploitation des gisements existants et par la découverte de nouveaux. En outre, le contexte de surcapacité énergétique (notamment électrique), les bas prix des énergies et le contexte de dérégulation alimentent un sentiment général d'abondance.

Toutefois, ce thème connaît un retour dans les milieux pétroliers eux-mêmes. Les avis exprimés sur le sujet de l'épuisement des combustibles fossiles sont très divergents.

Pour les uns, les ressources probables de combustibles fossiles conventionnelles et non conventionnelles renvoient à plusieurs siècles les difficultés d'approvisionnement. Pour les autres, nous approchons maintenant du

moment historique où les productions pétrolières puis gazières vont atteindre leur maximum (entre 2015 et 2030). L'abondance de ressources protégerait donc de chocs énergétiques liés à l'approvisionnement.

Le texte qui suit cherche à combiner ces vues apparemment contradictoires.

## Un secteur au fonctionnement cyclique

Les ressources d'aucun des combustibles fossiles ne seront épuisées pendant ce siècle. Des gisements existent (pétrole non conventionnel,

charbon profond, hydrates de gaz) qui constituent des ressources considérables... mais dont les conditions d'extraction deviendront de plus en plus difficiles et coûteuses. Il faut donc évacuer la notion « physique »

d'épuisement des ressources et lui substituer une notion « économique » de potentiel de ressources relié à un niveau de coût. Dans cet état d'esprit, la notion de pic proche de la production pétrolière, elle non plus, n'a

guère de sens. Celle-ci peut en effet connaître plusieurs sommets de production pour des prix très différents à des périodes historiques très distantes.

Mais la diminution des ressources est réelle. Des zones d'exploitation sont déjà nettement sur le déclin (pétrole des Etats-Unis, de la Mer du Nord). Depuis déjà plus de 30 ans, la consommation pétrolière mondiale dépasse en volume le niveau des nouvelles découvertes. En outre, celles-ci sont faites dans des zones sans cesse plus difficiles d'accès (offshore profond, pétrole de l'Arctique, pétrole non conventionnel). La même évolution est probable pour le gaz et le

charbon à des horizons plus ou moins lointains, mais somme toute proches du point de vue de l'histoire d'une civilisation.

De fortes incertitudes existent sur les développements techniques. La littérature abonde

**Il faut évacuer la notion « physique » d'épuisement des ressources et lui substituer une notion « économique » de potentiel de ressources relié à un niveau de coût. Dans cet état d'esprit, la notion de pic proche de la production pétrolière, elle non plus, n'a guère de sens.**

de descriptions techniques de procédés permettant de valoriser des ressources profondément enfouies, de conditions d'extraction difficiles (viscosité, difficulté de confinement, à l'inverse, pour les hydrates de méthane) et de

forte pollution (teneurs en soufre, en impuretés). Ce qui importe ce n'est pas le coût découlant de l'une ou l'autre transformation technique, c'est le chaînage des difficultés qui fait l'accroissement global des coûts. Or les difficultés semblent s'enchaîner : difficultés d'extraction, temps de mise en œuvre, contraintes d'acheminement, difficultés de raffinage, dépollution, émissions additionnelles de gaz carbonique, pertes de méthane.

Le débat est finalement avant tout économique. Au plus loin des deux images contrastées - épuisement progressif des ressources et abondance des ressources non explorées ou non conventionnelles - une réalité

simple s'impose. Nous exploitons actuellement le plus facile, le pétrole et le gaz qui posent peu de difficultés techniques et environnementales. Dès que l'on dépassera l'exploitation de ces ressources, les besoins de capitaux pour engager les investissements comme les coûts grimperont, les contraintes de temps deviendront plus rigides. Voici venu le temps des chocs énergétiques d'un nouveau type, entre la facilité et la rareté.

La plupart des scénarios énergétiques de long terme partent d'une forte croissance de la consommation d'énergie, notamment à partir des pays en développement. Ils s'efforcent alors d'y répondre par un accroissement de l'approvisionnement (quitte à constater une difficulté à mobiliser autant de ressources). Malheureusement, une demande trop forte déclenchera un accroissement très important des ressources à extraire et se traduira par une forte hausse des prix, qui peut être insoutenable pour les pays en développement et finalement déboucher sur un niveau de la demande mondiale nettement plus bas. Il y a donc un lien très étroit entre demande et niveau des prix.

Le répit que nous connaissons découle de l'intense activité déployée en réponse aux chocs pétroliers des années 70, grâce

à des substitutions du pétrole par d'autres énergies, notamment le gaz. Il découle aussi des progrès d'efficacité énergétique.

L'un et l'autre se sont traduits par une baisse de la consommation de pétrole de la zone OCDE. Celle-ci a, à peine, trente ans plus tard, retrouvé son niveau de 1973.

Cette compression de la demande a été simultanément accompagnée par une augmentation de l'offre due à un effort important de prospection, notamment en dehors de la zone Opep, dans des zones difficiles jusqu'alors négligées, et due aussi à un progrès des techniques de récupération assistée qui permet de tirer plus de pétrole des gisements connus.

Le rapide rappel des causes du répit des prix du pétrole dont nous bénéficions aujourd'hui montre l'importance des conditions historiques et économiques : effort considérable d'investissement dans les années 70 et la première moitié des années 80 et, depuis, détente des tensions sur l'offre. La période récente met en évidence le caractère cyclique de l'économie du pétrole. Dès lors, l'idée d'une progression régulière des prix apparaît simpliste. D'où la tentative qui suit d'une chronique de l'économie du pétrole sur un siècle, de 1960 à 2060.

## Un exercice de chronique sur un siècle

### Le passé récent

#### 1960 – La rapide conversion des économies développées au pétrole

L'énergie de l'après-guerre a d'abord été le charbon (chauffage domestique, vapeur industrielle, production électrique). Ce n'est qu'au début des années 60 que le pétrole assure sa percée.

##### • Côté offre

Après les grandes découvertes de pétrole au Moyen-Orient avant et après guerre, le développement de la production pétrolière est assuré en particulier par les grandes compagnies anglo-néerlandaises et américaines. Simultanément, dès la fin des années 70, il se confirme que la production pétrolière américaine a atteint son pic de production.

##### • Côté demande

La chute des prix du pétrole lui assure un essor dans tous les secteurs consommateurs : dans les transports avec la progression du marché automobile, dans la production électrique à la place du charbon, et dans le chauffage domestique et la production de chaleur industrielle. Le pétrole présente par rapport au charbon une plus grande souplesse d'approvisionnement

et d'utilisation, notamment en termes de propreté.

Cette conversion au pétrole en une dizaine d'années a été massive. En 1973, l'approvisionnement énergétique de la France dépend à 68 % du pétrole.

#### 1973 – Une relation offre – demande découlant de tensions politiques

Les données principales du premier choc pétrolier sont : côté offre, une concentration de la production sur les ressources abondantes et peu chères du Moyen-Orient et côté demande, une très forte croissance de la consommation des pays industrialisés (qui connaissaient jusque-là des taux de croissance économiques annuels supérieurs à 5 %).

Derrière ces causes techniques internes au marché pétrolier, ce sont des raisons purement politiques qui ont provoqué ce premier choc pétrolier sur fond d'instabilité au Moyen-Orient (guerre du Kippour entre Israël et ses voisins arabes de 1973). Les pays producteurs veulent, après une décennie de décolonisation, mieux contrôler leurs ressources (gisements nationalisés, organisation de l'Opep comme cartel) et obtenir une plus grande part de la rente pétrolière. Cette hausse des prix trouve un écho d'autant plus favorable du côté des Etats-Unis, alors peu importateurs de pétrole, qu'une hausse des prix du pétrole pénalisera

davantage ses rivaux économiques (Europe et Japon).

*La réponse au premier choc pétrolier (1973)*

- La réponse au premier choc pétrolier est immédiate en termes de diversification d'approvisionnement, à la fois vers les autres énergies fossiles classiques (gaz, charbon), et par le lancement des programmes nucléaires en Europe et au Japon pour accroître l'indépendance énergétique.

- Simultanément, on assiste à une intensification de la prospection pétrolière et une mise en exploitation de gisements connus mais jusqu'alors jugés coûteux (Mer du Nord).

- L'émergence des politiques d'économie d'énergie sera plus lente. Jusque-là les ingénieurs s'intéressent avant tout à la production. C'est dans le secteur industriel et la construction neuve que seront engagés les premiers efforts massifs avec le soutien de l'Etat afin d'enrayer la perte de compétitivité de l'industrie française.

Ce choc pétrolier contribue au profond ralentissement économique et à la montée du chômage. Le taux de croissance moyen passe alors de 5 % par an à moins de 2 %.

*La réponse au second choc pétrolier (1979)*

Dans les années qui ont suivi le premier choc pétrolier, des

savoir-faire nouveaux ont été développés qui se trouveront intégrés dans les plans de réponse au second choc pétrolier : généralisation des efforts de maîtrise de l'énergie à tous les secteurs d'activité (résidentiel, tertiaire, transports), développement des énergies renouvelables et progrès des technologies gazières (cogénération, turbines à gaz).

- La réponse au second choc pétrolier a ainsi été très différente de celle opposée au premier. Les savoir-faire accumulés ont élargi l'espace des solutions. Le niveau des économies d'énergie réalisées pour l'année 1990 par rapport à 1973 a atteint en France 30 Mtep soit autant que l'électricité d'origine nucléaire. Depuis 1973, la consommation d'énergie finale n'a augmenté que de 28 Mtep.

*Le contre-choc pétrolier (1986)*

Le contre-choc pétrolier de 1986 découle directement des politiques mises en place après 1973.

• Côté offre

- Tout d'abord, les gisements pétroliers découverts ou mis en exploitation depuis 1973 ont permis de réduire le poids de l'Opep tandis que la demande des pays de l'OCDE a baissé, entraînant une forte chute des prix (qui retrouvent leur niveau d'avant 1973).

- Les progrès des techniques de récupération assistée ont permis de tirer plus de pétrole des gisements connus sans effort financier important.

- Les réacteurs nucléaires commandés à partir de 1973 ont pour la plupart été couplés sur le réseau avant 1985.



*On peut imaginer, pour la période 2015-2020, une consommation qui repart fortement à la hausse. La croissance de la consommation mondiale est tirée par les pays émergents. L'accroissement de leur seule consommation d'ici 2010 absorbera l'équivalent de la production actuelle de l'Arabie Saoudite.*

*Le pétrole reste la première énergie du développement.*

Crédit : J. Aréjiz/Unep

- La crise que connaissent les pays de l'ex-Urss réduit fortement leur consommation et les pousse à accroître leurs exportations pour obtenir des devises.

- Côté demande

- La consommation pétrolière des pays industrialisés ne repart pas à la hausse. Les investissements massifs de substitution réalisés progressivement depuis 1975 ont des espérances de vie comprises entre 15 et 40 ans. Les équipementiers ont renouvelé leurs gammes d'équipements industriels et domestiques, dans le sens d'une plus grande sobriété énergétique.

- Le déclin des pays de l'ex-Urss se traduit par une réduction de leur consommation de pétrole (- 170 Mtep entre 1992 et 1996), ce qui ralentit l'effet de la progression de la demande des pays en développement.

- Mais si les pays industrialisés ralentissent ou interrompent leurs programmes de maîtrise de l'énergie et de développement des énergies renouvelables (réduction forte des subventions, arrêt des progrès réglementaires), cela n'a pas d'effet immédiat sur l'approvisionnement dans un contexte de prix bas.

- Côté politique

- La diversification des zones géographiques d'approvision-

nement a privé l'Opep de sa capacité de contrôle.

- Les pays pétroliers qui connaissent de fortes croissances démographiques sont poussés à dépasser les quotas de production qui leur sont alloués (Algérie, Venezuela, Iran), ce qui fait régulièrement chuter les cours.

- Un nouveau conflit au Moyen-Orient (1<sup>re</sup> guerre du Golfe en 1991) n'entraîne pas de hausse durable des prix du pétrole dans ce contexte d'excès de l'offre par rapport à la demande.

*Un retour progressif des tensions sur les marchés pétroliers*

Dans un processus profondément cyclique, les conséquences du contre-choc pétrolier constituent les bases mêmes d'un retour de conjoncture.

Depuis 2000, les cours du pétrole ont dépassé la barre de 25 \$ le baril (1) et poussé des pointes à 35 \$. Différents facteurs se traduisent par un rattrapage de l'offre par la demande.

- Côté demande

- Si les grands mouvements de substitution ont été arrêtés après le contre-choc pétrolier dans l'industrie et le chauffage des bâtiments, la consommation de pétrole dans les trans-

ports va croissante et tire de nouveau à la hausse la demande des pays développés.

- Les pays émergents (notamment du sud-est asiatique) connaissent une hausse soutenue de leur consommation pétrolière.

Le pétrole reste la première énergie du développement, notamment pour la production électrique décentralisée. Entre 1992 et

2002, elle est passée de 0,8 Gtep à 1,2 Gtep avec, notamment, un doublement des consommations chinoise et indienne.

- La consommation gazière connaît de son côté une hausse régulière (de 2 000 Gm<sup>3</sup> en 1992 à 2 500 Gm<sup>3</sup> en 2002), celle-ci localisée pour l'essentiel dans les pays développés. Les Etats-Unis rencontrent actuellement une grave crise gazière liée à une hausse de la consommation de 20 % sur la période pour une croissance de seulement 10 % de leur production (2).

- Côté offre

- La production pétrolière américaine connaît un inexorable déclin et certaines productions hors Opep amorcent une stagnation, voire un déclin (Mer du Nord).

**Le répit que nous connaissons découle de l'intense activité déployée en réponse aux chocs pétroliers des années 70, grâce à des substitutions du pétrole par d'autres énergies, notamment le gaz. Il découle aussi des progrès d'efficacité énergétique.**

- La production de l'Opep elle-même ne suit plus la production de la demande depuis 2000.

- Si les réserves publiées en 2002 sont identiques à celles de 1992 (3), c'est surtout le résultat d'une réévaluation des gisements existants compte tenu des progrès réalisés dans la récupération du pétrole.

- En fait, le rythme des découvertes ne suit plus la progression de la consommation pétrolière mondiale depuis les années 70, soit plus de trente ans, malgré les efforts engagés. Mais les ressources prouvées représentent encore plus de 40 ans de consommation au rythme actuel.

- Les pétroliers mettent maintenant en exploitation les gisements dont le coût de production est de 17 \$ le baril, à comparer aux 3 \$ de ceux de l'Arabie Saoudite ou de l'Irak.

- Les nouvelles ressources découvertes sont de moyenne ou faible capacité et nécessitent le plus souvent des niveaux d'investissement accrus et des délais de mise en œuvre beaucoup plus longs.

### Un répit pourtant prolongé

Le processus décrit ci-dessus pourrait rapidement servir de base au déclenchement d'une nouvelle crise pétrolière. C'est pourtant peu probable à court

terme pour au moins deux raisons.

#### *La seconde guerre du Golfe va libérer de nouvelles capacités de production à partir de l'Irak*

La crise politique que connaît l'Irak depuis la guerre contre l'Iran, il y a 24 ans, épisode suivi de la première guerre du Golfe puis de l'embargo subi, s'est traduite par un retard de modernisation de son exploitation pétrolière et du développement de ses exportations.

- La seconde guerre du Golfe devrait avoir pour effet un passage des gisements irakiens sous contrôle des majors américaines ou anglaises (sans probablement dénationalisation), un fort développement de la prospection et de la production du pays (100 Mtep en 2002, à comparer à ses réserves de 15 Gtep, les deuxièmes du monde). L'exploitation des ressources irakiennes permettra une augmentation de la production pétrolière mondiale qui pourra sans difficulté répondre à la hausse de la demande.

- L'implantation des Etats-Unis dans la zone pourrait s'accompagner d'une stabilisation politique. Mais l'hypothèse inverse est tout aussi vraisemblable (fort mécontentement populaire à partir d'un sentiment d'humiliation dans les pays musulmans et/ou aggravation d'un terrorisme se pro-

clamant défenseur de l'islam et qui déstabilisent les fragiles régimes politiques en place).

#### *L'émergence du débat sur l'effet de serre*

- Tandis que les prix du pétrole restent relativement bas (entre 20 et 25 \$ le baril), le souci de l'aggravation de l'effet de serre se traduit dans la plupart des pays développés par une relance des politiques de maîtrise de l'énergie après la négociation du protocole de Kyoto de 1997.

- Quand les effets de ces programmes se feront sentir, ils se traduiront par une nette réduction de l'utilisation du pétrole dans la production électrique et sa substitution par le gaz dans les usages résidentiels ou industriels.

Ce répit pourrait durer de l'ordre d'une décennie et renvoyer un nouveau choc pétrolier à la période 2015-2020. Le retour des contraintes sera simultané sur les trois sources d'énergie, pétrole, gaz et électricité.

#### *L'énergie de nouveau un secteur clé dans une période d'investissements très lourds*

• Côté production électrique  
- Fortement restructuré après les chocs pétroliers des années 70 le secteur électrique des pays développés connaît maintenant, lui aussi, un processus cyclique. Avant 10 ans, la plu-

part des pays industrialisés seront sortis de leur surcapacité de production électrique. La plupart des centrales charbon, puis des réacteurs nucléaires, seront à remplacer d'ici 2020 ou devront connaître une cure de jouvence elle aussi coûteuse.

- La crise californienne a aussi rappelé une spécificité du secteur électrique : son incapacité à assurer un équilibre pendant les pointes de consommation en cas de défaillance même provisoire de l'offre (l'électricité ne se stocke pas). Plus inquiétant, les récents *black-out* de la Côte Est des Etats-Unis et du Canada puis de l'Italie montrent également une insuffisance d'investissement dans les réseaux dans des zones pourtant bien maillées.

- Or, le secteur électrique connaît des mutations majeures. La première est le dépassement des frontières nationales. Le marché électrique est maintenant européen et mondial. La seconde est la course lancée entre les plus grandes compagnies pour prendre le contrôle des anciennes entreprises nationales. Ces sociétés doivent simultanément faire face à des besoins de *cash* pour leurs acquisitions boursières et pour rémunérer leurs actionnaires. Ce qui se passe est donc moins une ouverture à la concurrence qu'une concentration, qui va

faire émerger un oligopole de grandes compagnies multi-énergies et d'ampleur mondiale. Dès lors, le mouvement de libéralisation du secteur s'accompagne d'un grave sous-investissement à la fois dans l'extension des réseaux, la production électrique et le soutien aux économies d'énergie. La privatisation de ce secteur était facile quand il était surcapacitaire et dégageait une rente stable (peu d'investissements à engager), elle pourrait échouer si les coûts s'accroissent (lutte contre l'effet de serre) en même temps que le retour de besoins d'investissement. Bien évidemment, les difficultés rencontrées dans le secteur électrique vont induire une onde de choc sur le marché gazier puisque plus les investissements seront retardés, plus ils devront s'orienter vers des consommations de combustibles fossiles dont les technologies ont les moindres besoins en capitaux et les plus courts délais de construction (cogénération, turbines à gaz).

• Côté offre d'hydrocarbures

- D'ici 2020, la production pétrolière se sera nettement concentrée sur les pays de l'Opep pour ce qui concerne les ressources conventionnelles, redonnant potentiellement à ce cartel la capacité politique qu'il avait dans les années 70. La poussée démographique que connaissent les pays produc-

teurs (hors Arabie Saoudite et émirats) accroît leurs besoins de devises et constitue un puissant facteur de contrôle des prix par l'Opep. Ses intérêts convergent avec ceux de la Russie et des autres pays de l'ex-Urss qui ont besoin d'un prix élevé du pétrole et du gaz pour assurer la réorganisation de leur économie.

- Les compagnies pétrolières vont devoir, de leur côté, accroître leurs marges pour ouvrir de nouvelles capacités de production.

- Le gaz, devenu l'énergie privilégiée, tant pour le chauffage domestique, la production de chaleur industrielle - notamment décentralisée - et maintenant la production électrique voit sa consommation en très forte croissance. En effet, la plupart des pays de l'annexe I vont essentiellement atteindre leurs objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre du protocole de Kyoto par un simple mouvement de substitution du charbon et du pétrole par le gaz dans la production électrique. Il convient ici de rappeler que des trois énergies fossiles, le gaz est celle qui se transporte le moins bien et dont les infrastructures logistiques coûtent le plus cher. Sans réelle tension sur les ressources, le secteur gazier peut connaître une crise d'inadéquation offre/demande liée à des contraintes d'acheminement (4).

- Côté demande

- La consommation d'hydrocarbures repart fortement à la hausse. La croissance de la consommation mondiale est tirée par les pays émergents. L'accroissement de leur seule consommation d'ici 2010 absorbera l'équivalent de la production actuelle de l'Arabie Saoudite. Le pétrole reste la première énergie du développement.

- La mondialisation croissante de l'économie va continuer de tirer fortement à la hausse la consommation des transports, toujours totalement dépendante du pétrole.

- La solution de facilité utilisée par les pays industrialisés pour lutter contre l'effet de serre consiste à remplacer le charbon par le gaz dans la production électrique.

*La gravité d'une nouvelle crise énergétique*

La raison qui aujourd'hui laisse augurer d'une future crise énergétique, c'est l'insuffisance des investissements de production combinée aux très faibles efforts de maîtrise de l'énergie, tandis que la demande énergétique mondiale grimpe, notamment dans

les pays émergents. La probabilité d'occurrence d'un prochain choc énergétique n'est pas liée à des tensions politiques (même si elles peuvent toujours venir aggraver les choses) mais découle des échéances déjà programmées de renouvellement des équipes

**Le mouvement de libéralisation du secteur électrique s'accompagne d'un grave sous-investissement à la fois dans l'extension des réseaux, la production électrique et le soutien aux économies d'énergie. La privatisation était facile quand le secteur était surcapacitaire, elle pourrait échouer si les coûts s'accroissent.**

et d'un énorme besoin d'investissement pour les entreprises du secteur qui auront donc besoin d'accroître leurs marges.

Il est évidemment difficile de se prononcer sur la gravité de ce nouveau choc énergétique des années 2015-2020. Si le prix du pétrole se contente d'atteindre 40 \$ le baril, ses effets seront limités et, compte tenu des possibilités de réponse, il pourrait être de relativement courte durée (entre 5 et 10 ans). Il pourrait plus probablement s'installer autour de 50 \$ le baril. Une forte tension offre/demande exigera des politiques fortes dont les effets concrets ne peuvent se faire sentir qu'en une quinzaine d'années.

*Les effets probables d'un nouveau choc pétrolier*

Les effets d'un nouveau choc pétrolier seront très différents de ceux des années 70.

- Dans les pays industrialisés, il frappera durement l'économie américaine épargnée par les chocs précédents. Ce pays dont la production pétrolière sera devenue faible par rapport à la demande (5) au-delà de 2010 sera donc dépendant de ses importations (6). La part du pétrole y reste forte (39 %). Les effets dans les pays européens et le Japon y seront faibles dans l'industrie, le résidentiel et le tertiaire déjà largement dégagés du pétrole. Par contre, ce choc pétrolier frappera de plein fouet le secteur des transports et par effet rebond l'organisation logistique des entreprises. Il engendrerait directement une hausse du coût du transport aérien.

- Dans les pays en développement

Les pays émergents seront les plus frappés et connaîtront une crise économique grave qui provoquera très probablement une forte récession mondiale. La crise des transports bouleversera les conditions du commerce mondial et ralentira le processus de mondialisation de l'économie.

*La réponse à un nouveau choc pétrolier*

Trois incertitudes (liées à la gravité de la crise) vont déterminer les parades possibles.

- L'effet du choc sur le marché gazier. Si le prix du gaz s'envole comme celui du pétrole, traduisant une vraie difficulté d'ache-

minement (notamment sur le marché du gaz naturel liquéfié dont dépendent fortement, en particulier, le Japon et maintenant les Etats-Unis) les possibilités de substitution du pétrole vers le gaz seront nulles.

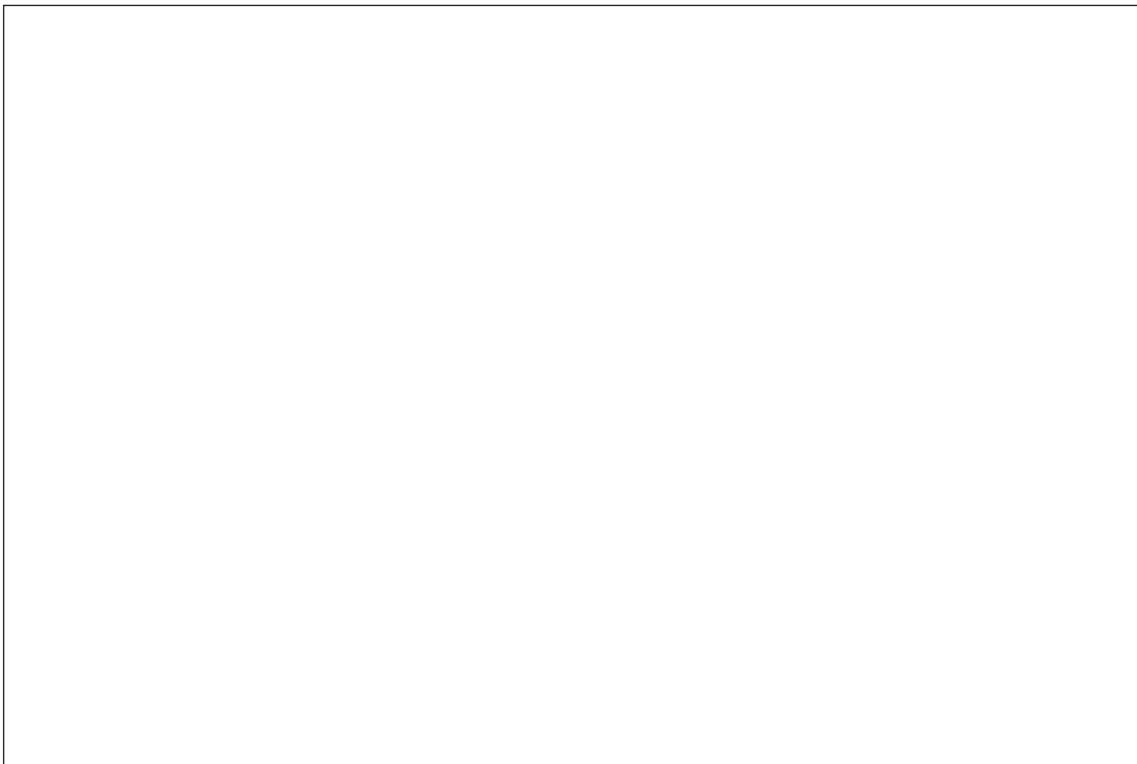
- L'ampleur du débat sur le changement climatique qui autorisera ou non un dérapage des niveaux d'émission (notamment par un recours accru au charbon).

**La probabilité d'occurrence d'un prochain choc énergétique n'est pas liée à des tensions politiques (même si elles peuvent toujours venir aggraver les choses) mais découle des échéances déjà programmées de renouvellement des équipements et d'un énorme besoin d'investissement pour les entreprises du secteur qui auront donc besoin d'accroître leurs marges.**

- La capacité d'un secteur électrique largement libéralisé à répondre à un contexte de crise et à dégager de fortes capacités d'investissements. Il est d'ailleurs probable que les Etats devront accroître fortement leur soutien au secteur énergétique pour raccourcir la durée de la crise. Le remplacement des centrales nucléaires de la première génération s'effectuera dans un contexte difficile.

Les contraintes sont multiples et plus fortes que lors des chocs pétroliers des années 70. Toutefois, de ceux-ci on peut tirer des enseignements quant aux réponses à un tel retour des tensions sur les marchés énergétiques.

- *La réponse par la demande*  
Une solution transitoire consistera à développer la cogénération qui tout en utilisant des combustibles fossiles accroît fortement les rendements, et ce dans des délais courts. Les potentiels d'efficacité énergétique sont très importants. Les savoir-faire existent. Les effets d'une relance des politiques de



Crédit : Ludovic/REA

*A l'horizon 2020, les possibilités de développement des énergies renouvelables se seront fortement accrues : éolien on-shore et off-shore, photovoltaïque, couplage d'un gazéifieur (bois, déchets, autres biomasses) et d'une turbine à gaz, biocarburants à partir de cultures de graminées et production de carburants par réaction Fischer-Tropsch.*

maîtrise de l'énergie peuvent commencer à se faire sentir en 5 ans. Mais les possibilités de substitution du pétrole et du gaz par des renouvelables sont assez faibles (bois de chauffe, géothermie, valorisation des déchets et biocarburants).

Le secteur central des transports (la moitié de la consommation pétrolière des pays industrialisés) présente à la fois une inertie et une dépendance plus fortes. Les transferts modaux, la réorganisation des chaînes logistiques, la relance des politiques d'urbanisme et d'aménagement du territoire sont des politiques dont les effets ne commencent à être sensibles qu'après plusieurs décennies. Les seules réponses à court terme portent sur les comportements des automobilistes et la modification de l'offre des constructeurs automobiles (il faut néanmoins près de 15 ans pour renouveler le parc circulant). Un nouveau choc pétrolier imposera une révision profonde de la conception de la voiture. Celle-ci en sortira allégée, réduite dans sa vitesse de pointe et sa puissance afin de baisser sa consommation aux 100 km. A cet horizon de date, il est impossible que le vecteur hydrogène constitue même une amorce de réponse. La production d'hydrogène par réformage du pétrole à bord du véhicule ne présente d'ailleurs pas d'in-

térêt puisqu'il dégage du gaz carbonique tout en dégradant les rendements par rapport à la voiture actuelle. L'hydrogène ne pourra donc provenir que d'une hydrolyse de l'eau par des réacteurs nucléaires à haute température et en complément à partir de la biomasse ou d'autres renouvelables. Mais la construction d'une capacité de production d'électricité significative et d'un réseau de distribution d'hydrogène ne peut constituer une réponse que pour les pays industrialisés et seulement pour la fin du siècle.

- *Les pays en développement*

Les capacités d'adaptation des pays en développement sont beaucoup plus faibles que celles des pays industrialisés. Le développement de l'usage du pétrole découle en effet de l'absence de réseau maillé (électricité, gaz, chauffage urbain). Les possibilités de substitution rapides y sont donc très faibles. Il faut rappeler que les parts de marché entre énergies dans le monde sont inversement proportionnelles à leurs coûts logistiques : en un, le pétrole, en deux, le charbon, en trois, l'électricité et enfin en quatre, le gaz. Des potentiels de maî-

trise de l'énergie existent (amélioration de la qualité de la construction neuve, amélioration des équipements industriels) mais les délais de mise en œuvre y seront longs (dépendance d'une offre des équipementiers des pays industrialisés payable en devises, insuffisance des compétences locales, faiblesse des capacités d'investissements). Il est donc probable qu'un choc pétrolier se traduira par une sévère crise économique dans les pays en développement faiblement pourvus en ressources en combustibles fossiles.

- *La réponse par l'offre*

- Une relance de la prospection pétrolière interviendra aussitôt après un choc pétrolier, les entreprises du secteur ayant reconstitué leurs marges. Elle permettra un accroissement progressif de la production mondiale. Des investissements massifs dans la production et le transport de gaz détendront aussi le marché. Mais un délai de plus de 10 ans sera nécessaire.

- Les pays industrialisés peuvent relancer un effort de substitution du pétrole (dans la production électrique et les

**A l'opposé d'une vision de croissance inexorable et régulière des prix du pétrole, il est fort probable qu'un choc pétrolier, même dur, sera suivi d'un nouvel épisode de détente. C'est en cela que le concept de pic de production pétrolière est excessif.**

usages sous chaudière). Si pour les deux raisons évoquées plus haut la voie vers des substitutions par des combustibles fossiles est barrée, c'est vers le nucléaire et les énergies renouvelables que les mouvements de substitutions devront s'opérer. Devront également s'y ajouter des efforts encore plus soutenus de maîtrise de la demande. Les délais d'investissement permettant de parvenir à une détente des prix seront encore largement supérieurs à 10 ans.

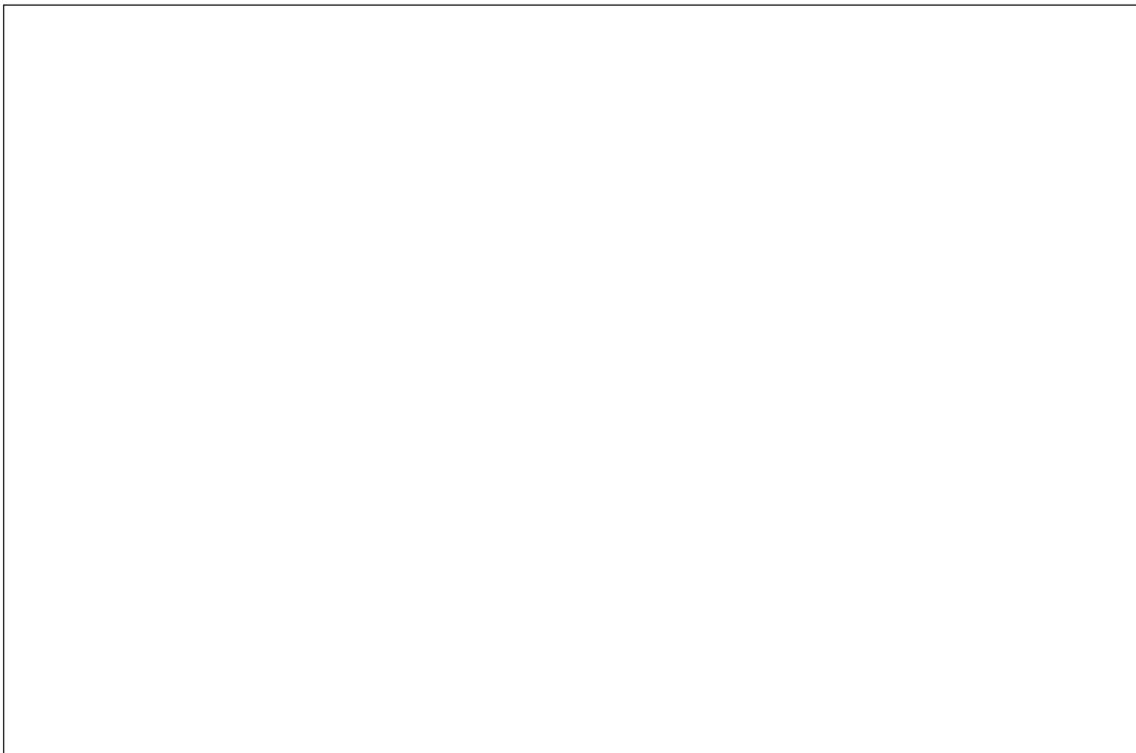
- Les réacteurs nucléaires alors proposés sont ceux de la « génération 3+ » (ceux de

l'EPR dont la construction d'un prototype est maintenant débattue en France), ceux de la « génération 4 » (réacteurs à sécurité passive, plus sûrs) ne seraient pas disponibles avant 2030. Il n'est pas certain que les réacteurs de la génération 3+, qui présentent fort peu d'améliorations par rapport aux réacteurs à eau légère actuels bénéficient d'une meilleure acceptation sociale dans les pays réticents.

- A l'horizon 2020, les possibilités de développement des énergies renouvelables se seront fortement accrues (éolien *on-shore* et *off-shore*, pho-

tovoltaïque, couplage d'un gazéifieur (bois, déchets, autres biomasses) et d'une turbine à gaz, biocarburants à partir de cultures de graminées et production de carburants par réaction *Fischer-Tropsch*).

Il est donc fort probable qu'une nouvelle crise énergétique sera plus dure économiquement et plus longue que celles des années 70. Pour faire face à une demande forte, les compagnies pétrolières comme les Etats auront besoin à la fois d'énormes capacités financières pour développer la production pétrolière et gazière, les substitutions par le nucléaire ou les



Crédit : Benoît Decout/REA

*La structure, dorénavant largement libéralisée, de l'ensemble du secteur énergétique est-elle capable d'anticipation pour réduire les effets dévastateurs d'un désordre des prix ? A l'inverse de la tendance actuelle, les contraintes fortes qui pourraient intervenir dans une décennie ne vont-elles pas sonner le retour des Etats comme seuls acteurs capables d'une planification énergétique et environnementale de long terme ?*

renouvelables et de signaux économiques en direction du marché à la fois pour réorganiser le secteur des transports, développer les économies d'énergie et faire face aux obligations de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

#### Un nouveau répit

A l'opposé d'une vision de croissance inexorable et régulière des prix du pétrole, il est fort probable qu'un choc pétrolier, même dur, sera suivi d'un nouvel épisode de détente provoqué par les politiques décrites ci-dessus. C'est en cela que le concept de pic de production pétrolière est excessif. Ce répit pourrait se traduire par une baisse des prix de 50 ou 40 \$ le baril à 30 environ, voire moins. Après des investissements massifs de production pétrolière engagés simultanément à une diversification de l'approvisionnement énergétique, on verra le prix du pétrole se rapprocher de son coût d'exploitation. Or les coûts d'exploration, de développement et de production des pétroles non conventionnels ont été divisés par deux pendant les années 90 pour redescendre en dessous de 20 \$ le baril.

#### Les moteurs du choc suivant

La période de répit consécutif à un nouvel effort massif d'investissements pourrait être de courte durée tant les contraintes de long terme sont fortes.

#### • Côté demande

La consommation énergétique mondiale devrait tendanciellement suivre le développement des pays du sud et la croissance démographique mondiale jusqu'à sa probable stabilisation vers 2060. La tension va devenir de plus en plus forte entre l'accroissement de la demande d'énergie et les obligations de la lutte contre l'effet de serre.

**Une nouvelle phase de choc énergétique, la troisième, pourrait être provoquée par une transformation profonde du système énergétique pour faire face à l'effet de serre en même temps qu'il faudra passer des ressources conventionnelles des hydrocarbures aux ressources non conventionnelles.**

Heureusement, le progrès technique permet un accroissement continu de l'efficacité de l'usage de l'énergie. Les potentiels de maîtrise de l'énergie sont déjà très importants dans l'industrie, la thermique des bâtiments et les usages domestiques et tertiaires. A long terme, un secteur concentre toutes les interrogations : le transport. La lutte contre l'effet de serre va venir buter contre l'émission diffuse de gaz carbonique par les véhicules tandis que le développe-

ment de transferts entre les modes de transport implique de profonds changements politiques.

#### • Côté offre

La concentration du pétrole conventionnel dans la zone du Golfe Persique puis l'épuisement des ressources accessibles à bas coût interviendront avant 2050. La production de gaz naturel devrait décliner dans les mêmes échéances compte tenu de l'engouement dont il fait maintenant l'objet comme énergie de transition pour réduire les émissions polluantes. L'approvisionnement devra alors être assuré par des ressources non conventionnelles : huiles lourdes, *off-shore* profond, schistes bitumineux, hydrates de gaz du talus continental mais leurs coûts sont mal connus aujourd'hui, notamment pour ce qui concerne leurs impacts environnementaux. Les difficultés d'exploitation des pétroles non conventionnels proviennent à la fois des procédés d'extraction, de conversion et de raffinage et de la réduction de leur impact vis-à-vis de l'effet de serre. La production de gaz carbonique par tep de pétrole non conventionnel sera au moins égale à celle du charbon. Dans ces conditions, une utilisation massive du pétrole et du charbon dans le système énergétique imposera de savoir stoc-

ker le gaz carbonique. Les recherches sont d'ores et déjà engagées. Si la possibilité de capture puis de stockage du gaz carbonique apparaît réelle dans d'anciens gisements pétroliers et gaziers ou dans des aquifères salins profonds (7), son coût viendra s'ajouter à ceux des énergies, soit environ 20 \$ le baril.

Mais la capture puis le stockage du gaz carbonique ne concerneront que les émissions concentrées (les centrales électriques, les raffineries ou les industries lourdes) et l'approvisionnement énergétique mondial devra être essentiellement assuré à partir des renouvelables et/ou du nucléaire. Sur le long terme, les positions stratégiques vont être bouleversées. Le Moyen-Orient ne dispose pas de ressources de pétrole non conventionnelles. Celles-ci sont surtout localisées dans le continent américain (Canada, Etats-Unis, Venezuela). S'y ajoutent le charbon américain et les hydrates de méthane du talus continental tout autour du continent puis en Russie (charbon, hydrates de gaz de l'Arctique). L'Europe reste à long terme toujours aussi dépourvue de ressources, tout comme l'Asie du sud-est.

L'installation dans un contexte énergétique de très forte tension sur les hydrocarbures pourrait donc de nouveau intervenir autour de 2040-2050. Plus les investissements de mobilisation des gisements deviendront lourds, plus les délais de mise en exploitation s'allongeront, plus le système énergétique mondial fera preuve de rigidité. Une nouvelle phase de choc énergétique, la troisième, pourrait être provoquée par une transformation profonde du système énergétique pour faire face à l'effet de serre en même temps qu'il faudra passer des ressources conventionnelles des hydrocarbures aux ressources non conventionnelles. Compte tenu de ce qui précède, il est fort probable que le pétrole se sera alors « installé » durablement dans une zone de prix comprise entre 50 et 75 \$ le baril.

## Quelques questions lancinantes en forme de conclusion

Les facteurs de retours de tensions fortes sur les marchés de

l'énergie apparaissent bien puissants comme on vient de le voir. Pourtant cette chronique fait l'impasse sur les considérations proprement politiques qui seraient à analyser en parallèle (position stratégique du Moyen-Orient, isolement géographique de l'Amérique du Nord et du Japon par rapport au réseau gazier, position des opinions publiques par rapport au nucléaire, poids de l'effet de serre dans le débat, fort potentiel à long terme de l'Amérique pour ce qui concerne les ressources non conventionnelles, tensions entre les pays victimes des changements climatiques et ceux qui en sont bénéficiaires...).

Les deux argumentaires communément entendus, d'une part celui sur l'importance des ressources et des progrès technologiques qui protégeraient de nouvelles crises énergétiques et, d'autre part, celui sur un déclin inexorable proche de la production pétrolière, tous deux apparaissent comme des visions simplistes.

A l'issue de cette analyse prospective, la question majeure se révèle être celle de la capacité d'investissement, tant côté offre que côté demande, tant au sud qu'au nord. Ce sont les besoins de financement des compagnies énergétiques qui fixeront le niveau des prix.

**A l'issue de cette analyse prospective, la question majeure se révèle être celle de la capacité d'investissement, tant côté offre que côté demande, tant au sud qu'au nord. Ce sont les besoins de financement des compagnies énergétiques qui fixeront le niveau des prix.**

Comment vont se combiner les tensions sur l'approvisionnement énergétique et les contraintes liées à l'effet de serre ? On a dit trop facilement que la contrainte climatique interviendrait avant celle sur les ressources. Il est plus probable

qu'elles se renforceront mutuellement : l'effet de serre barrera la route à des substitutions entre combustibles fossiles et orientera les politiques vers des solutions à faible niveau d'émission. Une hausse des prix des énergies rendra compétitifs des gisements d'efficacité énergétique, le développement des renouvelables et hâtera la restructuration du secteur transport. En fait les besoins d'investissement dans le secteur électrique, l'accroissement de la production d'hydrocarbures pour suivre la demande des pays du sud et le financement des politiques de lutte contre l'effet de serre seront à satisfaire simultanément.

Autre question : la structure, dorénavant largement libéralisée, de l'ensemble du secteur énergétique est-elle capable d'anticipation pour réduire les effets dévastateurs d'un

désordre des prix ? A l'inverse de la tendance actuelle, les contraintes fortes qui pourraient intervenir dans une décennie ne vont-elles pas sonner le retour des Etats comme seuls acteurs capables d'une planification énergétique et environnementale de long terme ?

Le débat est posé. On peut faire l'hypothèse de deux phases de tension à venir. La première découlerait, dans une dizaine d'années, d'une demande mondiale croissante conjuguée à un insuffisant niveau de prospections et de productions pétrolière, gazière et électrique et d'investissement de maîtrise de l'énergie. Elle pourra encore trouver une issue assez semblable aux chocs pétroliers des années 70. La phase de tension suivante causée par le passage à des ressources d'hydrocarbures non conventionnelles conjuguée à la nécessité de lutter contre l'effet de serre posera des défis d'une ampleur accrue.

Une certitude : l'énergie est de retour dans l'histoire.

Une conviction : ceux qui éviteront les effets dévastateurs d'un retour des tensions seront ceux qui feront le plus preuve d'anticipation.

## Notes

(1) 1 tep = 7,395 barils.

(2) Les Etats-Unis n'importent quasiment pas de gaz liquéfié.

(3) 1 million de barils/jour soit 142 Gtep, soit 40 années au niveau de consommation actuel.

(4) L'Europe bien raccordée aux ressources gazières de Russie et du Moyen-Orient est de ce point de vue là relativement moins fragile que le Japon et l'Amérique du Nord.

(5) Les réserves pétrolières américaines prouvées ne couvrent maintenant plus que 10 ans de production.

(6) Les importations y assurent déjà 60 % de la demande.

(7) Les capacités de stockage de gaz carbonique sont particulièrement importantes dans des aquifères profonds en dessous de la Mer du Nord.