



INSTITUT  
DIDEROT

Les Carnets des Dialogues du Matin

---

CLAUDE MANDIL

# L'avenir du pétrole

---

Les Carnets des Dialogues du Matin

---

CLAUDE MANDIL

# L'avenir du pétrole

---

Printemps 2013

---

# Sommaire

Avant-propos p. 5  
Dominique Lecourt

L'avenir du pétrole p. 7  
Claude Mandil

Les publications p. 29  
de l'Institut Diderot

---

# Avant-propos

De supposés « faits » alimentent depuis plusieurs décennies les visions catastrophistes de l'avenir de la planète. Au premier rang desquels l'épuisement des stocks disponibles en ressources pétrolières. On invoque l'incontestable et impressionnante croissance de la consommation liée, pour l'essentiel, aux besoins des transports à l'ère de la « mondialisation ». On avance l'idée vertigineuse et paralysante d'un « pic pétrolier » intervenant dans les dix prochaines années, s'il n'a pas déjà été atteint à notre insu.

Par la somme ordonnée des connaissances précises qu'il apporte à ses lecteurs, le texte qu'on va lire fait apparaître l'ensemble des présupposés qui soutenaient l'évidence de cette thèse. Il libère l'esprit de l'idée que le « problème du pétrole » serait essentiellement un problème géologique. Il refuse la croyance en un funeste destin qui, de notre fait, attendrait notre espèce.

Il ne cède pas pour autant à un optimisme de convenance, car Claude Mandil aborde de front la dimension géopolitique du problème et dégage les perspectives inattendues ouvertes à l'humanité par les progrès technologiques actuels. Il montre le dynamisme et les promesses de la recherche de nouveaux carburants.

On ne s'étonnera pas de l'intensité du débat auquel cet exposé a pu donner lieu. Claude Mandil y donne sa position sur la question de l'énergie nucléaire telle qu'il l'envisage après Fukushima. Il nous alerte sur l'épineuse question de la recherche (interdite dans notre pays !) sur les gaz de schiste. Une maxime de style diderotien

---

vient pour finir sous sa plume : c'est de l'obscurantisme que de « vouloir fermer un dossier avant même de l'avoir ouvert ».

Pr. Dominique Lecourt  
Directeur général de l'Institut Diderot

---

# L'avenir du pétrole

---

Il n'est guère facile d'évoquer l'avenir d'une source d'énergie comme le pétrole sans parler des problèmes qui se posent pour toutes les autres sources d'énergie, car elles forment en vérité un tout. Je me concentrerai néanmoins ici essentiellement sur le pétrole. Je commencerai par présenter brièvement un certain nombre de données élémentaires sur les produits pétroliers, avant d'esquisser un certain nombre des questions qui se posent en matière de production et de consommation. A mes yeux, la question principale posée par le pétrole est moins celle d'une baisse inéluctable de la production liée à une diminution des ressources, qu'une nécessaire réduction de la demande imposée par les contraintes climatiques et économiques. J'essaierai donc, pour conclure, d'envisager certaines des voies possibles pour répondre aux défis futurs.

## I. PETIT TRAITÉ DU PÉTROLE

Le pétrole est un hydrocarbure, c'est-à-dire un produit dont les molécules sont composées essentiellement de carbone et d'hydrogène, par des chaînes plus ou moins longues et ramifiées. Il s'agit d'un hydrocarbure *naturel*, qu'on trouve dans le sous-sol à l'état liquide ou visqueux. Mais c'est surtout une *matière première*. Autrement dit, on ne consomme presque jamais du pétrole brut : on consomme toujours un produit manufacturé, un « produit pétrolier », dont il existe diverses sortes : carburant, kérosène, fuel, butane, propane etc. Ces produits sont fabriqués, à partir de pétrole, dans une raffinerie. Il faut

---

donc rappeler que ces mêmes produits peuvent être obtenus autrement qu'avec du pétrole : par exemple avec du charbon (*coal-to-liquid*), du gaz (*gaz-to-liquid*) ou à partir de la biomasse. C'est un point qu'il faut avoir à l'esprit lorsqu'on se demande si nous allons manquer de produits pétroliers dans l'avenir.

Ces produits pétroliers servent dans leur grande majorité aux transports. Ce fait semble connu, mais je voudrais souligner à quel point l'adéquation entre produits pétroliers et transports est devenue forte. L'activité de transport dans le monde est propulsée à 97 % par des produits pétroliers. Les 3 % restant incluent un peu d'électricité pour les trains et métros ; un peu de charbon et de gaz dans certains pays comme l'Inde, l'Italie ou les États-Unis. Il reste par conséquent que, dans son écrasante majorité, l'activité mondiale de transport suppose le pétrole. Inversement, les usages du pétrole se concentrent de plus en plus sur le transport. 60 % est affecté au transport, le reste étant pour la pétrochimie. Ce n'a pas toujours été le cas : avant le premier choc pétrolier, le pétrole était massivement utilisé pour la production d'électricité dans tous les pays du monde, y compris en France. Cet usage a presque entièrement disparu, sauf dans quelques cas au Moyen-Orient.

Pourquoi existe-t-il un rapport si étroit entre le pétrole et le transport ? Tout simplement parce que le pétrole est un *liquide* et que, jusqu'à ce jour, nous n'avons rien trouvé de plus pratique qu'un liquide pour remplir le réservoir d'un engin qui doit se déplacer. On a essayé le charbon : cela a donné les gazogènes ou les locomotives à charbon. Mais cela suppose qu'on puisse transporter un tender derrière soi et n'est donc guère commode. On a essayé le gaz, mais avec de grandes difficultés qui en limitent l'utilisation. Du fait de son état gazeux et de sa très faible densité, le gaz doit être fortement comprimé et prend beaucoup

---

plus de place qu'un réservoir de carburant liquide. On essaie actuellement l'électricité, mais les technologies se heurtent alors à deux problèmes majeurs :

1. Le stockage en grande quantité d'électricité à l'intérieur d'un véhicule ;
2. La durée de recharge : 50 litres de carburant dans un réservoir, c'est de l'énergie. Pour remplir ce réservoir, il faut généralement deux minutes. On sait que l'énergie par unité de temps équivaut à de la puissance et s'exprime en watt : près de 20 Mégawatts passent ainsi dans une pompe à essence lorsqu'on remplit un réservoir. Si, maintenant, on compare cette puissance avec celle qui passe dans une batterie de véhicule électrique quand on la recharge, le constat est sans appel. On atteint au maximum 500 Watts, soit 40 000 fois moins... On comprend qu'il faille huit heures pour remplir la batterie d'une voiture ! Et cela pose évidemment des problèmes importants.

L'industrie pétrolière en général – exploration, production ou raffinage – est une industrie de très haute technologie. Il suffit de songer à ce que cela implique que d'avoir une plate-forme qui flotte au-dessus de 2 000 mètres d'eau, au milieu de la houle, et de devoir forer au fond de la mer par un tuyau parfaitement étanche, qui doit continuer à forer, de manière orientée parfois au décimètre près, dans des couches géologiques qui peuvent atteindre 10 kilomètres de profondeur. Ce secteur de haute technologie suppose par ailleurs des masses considérables de capitaux : les grands projets pétroliers actuels mobilisent ainsi plus de cinq milliards d'euros. C'est là un autre point qu'il faut avoir à l'esprit pour parler de son avenir.



---

## II. QUESTIONS D'AVENIR

Venons-en précisément aux problèmes qui risquent de se poser à l'avenir en matière de pétrole. Le premier semble évident : va-t-on manquer de pétrole ? La consommation paraît connaître une croissance inéluctable. Elle atteint aujourd'hui près de 90 millions de barils/jour et les diverses projections faites par l'Agence Internationale de l'Energie donnent, dans 25 ans, des consommations de l'ordre de 100-105 millions de barils, soit une augmentation de 15 %. Cette augmentation est essentiellement liée à la hausse vertigineuse des besoins de transports, notamment dans les pays émergents. Elle est tirée en particulier par l'Asie du Sud et de l'Est (Chine, Inde...) et le Moyen-Orient.

Compte-tenu de cette perspective de croissance de la consommation, il existe une théorie, dite du « *Peak oil* ». Elle repose sur le raisonnement suivant. La quantité globale de pétrole en terre est limitée ; les découvertes de pétrole sont absolument indépendantes les unes des autres et obéissent donc à une loi de Gauss. Cela signifie que, lorsqu'on aura consommé la moitié du pétrole en terre, la production ne pourra que décroître. Les tenants de cette théorie diffèrent sur les dates de ce « *peak oil* » : certains considèrent qu'il arrivera dans dix ans, d'autres dans cinq ans, d'autres pensent qu'on l'a déjà atteint.

Pour ma part, je ne suis pas convaincu par cette théorie, même si j'estime qu'une partie des déductions qu'on en tire sont justes. Si je n'y crois pas, c'est d'abord parce qu'on ne sait absolument pas combien il y a de pétrole en terre. Le pétrole ne forme pas des lacs dont on pourrait mesurer le volume. Pour donner un analogue, il faudrait plutôt évoquer une éponge : le pétrole loge dans des roches plus ou moins poreuses et on essaie de le pomper à travers ces roches. Or nous savons tous combien il est difficile de savoir quelle quantité d'eau il y a dans une éponge. Pour le pétrole, c'est pareil. On

---

sait, bien évidemment, que cette quantité est finie, mais on ignore dans quelles proportions il y en a. On ne sait donc absolument pas quand on aura atteint 50 % de la consommation.

D'autre part, cette théorie fait totalement abstraction du *progrès technologique*. Or ce progrès rebat en permanence les cartes de manière radicale. Le pétrole non-conventionnel en fournit un exemple parfait. Nous savions qu'il existait mais pensions qu'on ne pourrait jamais l'exploiter, tant ses conditions de piégeage dans les couches géologiques étaient compliquées. Mais grâce au progrès des techniques, on peut désormais l'exploiter à travers des techniques de « fracturation », qui posent certes des problèmes, mais qui ont néanmoins totalement modifié la donne en matière pétrolière. Certains pays comme les États-Unis, qui étaient sur la pente d'une dépendance croissante vis-à-vis de l'extérieur se retrouvent désormais dans la perspective d'être auto-suffisants, voire exportateurs !

Enfin, je ne vois pas très bien pourquoi les tenants du « *peak oil* » affirment qu'il existe une totale indépendance des événements et en déduisent leur courbe en cloche. Le fait est qu'il n'y a pas totale indépendance entre les événements : quand on a trouvé du pétrole dans une zone, on peut réfléchir à des analogues géologiques et chercher du pétrole ailleurs. C'est exactement ce qui s'est passé avec le cas du Brésil et du Golfe de Guinée, exemple qui illustre parfaitement les effets croisés du progrès technique et de la non-indépendance des événements. Pour chercher du pétrole, on commence par dresser une carte géologique du sous-sol grâce à la sismique, c'est-à-dire en envoyant des ébranlements depuis la surface, en analysant les ondes sismiques qui reviennent, et en essayant de cartographier le sous-sol pour voir s'il y a des pièges géologiques, c'est-à-dire des dômes qui pourraient piéger le pétrole. Jusqu'à une date récente, il était complètement impossible

---

d'utiliser ces technologies à travers de grandes couches de sel. Mais des compagnies de service, comme la Compagnie générale de géophysique ou Schlumberger, ont développé des techniques qui permettent désormais de voir à travers les couches de sel. Au large du Brésil, il existe ainsi des zones avec plusieurs kilomètres de couches de sel d'épaisseur : en dessous, nous avons trouvé des quantités phénoménales de pétrole. La suite du raisonnement était assez simple : il y a des centaines de millions d'années, le Golfe de Guinée et l'Amérique du Sud étaient liés. On est donc allé faire des explorations dans le Golfe de Guinée sous le sel et on y a effectivement trouvé du pétrole...

Si je ne crois pas au « *peak oil* » et ne pense pas que le véritable problème du pétrole soit un problème géologique, je pense en revanche qu'il existe de nombreuses raisons de s'inquiéter pour l'avenir. Elles portent sur plusieurs facteurs. En premier lieu, *l'investissement* : les projets pétroliers sont extrêmement coûteux et les coûts ne cessent de croître ; le « pétrole facile » est, lui, effectivement épuisé. Celui qu'on doit désormais exploiter implique des dépenses importantes, avec des coûts unitaires de plus en plus élevés. Cela pose des problèmes considérables, en particulier en période de crise financière. On risque donc de se heurter à une insuffisance en matière d'investissements.

Cette insuffisance est aggravée de *deux autres phénomènes*. Le *regain des nationalismes*, tout d'abord, fait qu'il n'est plus possible d'aller chercher du pétrole n'importe où lorsqu'on est une compagnie pétrolière. Lorsque les compagnies chinoises essaient de travailler au Canada ou aux Etats-Unis, par exemple, elles se heurtent à une franche hostilité. La plupart des grandes zones pétrolières du Moyen-Orient sont, quant à elles, fermées aux investissements d'exploration des grandes compagnies internationales et réservées à des compagnies nationales. L'autre phénomène problématique concerne le fameux

---

principe « *not in my backyard* » : on veut bien qu'il y ait de l'exploration pétrolière et des puits de pétrole, mais pas à côté de chez soi. C'est là un problème extrêmement répandu, qui ne concerne pas que le pétrole : il s'applique aux centrales électriques, aux lignes à haute tension, aux éoliennes, etc.

Enfin, *last but not least*, la question majeure reste celle du changement climatique. Son origine au moins partiellement anthropique est incontestable. Il va donc falloir, quoi qu'il arrive, que l'humanité ou bien prenne des mesures drastiques pour réduire sa consommation de CO<sub>2</sub> en réduisant la consommation de combustibles fossiles, ou bien développe des techniques pour capter le CO<sub>2</sub> et le séquestrer. Tout cela va coûter beaucoup d'argent. Mais cela pose surtout un impératif de réduction de notre consommation pétrolière. Si bien que, si je ne crois pas au *peak oil* comme problème géologique d'offre, je pense par contre qu'il y aura nécessairement une chute de la demande... Il faudra impérativement que la demande de pétrole plafonne un jour sans quoi nous allons au devant de très sérieux problèmes.

---

### III. LA SITUATION DES PAYS PRODUCTEURS FACE À CES QUESTIONS

Quelle est la situation des différents pays producteurs de pétrole face à ces questions ? L'essentiel du pétrole conventionnel<sup>1</sup> reste toujours situé dans les pays de l'OPEP et notamment au Moyen-Orient ; il est, dans son écrasante majorité, entre les mains des grandes compagnies nationales. C'est un point qui mérite d'être souligné : on parle sans cesse des grandes compagnies pétrolières internationales, des « majors », mais si l'on compare les différentes compagnies au point de vue de leur production, la plus grande major (Exxon) n'est que la cinquième compagnie pétrolière au monde, loin derrière Saudi Aramco ou les compagnies chinoises. L'essentiel du pétrole est donc exploité par des compagnies *nationales*. Si le Moyen-Orient reste la principale zone de pétrole conventionnel, le non-conventionnel se trouve ailleurs : aux Etats-Unis, dans une partie de l'Afrique, et sans doute en Chine ou en Russie... Ce pétrole non-conventionnel, je l'ai dit, change la donne de manière extrêmement brutale : il y a encore trois ans, personne n'aurait pu imaginer que les Etats-Unis puissent se passer du pétrole du Moyen-Orient. Or ils s'appêtent à le faire, ce qui constitue un changement spectaculaire. Il faut donc être très prudent quand on envisage l'avenir du pétrole. La situation est extrêmement incertaine et les pays producteurs de pétrole sont soumis à ce risque de changements majeurs.

Mais ils se heurtent surtout à un autre problème, de plus en plus préoccupant : ce qu'on appelle la « maladie hollandaise » (*Dutch Disease*). Dans sa définition la plus précise, elle repose sur le principe suivant : un pays qui a une forte production de matières premières et vend

---

1. C'est-à-dire du pétrole que l'on peut aller chercher ni avec des techniques très spéciales comme la fracturation hydraulique, ni à très grande profondeur ou à des endroits problématiques comme l'Arctique.

---

beaucoup sur les marchés car sa production excède largement sa consommation, voit sa devise s'apprécier mécaniquement. Cette appréciation rend problématique toute tentative de diversification de son économie car toutes les autres activités économiques deviennent non concurrentielles. Les pays de l'OPEP se trouvent précisément dans cette situation, qui est extrêmement inquiétante. Il devient très difficile de développer une industrie compétitive dans de tels pays. Le meilleur exemple en est fourni par la comparaison entre le tissu industriel de l'Algérie et celui du Maroc.

Il existe aussi une autre conception, plus élargie, de la *Dutch Disease*, qui aggrave encore le phénomène. Non seulement, la devise du pays s'apprécie, mais surtout cela crée des flux financiers considérables, qui suscitent de l'inflation et de la corruption... Néanmoins, il ne faut pas poursuivre trop loin ce raisonnement. En sens inverse, en effet, les pays de l'OPEP ont des besoins considérables de liquidités et plus encore depuis le Printemps arabe. A titre d'exemple, de retour d'une longue convalescence et en plein Printemps arabe, le Roi d'Arabie Saoudite s'est senti dans l'obligation de faire un certain nombre de cadeaux à son opinion publique, sous forme d'augmentation du salaire minimum et des pensions. Ces cadeaux s'élevaient à 37 milliards de dollars par an, soit 100 millions chaque jour ! Pour un pays qui produit 10 millions de barils par jour, cela signifie que, rien que pour satisfaire ces promesses supplémentaires, il faut que le prix du baril de pétrole augmente de 10 dollars... Dans une telle situation, l'afflux massif de liquidités est impératif.

---

#### IV. SE PASSER DU PÉTROLE ?

Je conclurai en posant ce qui me paraît être la question fondamentale pour l'avenir : *pourra-t-on et devra-t-on se passer du pétrole ?* Il faut réduire notre consommation de pétrole dans le monde entier : cela ne fait aucun doute, sans quoi nous allons aux devants de graves ennuis. Cela passe d'abord par une augmentation de l'efficacité et de la sobriété énergétiques. Dans le cas du pétrole, cela signifie avoir des moyens de transports de plus en plus sobres en pétrole. Le bon vieux moteur à explosion que nous utilisons possède encore des marges de progrès considérables : plusieurs pays ont lancé des programmes de recherche afin d'obtenir des moteurs qui consomment 2-3 litres/100km. Ce sont là des objectifs tout à fait envisageables. Mais pour que de telles évolutions se réalisent effectivement, il faut nécessairement qu'il y ait un « *signal-prix* » fort, c'est-à-dire que le prix du pétrole soit suffisamment élevé pour inciter aux économies et au développement de technologies plus performantes. Tout ce que je viens de dire montre que nous n'avons pas trop d'inquiétudes à avoir dans ce domaine : il est hautement probable que les prix du pétrole resteront très élevés. Certaines situations font néanmoins exception et me semblent poser de graves problèmes. C'est le cas, en particulier, de tous les pays où existent des subventions à la consommation. Au Moyen-Orient, par exemple, le litre de gasoil coûte 5 centimes. L'Arabie Saoudite, pays pourtant peu peuplé, consomme actuellement pour elle-même le tiers de sa production, alors même qu'elle est le premier producteur de pétrole au monde. Cette consommation excessive s'explique largement par le fait que les prix y sont extrêmement bas. Les dirigeants des pays du Moyen-Orient sont désormais parfaitement conscients du problème mais reconnaissent qu'il leur est strictement impossible d'augmenter les prix. Aux yeux de leur opinion publique, les carburants constituent un patrimoine national et elle estime disposer d'un droit imprescriptible à les consommer à très faible

---

coût. Le risque politique d'une hausse des prix est extrêmement important.

Réduire notre consommation existante n'est pas la seule solution. Il convient aussi de consommer *autre chose que du pétrole*. Comme je l'ai dit, il est possible de fabriquer des produits pétroliers avec tout autre chose que du pétrole. Dans le cas du gaz ou du charbon, cela non seulement coûte cher, mais implique des procédés qui émettent beaucoup de CO<sub>2</sub> et sont donc très mauvais pour le changement climatique, à moins qu'on arrive à développer la capture du CO<sub>2</sub>.

Les biocarburants, quant à eux, présentent l'avantage non négligeable d'être liquides comme le pétrole. Mais les biocarburants dits de « première génération » ont connu un succès déraisonnable et doivent être absolument abandonnés. Ces carburants, en effet, sont fabriqués à partir d'une minuscule partie de la matière végétale : le sucre quand ce sont de la canne à sucre ou de la betterave, pour faire de l'éthanol ; ou l'huile pour les oléagineux, qui remplace le diesel. Tout le reste de la matière organique, qui est pourtant du carbone, est inutilisé. Le bilan énergétique de ces carburants s'avère, en outre, généralement mauvais car, pour les produire, il faut souvent utiliser des carburants fossiles ; leur bilan CO<sub>2</sub> est souvent mauvais voire négatif. Qui plus est, ce sont généralement des cultures qui entrent en concurrence avec la forêt et provoquent la déforestation ; ou encore qui entrent en concurrence avec les ressources nécessaires pour l'alimentation humaine et animale et en aggravent la situation. Bien plus intéressants me paraissent donc être les biocarburants de seconde génération, qui permettent d'utiliser toute la matière organique de la plante, en essayant de récupérer le carbone de la matière ligneuse dans les tiges ou la paille ; et les biocarburants de troisième génération, qui utilisent des algues. Le problème reste



---

que, pour l'instant, il n'existe pas de projets réellement viables en la matière. Mais il s'agit là d'une perspective qu'il faut continuer à travailler, car c'est la seule solution pour disposer d'un hydrocarbure liquide renouvelable.

Le cas de la voiture électrique me laisse, personnellement, beaucoup plus sceptique. Une voiture purement électrique présente de très gros inconvénients. Le premier provient du mode même de production de l'électricité : 70 % de l'électricité mondiale est produite à partir de combustibles fossiles. On ne fait donc que déplacer les émissions de CO<sub>2</sub> des pots d'échappement à l'unité de production de l'électricité ; mais cela offre toutefois un avantage, car il est plus facile de capturer le CO<sub>2</sub> à l'usine de production. D'autre part, je l'ai dit, la recharge de la batterie doit faire des progrès considérables. Enfin, en dépit de ce qu'on y travaille depuis 150 ans, nous n'avons toujours pas réussi à faire en sorte qu'une batterie puisse, sans prendre trop de place, emmagasiner une énergie suffisante pour fournir une autonomie vraiment satisfaisante au véhicule. Il est donc bien certain qu'il y aura (et il y a déjà) des véhicules électriques qui sont ou seront parfaitement adaptés à un certain nombre de niches. Mais je ne suis pas convaincu qu'il puisse y avoir un très fort développement de la flotte en général.

Par contre, il est possible et il sera nécessaire d'imaginer une transformation complète dans la manière dont nous nous rapportons à la voiture. Il faut que nous cessions de la voir comme l'objet d'un désir de propriété. Il faudrait qu'elle devienne un moyen de transport que l'on loue et que l'on emprunte pour de courtes périodes. Nous devons donc en appeler à tout un ensemble de transformations de nos habitudes et de nos mentalités. Ce n'est d'ailleurs propre ni au pétrole, ni à la voiture : les questions d'énergie en général vont imposer que nous modifions plus ou moins profondément nos modes de vie.

---

## DÉBAT

**Question 1 :** *Récemment, le FMI a publié une étude sur l'évolution du prix du pétrole estimant qu'il atteindra 200 \$/baril à partir de 2025. Elle se base sur des équations assez simples de hausse de la consommation et d'insuffisance de la production. 200 \$/baril, cela signifie deux fois plus cher qu'aujourd'hui et quatre fois plus qu'en 2004... Comment va réagir l'économie française face à un tel choc de prix ? Par ailleurs, vous avez parlé des problèmes de subventions à la consommation : pensez-vous qu'on pourrait élaborer une fiscalité mondiale incitative ?*

**C.Mandil :** L'hypothèse du FMI est tout à fait crédible... Reste à voir s'il s'agit de dollars courants ou de dollars constants. Dans tous les cas, il faut se rappeler que la composante volatilité reste importante, c'est-à-dire qu'il peut y avoir une tendance à long terme à 200 \$ mais cela ne signifie pas que, dans l'intervalle, nous ne connaissons pas des pics et des baisses. De nombreuses personnes estiment ainsi qu'en 2013-2014, nous risquons d'assister à une baisse significative des prix : la crise mondiale réduit l'accroissement de la consommation à court terme et il existe des surplus importants issus du pétrole non-conventionnel américain. Certains pensent même qu'on va redescendre quelques temps à 70-80 \$ le baril. Sans doute ne pourra-t-on pas aller beaucoup plus bas, car l'OPEP prendrait aussitôt des mesures. Comme je l'ai dit, la plupart des pays de l'OPEP ne peuvent tolérer un pétrole bas du fait des promesses faites à leur opinion publique.

Quel va être l'effet de cette hausse probable à long terme sur le consommateur français ? Il faudrait plutôt poser la question pour le consommateur *américain*, car c'est lui qui risque de la ressentir le plus fortement du fait de la faible fiscalité aux Etats-Unis. En Europe, la fiscalité sur les carburants représente près des deux tiers du prix payé

---

à la pompe : par conséquent, si le pétrole brut double, l'augmentation du prix restera relativement atténuée. Le risque le plus important me paraît plutôt tenir à l'attitude des gouvernements dans une telle situation : ils risquent de céder à la tentation désastreuse de subventionner la consommation pour protéger le consommateur de la hausse des prix. Ce serait une catastrophe... Ce type de subventions constitue une triple erreur. Elles coûtent cher aux finances publiques, elles donnent un mauvais signal aux consommateurs, alors même que le principal signal devrait être celui d'une nécessaire économie d'énergie en raison de la hausse des prix. Elles donnent enfin un mauvais signal aux pays producteurs eux-mêmes puisqu'on leur laisse alors entendre qu'ils peuvent augmenter leurs prix impunément.

La question de la fiscalité mondiale me semble une utopie totale : nous nous trouvons engagés au contraire dans un processus où la gouvernance et la solidarité mondiales s'effilochent jour après jour. La négociation sur le changement climatique en témoigne parfaitement : elle qui aurait dû mobiliser l'ensemble de la communauté internationale s'est transformée en une collection d'initiatives individuelles sans grande coordination. Il est déjà presque impossible d'aboutir à une fiscalité européenne, alors une fiscalité mondiale...

**Question 2 :** *Vous avez évoqué le problème du « not in my backyard ». Comment pensez-vous qu'on puisse surmonter ce problème en France, où la question se pose de manière massive avec le gaz de schiste ?*

**C.Mandil :** Je vais dire quelque chose qui paraîtra arrogant et m'en excuse par avance. La compréhension qu'ont nos concitoyens, et même nos gouvernants, des phénomènes énergétiques est effroyablement basse. C'est d'ailleurs vrai dans la plupart des pays de l'OCDE. Mais

---

les énergéticiens ont bien des reproches à se faire dans ce domaine. D'une part, il faut reconnaître qu'ils ont tout fait pour qu'on ne les comprenne pas, notamment avec leur système baroque d'unités de mesure <sup>2</sup>. Il y a un véritable problème de communication et de pédagogie à résoudre. D'autre part, il est incontestable que, pendant longtemps, gouvernants et énergéticiens ont estimé préférable de distribuer les informations avec parcimonie. Ce principe est désormais totalement dépassé : tout le monde comprend qu'il faut impérativement communiquer et expliquer les questions énergétiques. Il faut donc que nous fassions un effort collectif pour améliorer les compétences de nos concitoyens en matière d'énergie. Mais nous nous heurtons alors à un autre problème, qui me semble assez grave : aujourd'hui, plus personne ne paraît crédible à l'opinion sur ces sujets. Les gouvernements ou les énergéticiens sont immédiatement disqualifiés, et même les scientifiques, individuellement, paraissent décrédibilisés... Peut-être les Académies ou des collectifs de scientifiques seraient-ils plus efficaces ?

Le problème du gaz de schiste en France n'est pas une question centrale au point de vue mondial. Par contre, pour la France, il peut avoir un impact non négligeable. Le déficit de la balance des paiements française atteint actuellement 70 milliards d'euros par an, ce qui équivaut très exactement au déficit de sa balance énergétique. C'est bien sûr une coïncidence, mais il reste que produire des carburants en France plutôt que de les importer ne serait pas inintéressant. Hélas, on se heurte ici à une sorte d'obscurantisme stupéfiant, qui consiste à vouloir fermer un dossier avant même de l'avoir ouvert...

---

2. Le pétrole s'exprime en baril/jour ; le gaz à la consommation en millions de BTU ; le gaz à la production en millions de m<sup>3</sup>, l'électricité en kilowatt-heure, etc.

---

**Question 3** : *Pouvez-vous revenir sur la question de l'énergie atomique ?*

**C.Mandil** : Je suis, pour ma part, un fervent partisan de l'énergie nucléaire, à condition qu'on ne prétende pas qu'elle puisse résoudre tous les problèmes. Les difficultés auxquelles nous allons nous heurter sont beaucoup trop importantes pour être résolues par un seul instrument. Il suffit de fournir quelques chiffres concernant le changement climatique pour en prendre la mesure. Le monde envoie près de 30 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère par an ; les perspectives de croissance, si rien n'est fait, nous amènent à environ 70 milliards en 2050. Si l'on veut avoir une probabilité suffisante de limiter l'augmentation moyenne de la température à 2 C°, il faudrait que les émissions de CO<sub>2</sub> baissent pour atteindre 13 milliards en 2050, c'est-à-dire qu'il faudrait les diviser par plus de cinq par rapport à la tendance... C'est une tâche absolument considérable ! Il me paraît totalement exclu d'y parvenir sans mobiliser l'ensemble des instruments à notre disposition. Il faudra beaucoup plus d'efficacité et de sobriété énergétiques ; beaucoup plus d'énergie renouvelable ; beaucoup plus de nucléaire et beaucoup plus de séquestration de CO<sub>2</sub>. Chercher à y parvenir en laissant tomber un de ces outils, c'est se créer un handicap supplémentaire. Aussi le nucléaire me paraît-il indispensable, sans être suffisant.

Cela ne signifie pas qu'il faille pour autant sous-estimer la gravité des difficultés que pose l'énergie nucléaire. Il ne s'agit pas de son coût : la Cour des Comptes a démontré qu'elle restait une énergie très compétitive. La question des déchets n'est pas encore totalement réglée, même si la solution est en bonne voie. Le problème le plus fondamental reste celui de la *sécurité*. Cela étant dit, il faut savoir regarder les choses avec une certaine objectivité : tout le monde invoque sans cesse le cas Fukushima pour démontrer que l'on ne peut pas se fier au nucléaire, même

---

dans un pays aussi développé que le Japon au point de vue technologique. Mais, très honnêtement, cela fait pour ma part dix ans que je dis que le prochain accident nucléaire doit avoir lieu au Japon. Le cas japonais n'est *absolument pas représentatif* : le Japon possède certes une solide culture technologique, mais sa culture en matière de sûreté n'a rien de comparable à celle des pays européens.

Une bonne culture de sûreté suppose :

1. Qu'on dispose d'une *autorité de sûreté complètement indépendante* ;
2. Qu'on mette en œuvre *une procédure totalement transparente*, c'est-à-dire qu'on informe systématiquement de tous les incidents, quels qu'ils soient, afin que l'opinion publique soit sûre qu'on ne lui cache rien.

Ces deux éléments sont totalement antagonistes avec la logique japonaise. Au Japon, tout dépendait du gouvernement : l'Autorité de sûreté était sous la tutelle du ministère de l'économie ; quant à la culture de la transparence, elle y est à peu près inexistante. Fukushima est donc moins, selon moi, un accident représentatif des risques nucléaires en général, que de la situation japonaise en particulier. On y a d'ailleurs constaté des dysfonctionnements totalement aberrants: il s'agissait d'une centrale de type « *General Electric* », telle qu'il en existe dans de nombreux pays et notamment aux États-Unis. L'Autorité de sûreté américaine n'a cessé d'exiger des exploitants américains qu'ils intègrent toute une série d'améliorations proposées par General Electric. En particulier, ils ont dû intégrer des recombineurs d'hydrogène : quand il y a une fuite d'eau à une température très élevée, l'eau se décompose en oxygène et hydrogène puis, dans un second temps, elle risque de se recombinaison de façon explosive. Cela peut être extrêmement dangereux dans un accident nucléaire. L'Autorité de sûreté américaine a donc obtenu que toutes les centrales « *General Electric* » soient équipées de ces recombineurs d'hydrogène. Mais, à chaque

---

fois que General Electric a proposé ces équipements à ses licenciés japonais, ceux-ci les ont refusés. Il n'y avait donc pas de recombineurs d'hydrogène à Fukushima et cela a constitué un élément aggravant dans la catastrophe. Une autre défaillance absolument étonnante porte sur l'absence de toute prévoyance en matière de tsunami : que les quatre groupes électrogènes de secours pour produire de l'électricité en cas de problème, aient été installés au sol, sans aucun sur le toit de la centrale, dans un pays exposé aux tsunamis, est assez stupéfiant.

**Question 4 :** *La part du Moyen-Orient dans la production de pétrole est actuellement considérable ; c'est, par ailleurs, une zone à très hautes turbulences. Aura-t-il une place aussi importante dans la production de pétrole dans l'avenir ?*

**C.Mandil :** Les réserves du Moyen-Orient restent encore absolument considérables. Ses perspectives pour 2035 ne sont pas très différentes de la place qu'il occupe aujourd'hui. Par contre, les incertitudes politiques y sont effectivement grandes, en négatif comme en positif d'ailleurs... Supposons, par exemple, qu'un jour l'Iran rentre dans le concert des nations fréquentables, il est potentiellement un producteur majeur d'hydrocarbures. Il suffit de voir comment l'Irak, qui a plafonné durant la période pétrole contre nourriture, à 2 millions de barils/jour, a déjà redressé sa production à 4 millions, et atteindra sans doute 7 millions dans les prochaines années. Par contre, on peut se demander ce qui va se passer lorsque les derniers fils d'Ibn Seoud auront quitté la scène politique et quels seront les derniers soubresauts du Printemps arabe dans la péninsule arabique... Que va-t-il se passer, par ailleurs, si éclate vraiment une guerre avec l'Iran et que le détroit d'Ormuz est fermé, alors que 17 % du pétrole mondial transite par ce point et que les possibilités de contournement sont très limitées ? Ce sont là des points d'interrogation extrêmement lourds. Mais il

---

me semble que le phénomène le plus intéressant reste la profonde mutation qui est en train de s'opérer en matière géostratégique : une grande puissance comme les États-Unis, qui portait un intérêt tout particulier à cette zone pour des raisons énergétiques, n'en dépend désormais presque plus. Par contre, une autre grande puissance assoiffée de pétrole, la Chine, s'intéresse de plus en plus au Moyen-Orient et en dépend de plus en plus.

**Question 5 :** *Vous avez à peine effleuré dans votre présentation les réserves potentielles en Arctique : pensez-vous qu'avec l'augmentation des prix et le progrès technologique, ces réserves pourront devenir une source importante d'hydrocarbures ?*

**C.Mandil :** C'est une question très difficile. Il n'est pas certain, mais hautement probable, qu'il existe des réserves importantes en Arctique. D'un autre côté, s'il est une zone qui symbolise l'impératif de protection de la nature, c'est bien celle-là... Est-ce que les technologies seront suffisamment sûres pour qu'on puisse éviter un nouveau « Macondo »<sup>3</sup> ? La stratégie des diverses compagnies pétrolières à ce sujet est différente: le PDG de Total, par exemple, a déclaré très nettement qu'il n'irait pas en Arctique. Ce n'est pas que Total n'ait pas envie de chercher du pétrole ou de prendre des risques technologiques, mais il estime que le moindre accident dans cette région représenterait sans doute la mort de l'entreprise qui s'y exposerait. La stratégie adoptée par Shell a été très différente.

**Question 6 :** *Depuis deux ou trois ans, il semble qu'on assiste à une baisse considérable du nombre de candidats français ingénieurs à l'Institut Français du Pétrole (IFP) : avez-vous le sentiment que nous disposons d'assez de chercheurs et d'ingénieurs qualifiés dans la filière du pétrole ?*

---

3. Nom du puits de BP qui a causé la marée noire dans le Golfe du Mexique.



---

**C.Mandil** : Tout dépend si l'on parle de la France ou du monde. Il est certain qu'en France, nous nous heurtons à un véritable problème. Cela n'a d'ailleurs rien de surprenant : quand on ne cesse de dénigrer la filière pétrolière, réputée sale, dangereuse, dépassée et politiquement infréquentable, on ne doit pas s'étonner que les jeunes ingénieurs désertent le secteur. Au niveau mondial, la situation est très différente, grâce aux Etats-Unis et aux pays émergents, où les hydrocarbures continuent à être considérés comme une extraordinaire aventure d'ingénieurs. Nous ne manquerons donc pas de compétences mais elles seront, effectivement, de moins en moins françaises, ce qui est très regrettable. La France, on le sait, n'a pas de pétrole ; elle a réussi malgré tout à constituer une des plus grandes entreprises pétrolières mondiales, Total, et surtout son secteur parapétrolier est le deuxième au monde, avec des entreprises comme Schlumberger, Technip, CGG-Veritas, Vallourec etc. Une telle réussite est liée au fait que, pendant toute une période, nous avons beaucoup cru au pétrole, avec un soutien public important, de grands donneurs d'ordre pétroliers qui ont bien fait leur travail et un centre de recherches l'IFP qui considérait que sa mission était d'aider au développement des entreprises du secteur. Tout cela a créé les conditions d'un développement industriel remarquable qui est aujourd'hui plus difficile.

**Question 7** : *Nous n'avons pas beaucoup parlé de la pétrochimie, qui représente pourtant 40 % des débouchés. Quelles sont, en particulier, les modifications induites dans ce domaine par les gaz de schiste qui rendent la chimie américaine beaucoup plus compétitive ?*

**C.Mandil** : Actuellement, le prix du gaz aux EU s'élève à 4 \$/million de BTU. Il atteint 10-11 \$ en Europe et 16-18 \$ en Asie... Toute l'industrie qui consomme du gaz bénéficie donc aux Etats-Unis d'une situation exceptionnelle.

---

Au contraire, l'industrie européenne de la pétrochimie s'apprête à connaître une période très difficile, puisque sa matière première « gaz » lui coûte quatre fois plus cher qu'à ses concurrents américains. Mais cela va-t-il durer ? La réponse n'est pas évidente. Les Etats-Unis sont désormais excédentaires en gaz – ce qui, notons-le, est un bouleversement pour eux ; tout dépend donc de savoir s'ils vont souhaiter devenir significativement ou non des exportateurs de gaz. Les producteurs de gaz américains le souhaitent ardemment, car ils pourraient alors vendre leur gaz bien plus cher sur les marchés internationaux. Les consommateurs industriels, eux, font un lobby très actif auprès du gouvernement pour qu'il empêche ces exportations, dans la mesure où les prix du gaz vont alors s'égaliser et ils perdront leur avantage compétitif. Or les Etats-Unis ont effectivement la possibilité juridique d'autoriser ou non ces exportations. Tout dépendra donc de la stratégie gouvernementale : va-t-elle privilégier les exportations, et donc les performances de son industrie pétrolière et gazière, ou le maintien du gaz sur le territoire national, de sorte à préserver l'avantage de sa pétrochimie ? Dans ce cas, il est possible que l'avantage de cette industrie soit durable.

**Question 8 :** *Les sables bitumineux de l'Alberta au Canada, sont présentés comme les deuxièmes plus grosses réserves du monde à l'heure actuelle et posent, par ailleurs, d'énormes problèmes d'environnement. Les découvertes récentes de pétrole aux Etats-Unis ne risquent-elles pas de réduire l'intérêt de ces exploitations ?*

**C.Mandil :** Les sables bitumineux constituent une ressource considérable, actuellement exploitée par diverses compagnies. Leur exploitation peut être très polluante si elle est mal conduite et nécessite beaucoup d'énergie pour fluidifier le pétrole, ce qui émet beaucoup de CO<sub>2</sub> et pose donc un sérieux problème. Mais il appartient

---

au gouvernement canadien de faire en sorte que les réglementations environnementales soient convenables, qu'il y ait un prix du CO<sub>2</sub> acceptable, des réglementations sur la pollution des eaux et la déforestation. Jusqu'ici, il faut convenir qu'il a été un peu léger en la matière.... Mais vous avez parfaitement raison en ce qui concerne le bouleversement qu'impliquent les découvertes américaines : jusqu'ici, le Canada pensait qu'il pourrait alimenter les États-Unis et avait organisé la distribution de son pétrole en ce sens, avec des pipelines orientés Nord-Sud. Désormais les États-Unis n'ont plus besoin de son pétrole : le pétrole canadien va donc devoir circuler Est-Ouest, soit pour être exporté vers l'Atlantique, soit surtout pour transiter vers le Pacifique où les consommateurs chinois l'attendent à bras ouverts...

Retrouvez l'intégralité du débat en vidéo sur [www.institutdiderot.fr](http://www.institutdiderot.fr)

---

## Les publications de l'Institut Diderot

### Dans la même collection

L'avenir de l'automobile

Louis Schweitzer

L'avenir des nanotechnologies

Etienne Klein

L'avenir de la croissance

Bernard Stiegler

L'avenir de la régénération cérébrale

Alain Prochiantz

L'avenir de l'Europe

Franck Debié

L'avenir de la cybersécurité

Nicolas Arpagian

L'avenir de la population française

François Héran

L'avenir de la cancérologie

François Goldwasser

L'avenir de la prédiction

Henri Atlan

L'avenir de l'aménagement des territoires

Jérôme Monod

L'avenir de la démocratie

Dominique Schnapper

L'avenir du capitalisme

Bernard Maris

L'avenir de la dépendance

Florence Lustman

L'avenir de l'alimentation

Marion Guillou

---

L'avenir des humanités dans l'entreprise

Jean-François Pradeau

L'avenir des villes

Thierry Paquot

L'avenir du droit international

Monique Chemillier-Gendreau

L'avenir de la famille

Boris Cyrulnik

L'avenir du populisme

Dominique Reynié

L'avenir de la puissance chinoise

Jean-Luc Domenach

L'avenir de l'économie sociale

Jean-Claude Seys

L'avenir de l'hôpital public

Bernard Granger

L'avenir de la guerre

Rony Brauman & Henri Bentégeat

L'avenir de la vie privée dans la société numérique

Alex Türk

L'avenir de la politique industrielle française

Louis Gallois

L'avenir de la politique énergétique française

Pierre Papon

### **Les Notes de l'Institut Diderot**

L'euthanasie, à travers le cas de Vincent Humbert

Emmanuel Halais

Le futur de la procréation

Pascal Nouvel

La République à l'épreuve du communautarisme

Eric Keslassy

---

Proposition pour la Chine  
Pierre-Louis Ménard

L'habitat en utopie  
Thierry Paquot

Une Assemblée nationale plus représentative  
Eric Keslassy

### **Les Dîners de l'Institut Diderot**

La Prospective, de demain à aujourd'hui  
Nathalie Kosciusko-Morizet

Politique de santé : répondre aux défis de demain  
Claude Evin

La réforme de la santé aux États-Unis :  
quels enseignements pour l'assurance maladie française ?  
Victor Rodwin

La question du médicament  
Philippe Even

### **Les entretiens de l'Institut Diderot**

L'avenir du progrès  
(Actes des Entretiens 2011)

# L'avenir du pétrole

---

De supposés « faits » alimentent depuis plusieurs décennies les visions catastrophistes de l'avenir de la planète. Au premier rang desquels l'épuisement des stocks disponibles en ressources pétrolières. On invoque l'incontestable et impressionnante croissance de la consommation liée, pour l'essentiel, aux besoins des transports à l'ère de la « mondialisation ». On avance l'idée vertigineuse et paralysante d'un « pic pétrolier » intervenant dans les dix prochaines années, s'il n'a pas déjà été atteint à notre insu.

Par la somme ordonnée des connaissances précises qu'il apporte à ses lecteurs, le texte qu'on va lire fait apparaître l'ensemble des présupposés qui soutenaient l'évidence de cette thèse. Il libère l'esprit de l'idée que le « problème du pétrole » serait essentiellement un problème géologique. Il refuse la croyance en un funeste destin qui, de notre fait, attendrait notre espèce.

Il ne cède pas pour autant à un optimisme de convenance, car Claude Mandil aborde de front la dimension géopolitique du problème et dégage les perspectives inattendues ouvertes à l'humanité par les progrès technologiques actuels. Il montre le dynamisme et les promesses de la recherche de nouveaux carburants.

On ne s'étonnera pas de l'intensité du débat auquel cet exposé a pu donner lieu. Claude Mandil y donne sa position sur la question de l'énergie nucléaire telle qu'il l'envisage après Fukushima. Il nous alerte sur l'épineuse question de la recherche (interdite dans notre pays !) sur les gaz de schiste. Une maxime de style diderotien vient pour finir sous sa plume : c'est de l'obscurantisme que de « vouloir fermer un dossier avant même de l'avoir ouvert ».

**Pr. Dominique Lecourt**

Directeur général de l'Institut Diderot



**Claude MANDIL**



Ancien Directeur de l'Agence internationale de l'Energie,  
ancien Président de l'Institut français du pétrole, co-auteur  
du Rapport Energie 2050 (2012)

---

La présente publication ne peut être vendue

