

EDITORIAL

Pour une vision géologique et géoéthique du développement durable

Le développement durable inclut les dimensions sociale, écologique et économique. Sur chacun de ces points, la vision commune est de court terme (le temps des banquiers ou des planificateurs publics : quelques dizaines d'années, au plus deux générations...). Cela pouvait se comprendre lorsque l'on croyait que l'homme vivait dans un espace à deux dimensions, j'entends à la surface de la planète, dans l'écosystème de la biosphère. Or il est devenu un agent géologique ! Il rivalise avec les grands cycles géodynamiques terrestres, qu'il s'agisse de l'érosion, de la dispersion de certains éléments chimiques, du changement de la composition des eaux (mêmes souterraines), des sols, ou de l'atmosphère. Certains auteurs le traduisent en disant que nous sommes entrés dans l'*anthropocène*, une nouvelle ère qui — dans l'évolution des mammifères — a vu se succéder le miocène, le pliocène et le pléistocène.

Cette approche nous amène à jeter un regard neuf sur le développement durable, et la robustesse de nos trois piliers :

-*le pilier social*, le social (ou l'humain) doit se considérer avec une vision au moins historique. Voire plus : pré et post-historique. Il faut se donner une vision de nos choix sociaux, pas seulement à 10 ou 50 ans, mais aussi à 100, 500, 1 000, 10 000 ans. Ce dernier chiffre est le moins que l'on puisse faire, quand on sait que l'homme existe depuis trois ou quatre millions d'années ! S'il nous a fallu autant d'année pour émerger du stade animal, ne serait-il pas raisonnable de viser un temps équivalent avant d'y retourner ?

-*le pilier environnemental*, vu seulement avec une vision *faune-flore* ou *biodiversité*, voire *milieu ambiant* (air, eau...) sans prendre en compte la partie solide du système environnemental. Résultat, *c'est celui dans lequel on puise sans compter*. Paradoxalement, alors que le système biologique est essentiellement renouvelable, celui qui ne l'est pas est le moins regardé ! Certes, on a pu disposer ces dernières années de ressources minérales, notamment énergétiques et métalliques, en grande abondance, mais sans mesurer combien de temps (au-delà de l'horizon de quelques dizaines d'années) on vivrait sur cette lancée. On a bénéficié de découvertes très importantes du fait de révolutions simultanées dans les concepts scientifiques et les percées technologiques, sans prendre en compte que la science et la technologie donnaient aussi la faculté de mesurer la limite des ressources ;

-*le pilier économique* recèle en lui-même les limites des technologies. La valeur allouée aux objets est des plus arbitraires. Ceci est bien démontrée et assez connue pour ce qui concerne l'environnement (la biodiversité, les paysages, les écosystèmes naturels...). C'est également le cas pour les milieux physiques ambiants, qu'il s'agisse de la qualité de l'air (notamment la teneur de l'atmosphère en gaz à effet de

serre) ou des ressources en eau. Mais ça l'est plus encore pour les substances géologiques. Celles-ci ne sont comptées qu'à leur valeur d'acquisition, ou d'extraction, ce qui n'a rien à voir avec leur valeur réelle ! Pourtant, on sait depuis les travaux de M. K. Hubbert dans les années 1950 que, face à la croissance exponentielle des besoins, l'exploitation d'une ressource minière — notamment fossile — prend inexorablement la forme d'une courbe en cloche. Si l'on pouvait pardonner aux pionniers et aux chercheurs d'or du Far West (plus proches d'une économie de chasse et de cueillette que d'une économie industrielle) leur manque de vision, le plus « cloche » dans l'affaire, c'est bien l'homme avisé que nous sommes aujourd'hui, qui découvre, exploite et utilise cette ressource en toute connaissance de ses limites.

La raréfaction des ressources

Paradoxalement, l'alerte n'est pas tant venue de là que du côté de la crise climatique. La planète entière s'est mobilisée et la convention Climat a été signée. Nous découvrons aujourd'hui un peu ébahis qu'à la crise du climat vient s'ajouter la crise pétrolière. On croyait être obligé de réduire l'usage des énergies fossiles quand celles-ci ont la bonne manière de nous rappeler quelles sont limitées ! Les contraintes de prix de l'énergie, jugées inacceptables lorsqu'il s'agissait de taxer le carbone fossile, s'imposent d'elles-mêmes du fait de la raréfaction des ressources, réalité que les instances théoriquement les plus compétentes, comme l'Agence internationale de l'énergie, ou les grandes entreprises pétrolières, n'ont accepté de considérer que depuis quelques mois.

Un jour — n'est-il pas grand temps de le faire ? — on reconsidérera les choses avec une approche vraiment durable : on aura la sagesse de chercher à savoir ce que recèle le sous-sol de la planète, et comme on a fait un GIEC pour le climat, on se décidera à faire un GIER des ressources ! Cela nécessitera de se mettre à plusieurs — scientifiques, compagnies, responsables politiques, ONG — pour compter ce dont on dispose dans notre planète en termes de ressources, selon leur distribution et leur qualité. Cela permettrait de voir ensemble, pour cette génération et les suivantes, ce dont on est sûr ou ce dont on pourrait espérer disposer, qu'il s'agisse d'énergie (fossile, bien sûr, mais aussi nucléaire), ou de métaux. On disposerait ainsi de bases physiques pour concevoir un développement que l'on pourrait qualifier — au moins provisoirement, et jusqu'à la prochaine révision — de durable. On devrait bien entendu regarder l'ensemble des ressources énergétiques et les *grands* métaux (fer, cuivre, etc. qui entrent dans les infrastructures énergétiques, les centrales et les réseaux notamment). Mais on devrait aussi regarder les *petits* (Ni, Pt, Li...) : ceux qui sont les plus sollicités dans les filières « vertes », qu'il s'agisse des catalyseurs pour la dépollution, des batteries et des piles, ou même des ordinateurs, ces héros de la « dématérialisation » ! Cela nous permettra d'esquisser un calcul de valeur de ces matières qui exprimera aussi une préoccupation sociale plus ancrée dans l'histoire et l'avenir, et une dimension environnementale de moins courte vue.

C'est en fin de compte à une « *géo-éthique* » qu'il faut faire appel. Une discipline à créer à côté de la bio-éthique encore balbutiante.

Jacques Varet

Vice-président de l'association 4D, directeur de la prospective au Bureau de Recherche Géologique et Minière.

Contenu du bulletin n° 7

p.1 : Editorial par J. Varet.

p.5 : Revue de presse : un été bien orageux par A. Perrodon.

p.8 : Energies fossiles et énergies « nouvelles » par X. Chavanne

p.11 : Revue du livre de Richard HEINBERG « PÉTROLE-LA FÊTE EST FINIE !
Avenir des sociétés industrielles après le pic pétrolier » par A. Nicolas

Le prochain numéro sortira début juillet 2009.

UN ETE BIEN ORAGEUX

Par Alain Perrodon (extrait du n°56 de l'AVASCOPE)

L'activité pétrolière ne fait jamais relâche. Ce dernier été en est une nouvelle illustration.

Si le 19^e Congrès Mondial du Pétrole qui s'est tenu à Madrid du 29 juin au 3 juillet n'a pas fait la une de la presse, les envolées du cours du brut et les événements de Géorgie ont retenu son attention. Bien d'autres sujets également, mais il nous faut faire des choix dans cette revue de presse de rentrée.

Avec 4300 délégués, 35 ministres, 500 CEOs et 590 orateurs ce congrès, qui a donné la priorité à l'E&P, a été l'occasion de dialogues (de sourds diront certains), entre représentants de sociétés nationales (les NOC) et de compagnies internationales (les IOC). Le congrès se tenant pendant la période de forte hausse des prix du brut, le climat général était plutôt à l'optimisme, le reflux de la fin de l'été n'étant pas prévu.

Selon l'opinion générale du congrès, l'augmentation des cours du brut « ne tient pas à l'insuffisance des réserves », mais aux capacités de production relève J.B. Sigaud dans Pétrole et Gaz Information de septembre – octobre. Ces prix élevés permettent, avec le progrès des technologies, le développement de « huge unconventional resources » (Petroleum Review – août). Christophe de Margerie (qui s'est défendu d'être un pessimiste !) a estimé que la production mondiale « devrait augmenter jusqu'à atteindre un plafond de l'ordre de 95 Mbj vers 2020, puis se stabiliser autour de cette valeur. » Une déclaration qui a fait un certain bruit. Bref, comme le note encore J.B. Sigaud, « ce n'est pas la fin du pétrole, mais la fin du pétrole bon marché. » Une expression déjà entendue dans d'autres cercles.

Ce trimestre estival a par ailleurs apporté son lot de bonnes et de moins bonnes nouvelles. Parmi les premières, on accordera une mention spéciale aux remarquables succès de la société brésilienne Petrobras dans l'exploration de l'offshore profond. Après s'être fait remarquer par ses belles découvertes sur le plateau continental et le talus du bassin de Campos, cette société est en train de découvrir une nouvelle et prolifique province, plus au sud, dans les séries infrasalifères du bassin de Santos. Après la découverte du champ de Tupi, crédité de réserves de 5 à 8 Gb, Petrobras, parfois en association, a enchaîné une succession de succès avec Jupiter et Carioca, qui pourrait constituer avec la découverte de Sugar Leaf, à quelque 40 km, une seule accumulation de 33 Gb. Tout récemment, la presse a annoncé de nouvelles découvertes, Guara, Parati, Caramba, Jara. Les 15 forages exécutés dans cette zone se seraient tous révélés positifs. Le Brésil pourrait ainsi mobiliser au cours des prochaines années 20 à 50 FPSO (plates-formes de production) (Petro Stratégies – 22/09).

Cependant, comme le fait remarquer P.H. Werthelm (Offshore – 07/08), on sait encore peu de choses sur les réservoirs carbonatés de ces gisements, ce qui doit rendre prudent sur les facteurs de récupération. On ne doit pas sous-estimer par ailleurs la situation de ces découvertes, à plus de 200 km de la côte, à plus de 2000 m de profondeur de la mer et à quelque 6000 m sous le niveau de celle-ci. Le brut est léger, mais « de fortes concentrations de CO₂ ont été mises en évidence. » (Petro Stratégies – 22/09).

Toujours dans le carnet rose convient-il de mentionner les résultats, souvent imprévus, de l'exploitation des gaz non conventionnels aux Etats-Unis, encore que certains incitent à la prudence, comme A. Berman (World Oil – sept. – p 23).

On misait sur ce chapitre plutôt sur les gaz de houille. Ce sont aujourd'hui les gaz de schistes, des roches mères à très faible perméabilité, qui donnent les meilleurs résultats. Actuellement, ces gaz de réservoirs compacts représentent plus de la moitié des réserves des E.U. (Petroleum Review – janv. 08) et assurent plus du quart de la production. Que peut-il en être dans d'autres pays ? Là aussi, une certaine prudence s'impose. Si le volume de roche imprégnée compense la modestie des débits, les taux de récupération demeurent faibles et irréguliers, de l'ordre de 10 %, voire 20 % dans les zones les plus favorables (Petro Stratégies – 22/09).

A signaler par ailleurs les projets de production de GNL à partir de gaz de houille en Australie, avec une capacité de 15 à 33 Mt / an d'après Petro Stratégies – 22/09.

Le GNL n'est cependant pas sans problèmes. Allons nous vers un surplus de la demande, comme cela se dessine en Italie « l'AIE pointe du doigt un marché du GNP déséquilibré » où « les capacités de regazéification dans le monde sont deux fois plus importantes que celles de liquéfaction », (700 G.m³ / an contre 330 G.m³) (Petro Stratégies – 29/09).

Les nuages sont venus de l'Est, et plus précisément des horizons du Caucase. L'oléoduc BTC, destiné à sortir le pétrole de la Caspienne sans passer par les terres russes, a été la victime politique de la guerre de Géorgie, en dépit des déclarations se voulant apaisantes de V. Poutine, s'en prenant par ailleurs vivement aux Kurdes responsables de destruction en territoire turc (Oil and Gas – 08/09). Ce qui n'a pas empêché le président Medvedev, en tournée dans la région, de chercher à « torpiller le projet de gazoduc » Nabucco (Fig Eco – 08/07), Petroleum Review – mai 08). Un projet auquel Total refuse de s'associer, Christophe de Margerie affirmant dans un entretien au Figaro du 16/09 : « Je préfère un gazoduc qui ait vraiment du gaz à transporter ! », ce que confirme Suzanne Nies, chercheur de l'IFRI, dans Gaz d'aujourd'hui (04/08 – p 5) : « nous avons (pour ce projet) environ 3 G.m³ – et encore non écrits – pour une capacité de 30 G.m³ ».

Les menaces politiques ne se cantonnent malheureusement pas au conflit géorgien qui, assez curieusement, n'a guère eu d'impact sur les cours du brut.

Au Nigeria, l'insécurité s'intensifie dans le delta du Niger et dans les eaux avoisinantes, menaçant les plates-formes elles-mêmes.

En Irak, « Doutes croissants sur la possible signature d'accords de service à court terme en vue d'une assistance technique », pouvait-on lire en titre du Pétrole et Gaz Arabe du 01/09. La Shell vient cependant « de signer un important accord pour valoriser le gaz associé produit dans le Sud de l'Irak, alors que les tensions montrent entre le gouvernement central et la province du Kurdistan » (Petro Stratégies – 29/09).

Les nuages semblent se concentrer également sur l'exploitation des sables de l'Alberta. Les coûts ne cessent de monter. De ce fait, le seuil de prix requis pour une rentabilité de 8 % serait passé de 65 à 85 dollars canadiens (pratiquement à parité avec l'USD) (Petro Stratégies – 22/09). Dans le même temps, l'impact sur l'environnement pose de plus en plus de problèmes, au risque de freiner tant la production que la commercialisation (Petroleum Economist – juillet). Une vue aérienne d'un chantier reproduite dans Courrier International est à cet égard assez édifiante.

Le premier ministre canadien a même promis d'empêcher la livraison de pétrole extrait des sables à des pays n'ayant pas d'objectifs suffisants de réduction des émissions polluantes (AFP – 29/09).

Dans le même temps, Total vient de prendre un intérêt majoritaire et le rôle d'opérateur pour la réalisation d'un pilote d'exploitation de sables bitumineux à Bemolanga à Madagascar en vue d'une exploitation de 180 000 bj pendant 30 ans (Petro Stratégies et PGA – 1^{er} oct.).

Et les prix du brut dans tout cela ? On sait qu'après avoir culminé à 147 USD le 11 juillet, le baril a entamé un rapide reflux dont nous ne discernons pas encore les limites. L'AIE soutient l'idée d'un « juste prix » autour de 80 \$, « un prix reflétant les fondamentaux » (Petro Stratégies – 29/09) ; « Le cours du brut évolue désormais au gré des perspectives d'adoption du plan de sauvegarde américain » selon Les Echos du 1^{er} octobre.

C'est là une situation qui amène le ministre russe de l'énergie à déclarer qu'il était « normal qu'apparaisse un facteur russe » dans l'établissement du prix du pétrole (La Tribune – 1^{er} oct.). Ces brutales variations de prix risquent, pour le directeur du PGA, Nicolas Sarkis, « non seulement de torpiller de nombreux projets (...), mais aussi d'agir comme un soporifique sur bon nombre de dirigeants dans les pays importateurs. » Une remarque qui prend toute sa valeur ces dernières semaines.

ENERGIES FOSSILES ET ENERGIES « NOUVELLES ».

Par X. Chavanne

Question d'un lecteur : « Je crois hasardeux d'établir une comparaison des filières énergétiques, en alignant les énergies fossiles avec celles qualifiées de " nouvelles ". En effet, si les technologies servant aux premières sont parvenues à maturité, pour les secondes des progrès importants restent à faire. Les rapprocher, cela revient à comparer les performances du cheval avec celles du fardier de Cugnot (1769) qui fonctionnait à la vapeur. Au 18^e siècle, le cheval aurait eu facilement le dessus même si, deux cents ans plus tard, il était nettement surclassé par les véhicules autonomes à moteur qui entre-temps s'étaient beaucoup perfectionnés. Aujourd'hui, les performances du solaire, de l'éolien, etc. sont relativement modestes. Qu'en sera-t-il demain ? Quel est leur facteur de progression ? »

Remarques intéressantes et pertinentes.

Voici quelques éléments de réponses : l'énergie contenue dans tous les vents de l'atmosphère terrestre (sous forme mécanique), l'énergie reçue à la surface de notre globe en provenance du soleil (sous forme électromagnétique) et autres (marées, vagues, gradient océanique...) représente bien plus que la consommation d'énergies primaires (pétrole, charbon, hydroélectricité...) par l'homme, quelques ordres de grandeur supérieurs même. Cela on le sait au moins depuis le début du 19^e siècle, ce qui a motivé de trouver ou d'améliorer les moyens de les extraire et de les transformer sous une forme utile et facilement disponible pour nous, humains. La littérature montre qu'il n'a pas manqué de personnes pour imaginer et/ou réaliser des solutions pour arriver à ce but (pensons à G. Claude qui a consacré toute sa fortune acquise avec Air Liquide, son intelligence et son temps pour essayer d'extraire l'énergie du gradient de température de l'océan, en vain. A. Lavoisier à la fin du 18^e concentrait les rayons du soleil au foyer d'un système de lentilles dont seul son statut de fermier général lui a permis de disposer).

Mais là est le problème : l'abondance n'est pas tout. Il faut que les moyens de captage, de transformation et de distribution ne se révèlent pas trop chers. Bon marché financièrement mais, plus fondamentalement, bon marché énergétiquement. Les lois de la thermodynamique nous contraignent à ce que l'énergie dissipée pour obtenir l'énergie sous une forme utile (énergie dissipée pour construire le matériel, pour qu'il fonctionne...) soit plus faible que l'énergie extraite. Et plus cette énergie perdue sera faible et plus nous, consommateurs, pourront disposer d'énergie pour nos usages (ce qui ne nous dispense pas de l'économiser).

Les énergies fossiles, charbon, pétrole..., sont connues depuis très longtemps aussi ; mais les bons procédés pour les exploiter ont été mis au point très tardivement (18^e pour le charbon, 19^e et 20^e pour le pétrole). La biomasse, les moulins à vent et à eau ont été auparavant les énergies dominantes (et le soleil aussi pour le séchage, marais salants...). La comparaison entre le cheval et le fardier de Cugnot et le renversement des rôles décrivent ce qui s'est réellement passé, puisque dès le début

du 19^e les locomotives à vapeur alimentées en charbon allaient 10 fois plus vite que les diligences tirées par des chevaux.

Il y a un élément fondamental qui a joué et qui joue en faveur des énergies fossiles : c'est leur concentration énergétique, en masse et/ou en volume. 1 m³ de pétrole produit 40 GJ de chaleur. 1 m³ d'air à une vitesse favorable de 50 km/h contient 120 J d'énergie cinétique. Même en se ramenant à masse identique (un facteur 700) le pétrole reste largement gagnant. Dans le cas de l'hydroélectricité 1 m³ d'eau tombant sur 100 m libère 1 MJ d'énergie de pesanteur. Par conséquent l'énergie qu'il faudra dissiper pour leur exploitation, ramenée à 1 J d'énergie extraite, sera plus facilement faible pour les énergies concentrées.

Et cela explique aussi les autres gains en terme de logistique et de productivité qui donne ainsi un bilan financier plus favorable. Dans les années 70 les grands groupes pétroliers se sont intéressés aux énergies renouvelables, pour comprendre que l'exploitation du pétrole était une affaire bien plus lucrative, tant qu'il y en avait.

Le progrès et les astuces techniques ont profité à toutes les énergies. La technologie pour exploiter l'énergie hydraulique est mature ; les turbines/alternateurs récupèrent l'énergie des chutes avec un rendement de 85%. Grâce à la ténacité depuis 1900 de quelques ingénieurs danois, la technologie pour exploiter l'énergie du vent est aussi devenue mature. L'éolienne géante à trois pales bourrée d'électroniques de contrôle et de puissance arrive à prélever et convertir en électricité 50% de l'énergie du vent qui arrive à la surface balayée par ses pales, alors que la limite théorique est de 59% (pour l'atteindre il faudrait supposer qu'il n'y ait plus aucun frottement fluide sur les pales et plus aucun frottement mécanique dans la transmission !). Cette maturité est toute récente (années 90) et le déploiement est en cours maintenant. L'énergie nécessaire pour fabriquer l'éolienne et l'installer représente de 5 à 10% de l'énergie électrique qu'elle fournira durant sa durée de vie estimée à 20 ans, à condition aussi d'être bien située par rapport aux régimes de vent. Le potentiel récupérable à terre est limité mais en mer il est bien plus élevé. Il pourrait couvrir largement les besoins d'un pays comme le Danemark. Le problème est ailleurs (voir plus loin).

L'énergie solaire est encore au stade de la R&D, en particulier pour le choix du système photovoltaïque. Les systèmes disponibles nécessitant beaucoup d'énergie pour leur fabrication, leur bilan énergétique est mauvais. On peut cependant espérer du progrès de ce côté-là au vu des résultats en laboratoire, mais il faudra être patient. Ces énergies bénéficient d'aides généreuses (prix de rachat en France jusqu'à 57c€/kWh pour le système photovoltaïque, alors que le prix de vente de l'électricité nucléaire est de l'ordre de 5 c€/kWh).

Les énergies fossiles et nucléaires, et la plus grande partie de la géothermie pour l'occasion, sont des énergies de stocks constitués lors des temps géologiques voire lors des débuts de l'univers. Elles sont donc épuisables, à des échelles de temps très variables, suivant aussi la demande humaine. Les énergies dites renouvelables sont des énergies de flux permanents couplés parfois à des stocks provisoires (biomasse, partie de l'hydraulique). Après leur abondance (du moins pour le solaire et l'éolien) le deuxième avantage apparent de ces énergies est donc la permanence de leur flux.

Cependant le solaire et l'éolien sont des énergies de flux très variables, parfois non prévisibles, et mal corrélés avec la demande. Cela nécessite des coûts supplémentaires, financiers et énergétiques, pour gérer cet asynchronisme en les convertissant

en énergies de stock restituables. Mais à cause de nombre de limites fondamentales les difficultés sont grandes, malgré l'ingéniosité et les moyens donnés. Il y a des solutions mais leur mise en œuvre à grande échelle reste chère, peut être moins si nous étions plus raisonnables dans nos besoins d'énergie.

En conclusion nous ne pouvons faire qu'une vague réponse, tant le domaine de l'énergie est complexe : on peut espérer des progrès de la part des énergies renouvelables mais atteindre la commodité qu'offrent les énergies fossiles semble difficile. Il est peut-être bon aussi d'éviter une vision trop manichéenne entre les bonnes et les mauvaises énergies, surtout quand on dépend tant de ces dernières. Venant d'une région rurale montagnaise, j'ai encore une idée de comment vivaient mes grands parents voire mes parents avant le confort qu'offre une énergie abondante et bon marché. Il serait très difficile pour nous de revenir à cette période. Une réponse plus rapide et sûre est de commencer à économiser à notre niveau, ce qui oblige à avoir une idée quantitative de nos différentes consommations d'énergie, directes et indirectes.

REVUE DE « PÉTROLE-LA FÊTE EST FINIE ! Avenir des sociétés industrielles après le pic pétrolier » de Richard HEINBERG

Par Adolphe Nicolas, géologue, membre d'ASPO-France

Sous ce titre, les Editions Demi Lune nous offre en cette fin d'année 2008, la traduction d'un des livres américains les plus inspirés sur la fin de l'ère du pétrole et sur les prévisions que l'on peut en tirer. D'emblée, disons que la traduction de l'ouvrage original « The Party is Over, Oil, War and the Fate of Industrial Societies » est excellente, parfois enrichies de références à la situation française.

Considérant, comme l'auteur que l'énergie est au centre de tout, je recommande particulièrement les premiers chapitres où, après avoir montré de façon convaincante combien ce paradigme s'applique à nos sociétés, l'auteur s'applique à retracer l'histoire de l'humanité éclairée depuis cette perspective. Cette analyse, très documentée est captivante. Elle se termine par la description des prémisses de la crise actuelle, depuis l'éclosion au début du XX^e siècle et aux Etats-Unis d'un mode de vie fondé sur le pétrole, jusqu'à la mainmise américaine sur cette substance au plan mondial, les occasions manquées de prendre le virage du Futur et les erreurs actuelles annonçant le déclin de ce grand pays.

Suit une présentation historique également très documentée sur l'origine du pic pétrolier et les âpres débats suscités par l'annonce de l'imminence de ce pic. Les acteurs de ce procès avaient déjà été introduits : les économistes conventionnels, plus témoins qu'acteurs, puisque leur doctrine est que les ressources énergétiques ne sont qu'une composante des marchés qui ne saurait manquer dans le futur. Plus concernés sont les activistes environnementaux soucieux de durabilité, mais enclins à suivre les économistes sur les questions d'énergie, et surtout, les géologues qui ont lancé le débat, mais dont la voix est peu entendue. Enfin les politiques, évidemment embarrassés car préférant distiller le discours lénifiant des économistes, mais ne pouvant ignorer les contraintes énergétiques immédiates ou projetées. Le procès est instruit avec rigueur. La complicité des agences spécialisées, surtout américaines, est établie et le verdict final ne surprend pas.

Le chapitre sur les énergies alternatives est le plus faible du livre. Les données accusent l'âge de la rédaction initiale, 2003 et, plus encore, un parti pris qui surprend dans un tel ouvrage. Les énergies renouvelables, décrites de façon exhaustives et documentées bénéficient d'un préjugé favorable, tandis que le nucléaire est diabolisé, partant d'une analyse forcée et parfois chargée d'incohérence. Ainsi, les déchets nucléaires de haute toxicité, dont la masse estimée à 1 000 tonnes, soit 300 m³, est censée effrayer! L'hydrogène est intégré dans la description des énergies renouvelables, reprenant l'erreur de Jeremy Rifkin, bien que l'auteur admette incidemment que ce vecteur de l'énergie dépend d'une source primaire, principalement le gaz naturel.

Avec les deux chapitres terminaux, on renoue avec les qualités de documentation poussée et d'inspiration de l'ouvrage, ici mises au service de l'étude des conséquences de la crise du pétrole. Celles-ci sont examinées secteur par secteur d'activité humaine, suivie de l'analyse des instabilités régionales, sources possibles de conflits futurs. L'ouvrage se termine sur des propositions, parfois très concrètes, pour anticiper la Crise et, s'il n'est pas trop tard, s'y préparer. S'agissant des conséquences sur notre vie au-delà, l'analyse est celle d'un américain, ce qui n'est pas illégitime, ce pays ayant été le modèle de notre croissance et se situant au centre de la politique de l'énergie au XX^e siècle. Ceci n'empêche pas Richard Heinberg de jeter un regard

très critique sur le déclin de cet empire. Sa prospective s'élargit aux pays riches, effleurant seulement le cas des autres pays, sinon pour porter un regard lucide et sans faux-semblants sur la décroissance de la population mondiale, entraînée par la fin du pétrole. La vision du futur se veut rassurante, l'homme gagnant en sagesse et en culture ce qu'il aura perdu en richesse et en pouvoir. Cette perspective n'est-elle pas limitée à ces pays ? Si des conflits locaux autour des dernières gouttes de pétrole sont bien envisagées, ces pays encore riches n'auront-ils pas à redouter des invasions mues par les famines et autres maux affectant le reste du monde ? En conclusion, je recommande chaudement la lecture de ce livre très documenté et porté par une vision inspirée du passé et du proche futur à tous ceux qui sentent que notre croissance accélérée s'apprête à buter sur ses premiers obstacles.