La fin de « la fin du pétrole » ?

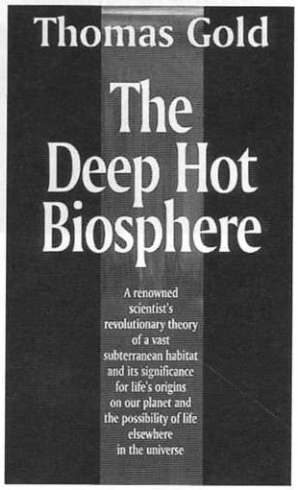
La théorie de la biosphère chaude et profonde

Le 5 septembre 2006, Chevron annonçait le succès d'un forage de pétrole super profond dans le golf du Mexique (8 km de profondeur à comparer avec 1 km en moyenne pour un puit traditionnel). Ce forage, qui n'était qu'un test, a mis au jour un gisement qui pourrait produire dans quelques années 500 000 barils de pétrole par jour, devenant l'un des gisements les plus importants au monde. Cette découverte remet en cause toute les évaluations sur le pic de la courbe de Hubbert qui prédit la production de pétrole en fonction du temps. Elle remet en cause tous les scénarios des catastrophistes qui nous annonçaient l'apocalypse avant 2010 (Yves Cochet, *Pétrole apocalypse*).

Cette découverte remet surtout en cause les dogmes géologiques occidentaux selon lesquels le pétrole est le produit de la décomposition de la biosphère de surface dans les temps géologiques précédents.

Les scientifiques russes du musée géologique d'état Vernadski ont étudié, depuis plusieurs années, l'hypothèse selon laquelle il existerait une biosphère chaude et profonde qui produirait du pétrole en continu jusqu'à nos jours. Cette théorie avait trouvé un premier élément de confirmation par la constatation que des puits asséchés s'étaient remplis par le fond et avaient pu être de nouveau exploités.

Alors que les Occidentaux viennent de procéder à leur premier test, les Russes ont déjà mis en exploitation plus de 300 puits super profonds, dont le plus profond est situé à 14 km sous la surface, devenant ainsi le premier producteur mondial de pétrole devant l'Arabie Saoudite. Ils ont également découvert un gisement au large du Vietnam à 6 km de profondeur, alors même que les géologues des compagnies occidentales avaient assuré qu'il n'y avait pas une goutte dans le sous sol. Si ces compagnies ont été si lentes à réagir, c'est sans doute que la perspective d'un pétrole en quantité illimitée présent dans n'importe quel pays, ne devait pas beaucoup les intéresser…



JEAN-MICHEL DUTUIT

La Terre s'étant formée par l'accrétion de fragments solides froids condensés à partir d'une nébuleuse entourant le Soleil, une grande part des matériaux ainsi acquis, dont beaucoup d'hydrocarbures, auraient échappé à un échauffement excessif. Les liquides et les gaz, piégés temporairement dans les roches sédimentaires très poreuses, ont été libérés suite à l'accroissement de la chaleur interne du globe et, moins denses que les roches, ont été poussés vers la surface. Gold constate que, recouvrant le spectre chimique allant du méthane aux pétroles les plus lourds, les hydrocarbures sont présents aujourd'hui dans la terre dans des quantités et à des profondeurs bien plus grandes que ce que l'on estime habituellement. Ce sont là les bases de la théorie des gaz de la terre profonde (*Deep-Earth Gas Theory*). Elle explique de façon abiogénique la formation des hydrocarbures que nous utilisons.

Beaucoup d'observations et d'expériences conduisent à penser qu'un domaine significatif de la vie a existé – et existe toujours – en dessous de la surface de la biosphère qu'habite l'homme. Ce domaine sous-surfacique et ses habitants constituent ce que Gold appelle la « biosphère chaude et profonde » (*Deep Hot Biosphere*), qui s'étendrait jusqu'à une profondeur de 10 km ou davantage sous la surface terrestre. Le gradient thermique naturel de la terre fait que la température de ce domaine peut dépasser 100 °C. Il oppose ou compare ce domaine du vivant à la biosphère que nous connaissons, qu'il caractérise de « fenêtre étroite de la vie de surface ».

Nous publions ici la critique du livre *The deep hot biosphere*, de Thomas Gold parue dans *Fusion* en septembre 1999.

Les forages super profonds ouvrent des perspectives de gisement illimités.

L'ASPECT BIOÉNERGÉTIQUE

Selon son mot percutant, « le photon n'a pas de patience » ; c'est-à-dire que s'il n'est pas utilisé immédiatement (grâce à des récepteurs adéquats), il est perdu pour toujours. L'énergie solaire utilisée en surface a donc un caractère dispendieux.

Gold insiste sur la notion fondamentale selon laquelle seul un flux entretenu d'énergie (*a metered flow of energy*) a permis le développement de la vie sur une longue période de temps : des dizaines ou centaines de millions d'années, pendant lesquelles un très grand nombre « d'expériences » moléculaires ont pu avoir lieu. La notion classique de petit vivier chaud (la « soupe chaude » classique) contenant des aliments élaborés avec grande difficulté par des processus de surface, ne traduit pas, écrit-il, le type d'environnement ayant permis la transition de la nonvie à la vie. Il serait plus logique de concevoir que la source originelle de l'énergie pour la vie terrestre aurait été dérivée non de la photosynthèse mais, avant ce stade, de l'oxydation des hydrocarbures qui étaient déjà présents dans la terre, de la même façon qu'ils sont présents sur beaucoup d'autres corps planétaires, ainsi que dans les matériaux originels qui formaient le système solaire. C'est là que se trouvait le flux régulier d'énergie nécessaire à la vie.

La vie aurait donc commencé à se développer en grande profondeur, sous hautes pressions et hautes températures, le réservoir de carbone et fondement chimique de base étant le méthane (CH_4). Ces conditions physiques particulières auraient permis la non-dissociation des hydrocarbures (C_nH_n) et autres molécules plus organisées en dioxyde de carbone et eau (CO_2 et H_2O), et la synthèse spontanée plus aisée de molécules complexes. Ensuite, le stade unicellulaire chimiotrophe (*Archea*) aurait été atteint. Enfin, les unicellulaires de la biosphère chaude et profonde ont probablement envahi la zone bordant la biosphère de surface longtemps avant l'apparition des processus photosynthétiques qui ont créé les conditions où la synthèse de molécules complexes a pu être effectuée en surface. Avant que la photosynthèse ne transforme la surface terrestre en une zone infiltrée par des molécules libres d'oxygène, il est possible que les différences chimiques entre les deux mondes aient été minimes.

Il montre aussi par des estimations argumentées que le volume total de roche qui est accessible à certains unicellulaires (comparables aux archéobactéries chimiotrophes) est énorme ; le contenu microbien de la croûte terrestre supérieure pourrait excéder en masse et volume toute la vie de surface.

HISTORIQUE

Quand Thomas Gold commença à développer son concept de biosphère chaude et profonde dans les années 80 (publié en 1992), une des bases des critiques fut que les microbes ramenés en échantillon des puits à huiles et gaz n'en étaient pas natifs mais étaient le résultat de contaminations venant de la surface (par les fluides utilisés comme lubrifiants lors des forages). Or, en 1995, le Français Guy Ourisson publia un article où il démontrait que des microbes recueillis à 1,6 km de profondeur dans un forage étaient réellement des membres d'une communauté thermophile profonde indigène. L'année suivante, on découvrit des unicellulaires indigènes, provenant cette fois de forages en Alaska, ramenés d'une profondeur de 4,2 km où règne une température de 110°C. En 1997, l'interprétation indigène fut confirmée par la découverte de fossiles microbiens conservés dans une roche *granitique*, à une profondeur de 200 m. La contami-

nation par forage ne pouvait plus être invoquée.

En ayant à l'esprit les théories de Gold, il est bon de rappeler aussi certaines découvertes récentes : celles de faunes variées (unicellulaires et invertébrés) au voisinage des émanations soufrées des fosses océaniques profondes ainsi que celles d'écosystèmes inattendus, et inconnus jusqu'alors, dans des réseaux souterrains, en Roumanie (1986) puis au Mexique (1997).

ORIGINE DU PÉTROLE : LES DEUX THÉORIES CONFLICTUELLES

Selon la théorie de Gold, le gaz naturel et les autres hydrocarbures auraient leur origine à une profondeur comprise entre 100 et 300 km sous la surface terrestre.

Par contre, pour la théorie biogénique classique de l'origine du pétrole, adoptée dès les années 1870, la Terre se serait formée comme un corps à très haute température, peut-être une sorte de roche fondue. En ce cas, aucun hydrocarbure ayant participé à l'accrétion n'aurait pu subsister : il aurait été oxydé en CO_2 et H_2O. Par contre, toujours selon la théorie biogénique, les débris biologiques issus de la surface terrestre et enfouis dans les sédiments se décomposeraient en huiles et gaz naturels au cours du temps. Le pétrole se concentrerait ensuite dans les espaces poreux des roches sédimentaires, dans les couches les plus superficielles de la croûte. Le pétrole migrerait au cours du temps pour se collecter dans des strates-pièges préférentielles.

La théorie abiogénique sous-entend cinq hypothèses qu'argumente Gold :

1. Les hydrocarbures ont été des constituants communs des matériaux primaires à partir desquels s'est formée la Terre.
2. Durant les 4,5 milliards d'années qui ont suivi l'accrétion terrestre, les hydrocarbures primaires n'ont pas été dissociés complètement en CO_2 et en H_2O.
3. Les hydrocarbures doivent être chimiquement stables dans les conditions de hautes pressions et hautes températures qui sont celles des profondeurs terrestres.
4. Les hydrocarbures ont dû trouver – ou créer – des pores dans lesquels se loger en profondeur et par lesquels ils ont pu migrer vers la surface terrestre.
5. Une source d'hydrocarbures existe toujours à grande profondeur.

ORIGINE DE LA VIE

Les théories de Gold remettent en cause les conceptions sur l'origine et l'évolution de la vie qui dominent actuellement. Résumons celles de Gold. La Terre supporterait deux grands domaines de vie : la vie de surface, alimentée par photosynthèse, et la vie profonde, alimentée par l'énergie chimique. Il suppose que les recherches sur la vie profonde ne commenceront vraiment que lorsque les unicellulaires ramenés des profondeurs seront perçus comme représentatifs d'une biosphère distincte de celle de surface. Si cette prise de conscience a lieu, on assistera, selon lui, à une véritable explosion d'idées et elle concernera tout le champ de culture qui tourne autour de l'origine de la vie et de la vie extraterrestre.

Du reste, écrit Gold, les analyses chimiques détaillées montrent que les deux domaines de vie sur Terre (notre biosphère et la biosphère chaude profonde) ont une origine commune car elles ont le même système génétique. Il repose, en termes modernes, l'hypothèse panspermique : le transport de matériel biologique entre les corps cosmiques n'entraînerait-il pas que la vie se développe, selon les conditions planétaires locales, d'abord en surface ou en profondeur, s'étendant ensuite à l'autre domaine initialement non concerné ? L'ensemencement de la sous-surface lui semble la localisation initiale la plus probable, la vie commençant à se développer en profondeur où elle est protégée, peu de temps après l'accrétion planétaire. L'abondance de molécules carbonées dans cet habitat multiplierait les chances de voir s'élaborer des complexes moléculaires hautement organisés.

REMISE EN CAUSE DE QUELQUES DOGMES

Gold avait proposé sa théorie des gaz de la terre profonde à l'époque de la crise de l'énergie. Cette dernière, selon lui, s'appuyait sur des dogmes géologiques sans fondement et était motivée implicitement par des considérations financières. Il montre que si l'on qualifie souvent de « combustible fossile non renouvelable » le produit de nombre de gisements miniers (à commencer par les gisements pétroliers), ce n'est peut-être dû qu'à de

multiples insuffisances d'investigation et de compréhension. Les données de notre géologie minière seraient à réinterpréter.

S'efforçant de tirer les conséquences de ses théories, Gold revient, par exemple, sur ce que les mineurs d'or du Colorado, de Californie, du Yukon et d'Afrique du Sud connaissent bien et qui est lié à la notion de pilote noir (black leader). Les montées permanentes d'hydrocarbures, des profondeurs de la croûte terrestre vers la surface (upwelling), s'accompagneraient de la montée de métaux et de dépôts de carbone sous ses différentes formes minéralogiques.

Il explique aussi comment, les recherches géologiques et minières étant entravées par un « chauvinisme de surface », ceux qui s'occupent de la Terre ne reconnaissent pas la présence d'énergie chimique sous leurs pieds. En conséquence, les astronomes et planétologues n'ont pas été en mesure d'élaborer une composante « sous-surfacique » de leurs recherches sur la vie extraterrestre.

Les remises en cause qui devraient s'ensuivre, si les théories de Gold se vérifiaient, concernent une grande partie de notre culture ainsi que nos sciences, technologies et humanités. Résumons-les de façon commentée.

• Nous avons déjà vu que la vérification des thèses de Gold devrait stimuler les recherches en géologie fondamentale : processus de formation de la Terre, participation ou non d'hydrocarbures d'origine cosmique à l'accrétion planétaire, devenir de ces hydrocarbures, accélération des programmes de forages profonds pour acquérir une meilleure connaissance de la croûte terrestre.

• Dans le domaine de la géologie minière, de telles recherches devraient conduire à une meilleure connaissance de la genèse des gîtes minéraux. Il devrait s'ensuivre un meilleur ciblage des terrains à prospecter pour tel ou tel type de ressource minière. Notre meilleure connaissance de la croûte terrestre, le perfectionnement consécutif de nos techniques d'accès à des zones plus profondes de la croûte, devraient nous ouvrir la voie de la découverte de gîtes minéraux que nous n'imaginons peut-être pas aujourd'hui.

• Comme Gold a commencé à le faire, il nous faudrait également repenser comment s'opèrent les rejets actuels des gaz par la Terre et, du même coup, réinterpréter la chimie-physique atmosphérique. Ses recherches vont dans le sens d'une prise en compte de rejets crustaux majorés par rapport à nos estimations actuelles. Si tel était le cas, il faudrait sans doute minorer les conséquences que peuvent avoir nos rejets industriels sur les équilibres atmosphériques, par exemple en ce qui concerne le CO_2.

• Toutes nos conceptions biologiques actuelles devraient aussi être réexaminées. S'il a existé une biosphère chaude profonde dont la biomasse est supérieure à celle de la biosphère de surface – et si elle existe toujours – le « centre de gravité » de beaucoup de nos débats se déplacera alors de façon inattendue. Nous ne pouvons pas caractériser ici ce nouvel éclairage. Une de nos divergences mineures avec Gold est que nous ne pensons pas qu'il faille distinguer aussi nettement qu'il le fait une biosphère « de surface » (celle dans laquelle nous vivons) et une biosphère sous-surfacique. Il en donne lui-même une raison fondamentale : l'unité génésique (d'origine) et génétique. Séparer ces deux domaines d'adaptation (au cours du temps et dans l'espace) du processus vivant, c'est déjà utiliser la même façon de penser que les dogmes mécanistes : on recherche dans la vie d'abord des limites et des oppositions et l'on croit ainsi, en fragmentant conceptuellement le continuum du vivant, accéder aux successions de formes et aux transformations. L'évolution du processus global est alors mal comprise et dénaturée car les discontinuités repères que l'on a cru y reconnaître ne sont pas significatives, ou ne sont que perceptions arbitraires. On a alors failli à rechercher, en profondeur du continuum, la loi fondamentale de croissance qui *ordonne son corps unique en singularités*, tant dans le temps que dans l'espace.

• Dans le prolongement des réflexions précédentes, nous sommes amenés à nous interroger sur l'origine – alléguée aujourd'hui – de la vie. Conséquent avec ses propres thèses, Gold écrit qu'il est peut-être incorrect de dire qu'il y a eu un début défini à la vie. C'est aussi ce que nous avions formulé en 1991*, écrivant que la vie était peut-être une « propriété » de l'Univers. Selon Gold, il est possible qu'il y ait eu une marche pas à pas vers la complexité. La vie, écrit-il, pourrait ne représenter rien de plus qu'un processus tel que ceux décrits en physique ou en chimie. Ce nouvel éclairage jeté sur la vie ferait éclater la bogue dogmatique de ce que nous appelons le « géocentrisme biologique ». Devenons conscients de ce qu'il n'y a peut-être pas davantage de limite (de frontière) entre

la vie terrestre et les autres formes de vie cosmique, qu'il n'y en aurait, selon nous, entre la biosphère profonde de Gold et notre biosphère de surface mieux connue. Les recherches ne commenceront réellement que lorsque l'on aura compris que la vie est un processus d'échelle cosmique qui ne connaît pas plus de compartiment étanche que n'en connaît la « phase » inerte de l'Univers : la vie serait dans cette conception un tout de dimensions spatio-temporelles cosmiques, processus accompagnant (faisant partie de) l'Univers que nous concevons aujourd'hui comme « physique » (ce serait sa « phase » vivante). En ce cas, la vie étant d'échelle universelle (cosmique) et évoluant de façon unitaire (loi fondamentale de croissance), toutes nos interrogations doivent être repensées à cette échelle. Une dernière remarque est qu'il ne faudrait pas s'étonner alors de retrouver des formes de vie très comparables (compte tenu des disparités d'environnements) sur d'autres corps planétaires, y compris pour les stades humains de l'évolution : à mêmes stades évolutifs et à environnements voisins, nous devrions voir apparaître des solutions proches l'une de l'autre.

Un tel éclatement de nos représentations de la sphère où se développe la vie et où vit l'homme (plus précisément, où vivent les stades humains) – éclatement bénéfique pour les sciences et techniques – serait accompagné d'une explosion similaire dans toutes les disciplines qui traitent de l'homme et de sa place dans l'Univers. Il faudrait peut-être cinquante ou cent ans pour que l'homme s'y fasse. Mais si la Terre n'est plus une exception dans l'Univers, si la vie est enfin conçue comme un processus nécessaire ou très probable, la fameuse solitude romantique des biologistes probabilistes cédera la place à une toute nouvelle aventure humaine, dont le cadre ne sera plus seulement la Terre mais le cosmos. La philosophie suivra, à l'école des nouvelles découvertes biologiques.

• S'il apparaît que nos sciences et technologies concernant la Terre devraient connaître un certain nombre de remises en cause et de développements féconds, après la prise en compte des thèses de Gold et l'abandon du « géocentrisme biologique », il suffit d'un glissement de la pensée pour comprendre que c'est la planétologie et les technologies concernées par elle qui pourraient également être remaniées en profondeur. Gold inaugure ce thème de réflexion et ces remises en cause en discutant de Vénus et de Mars. En se servant des récents clichés de la surface martienne réalisés par nos sondes, il minore certaines estimations effectuées en ce qui concerne les quantités d'eau disponibles sur Mars. Certains tracés de réseaux hydrographiques de cette planète lui paraissent davantage attribuables à des mouvements de glace que d'eau, et il insiste sur le fait que la glace martienne s'est plutôt sublimée que liquéfiée. Quoi qu'il en soit, ce ne sont pas ces vues analytiques de Gold qui nous semblent essentielles. L'essentiel réside plutôt dans la façon dont il réinterprète les données dont nous disposons sur les géologies des différents corps planétaires.

LA PROBABILITÉ DE VOIR APPARAÎTRE LA VIE EST EN RÉALITÉ DE TRÈS LOIN SUPÉRIEURE À CE QUI EST PRÉTENDU PAR LES DARWINIENS

Profitons-en pour préciser que nous préférerions le terme de « mise en habitabilité » (d'un corps planétaire) à celui de « terraformation ». Ce dernier terme nous semble en effet entaché de dogmatisme géocentrique, faussé par trop de présupposés et par une certaine naïveté, ne serait-ce que parce qu'il part du principe que nous devrions rendre à tous prix le corps planétaire impliqué « semblable à la Terre », à commencer par l'atmosphère. Les mots peuvent piéger notre pensée et ses bonnes intentions, méfions-nous ! Rien ne dit que les solutions de mise en habitabilité ne soient pas plus rapides, plus rationnelles et économiques, en utilisant des solutions radicalement différentes de celles « découvertes » par la vie sur Terre, et plus conformes au milieu planétaire concerné : par exemple, en agissant à la fois sur la planète d'accueil, sur la physiologie et le génome humains.

• Ajoutons une ultime et brève remarque concernant l'évolution biologique, bien que cette dernière était implicite dans les derniers paragraphes ci-dessus. Même s'il est encore trop prisonnier (nous semble-t-il) du paradigme probabiliste actuel, Gold semble prendre conscience du caractère artificiel et désuet des débats à tendance darwinienne qui concernent l'aspect « improbable » de l'apparition de la vie. Il tente néanmoins de se battre sur ce terrain. Avec une nouvelle argumentation percutante, il montre même, sur cette base, que la probabilité de voir apparaître la vie est en réalité de très loin supérieure à ce qui est prétendu par les darwiniens.