

Une solution pour les déchets nucléaires

JACQUES ANGIBEAUD

Actuellement les connaissances, l'expérience de la production d'électricité par la fission nucléaire et les données disponibles sur les réserves d'uranium, permettent de calculer à 642 ans la durée de production d'électricité au niveau de consommation mondiale de 1997, égale à 8,2 milliards de tep, soit 36 900 milliards de kwh d'électricité, dans le cas de la fission de tout l'uranium disponible dans les mines en exploitation. Les réserves exploitables d'uranium sont évaluées à une masse d'environ 10 millions de tonnes, soit trois fois plus que celle en exploitation. Les techniques de production actuelles utilisent seulement l'isotope fissible uranium 235, qui est une très petite partie (0,72 %) de l'uranium naturel. Les procédés utilisés aujourd'hui dans les centrales nucléaires réduisent à environ dix ans la production mondiale d'électricité « tout nucléaire ».

La population mondiale en 1997 était de 5,82 milliards d'humains, 87 % ont consommé 49 % de l'énergie, 13 % ont consommé 51 % ; avec une caractéristique globale : 5 % de la population mondiale a consommé 28 % de la consommation mondiale cette année-là.

En cette année de référence, 90 % de l'énergie consommée était constituée de gaz, pétrole ou charbon qui, par leur combustion, ont produit vapeur d'eau, gaz carbonique, gaz SO₂, SH₂, CO, NO, NO₂, etc., cendres, particules et micro-particules, qui ont été rejetés dans l'air en produisant une pollution de toute l'atmosphère de notre planète, qui enveloppe tous les êtres vivants,

ainsi que la pollution d'une partie des sols par la chute de pluies « acides ».

Les durées d'exploitation seraient inférieures à 10 ans pour le cas « tout gaz », de 11,3 ans pour le « tout pétrole », de 85 ans pour le « tout charbon », en considérant les mines en exploitation, de 158 ans pour l'exploitation des réserves prouvées et de 1314 ans pour les ressources estimées.

Dans le scénario de la consommation de toutes ces ressources *combustibles*, la quantité d'oxygène de l'atmosphère de la Terre diminuerait de 0,612 % tandis que la proportion de gaz carbonique augmenterait de 0,144 %, auxquels s'ajoutent les centaines de millions de tonnes de gaz toxiques et les millions de tonnes de micro-particules.

Ce changement de la composition de l'atmosphère modifiera le cycle de la vapeur d'eau dans l'atmosphère, influerait sur celui des vents et, en conséquence, des climats, par la petite modification de l'albédo de la Terre, associée à une nouvelle répartition du rayonnement, connu par la loi de Stéphan.

Dans le cas du tout nucléaire, cette pollution de l'atmosphère et des sols n'existerait pas parce qu'*il n'y a pas combustion*.

Les matières premières fissibles ne peuvent servir de matériaux dans les différentes industries pour fabriquer des outils ou des composants ; leurs seuls usages connus sont la production de chaleur et la fabrication de

bombes. Cette utilisation produit la fabrication de nouveaux métalloïdes très toxiques pour les métabolismes des êtres vivants, en particulier ceux des mammifères. Actuellement, ces métalloïdes de caractéristiques physico-chimico-organiques voisines de celles des oligo-éléments sont en proportion infimes dans l'eau, la terre et l'air.

Or la fission des millions de tonnes d'uranium fabriquera le même nombre de millions de tonnes de métalloïdes toxiques. Selon les différents moyens de stockage à la surface de la Terre, une proportion se dissoudra à la longue dans les eaux de ruissellement, polluant ainsi les nappes phréatiques, les rivières et fleuves, puis l'eau des mers côtières, zones les plus exploitées par les humains.

Ces déchets toxiques sont très radioactifs. Ils nécessitent de nombreuses précautions pour éviter que des microparticules de métalloïdes radioactifs entrent dans le corps humain, condition qui rend la radioactivité très grave pour la vie de l'individu. Sinon la radioactivité extérieure au corps humain à grande distance pendant une durée courte ne présente pas de danger majeur et peut être contrôlé. Il faut tenir compte de la radioactivité induite.

Une solution pour ces déchets nucléaires très toxiques, conséquence de la fission, comme de tous ceux fabriqués par des processus industriels, conséquence de la nécessité de consommer de l'énergie pour produire du travail, est de les évacuer de la Terre et de les transférer dans le Soleil.

Le Soleil reçoit des milliers de tonnes de corps cosmiques par seconde.

En conséquence, les quelques millions de tonnes que lui enverra l'Humanité ne sera qu'une très petite poussière qui ne perturbera en aucune façon son fonctionnement.

Principe de la solution d'évacuation des déchets de la Terre

Le champ gravitationnel très fort du Soleil attire vers lui, sans satellisation, tous les corps de vitesse presque nulle qui se trouvent dans sa sphère d'influence.

La simulation sur ordinateur montre qu'un corps de vitesse nulle, libéré à la distance de la Terre, arrivera à la surface du Soleil avec une vitesse de 450 km/s, après un parcours d'une durée de neuf semaines. Il continuera sa course en pénétrant de plus en plus dans les zones de plus en plus denses, qui diminueront sa vitesse jusqu'à zéro. Après son positionnement au point d'équilibre des champs de forces, il se consumera progressivement.

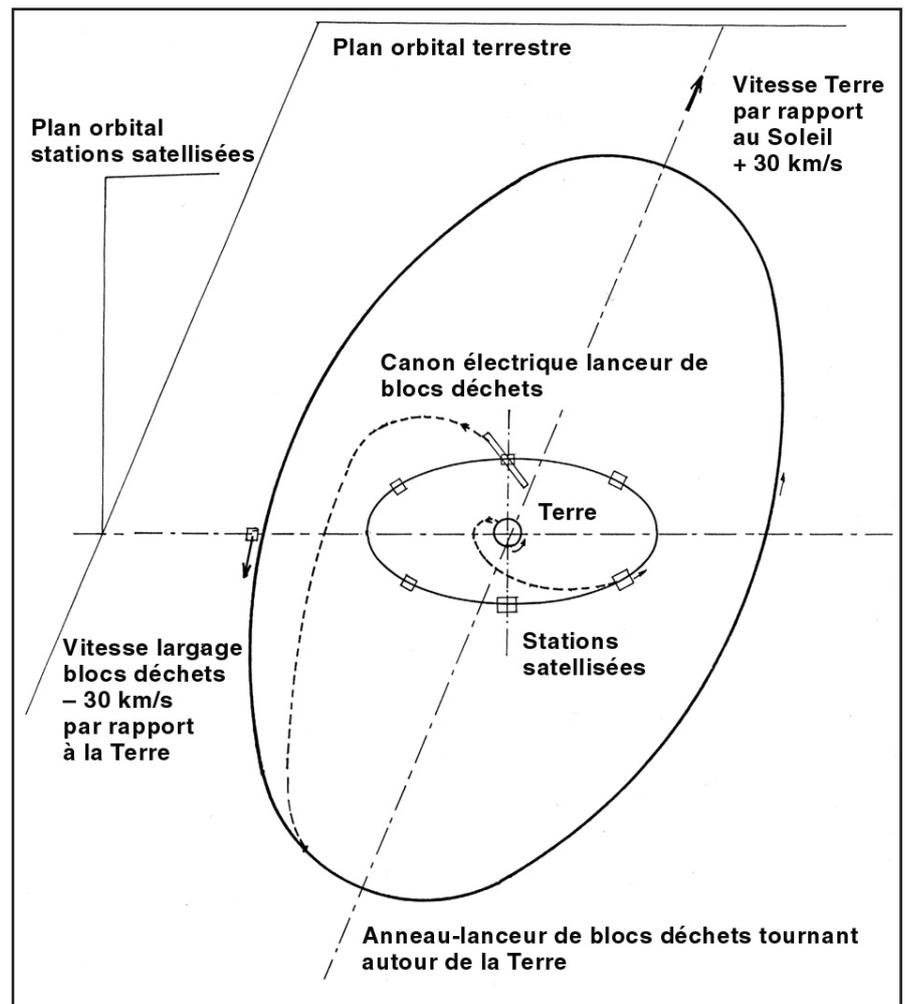
Le moyen technique pour réaliser le transfert d'un bloc de déchets de la surface de la Terre à la surface du Soleil comporte trois parties.

La première machine lance le bloc vers une orbite basse de satellisation qui est parallèle au plan de l'équateur terrestre. La deuxième machine récupère le bloc et le satellise sur une station, en permanence satellisée. Elle servira ensuite de base de lancement à un bloc plus lourd, vers un anneau satellisé sur une orbite plus haute.

Cet anneau satellisé, tournant autour de la Terre à grande vitesse, possède un moteur électrique linéaire qui fournit à un bloc de déchets plus lourd, une augmentation de vitesse de telle manière que la somme des vitesses soit égale et de sens opposé à la vitesse de la Terre sur son orbite, à l'instant du largage.

Avantages du moyen d'évacuation vers le Soleil

- A ce moment-là, la vitesse du bloc largué possède une vitesse



nulle par rapport au Soleil, il sera aspiré par lui.

- Les déchets très toxiques pour la vie sur Terre seront définitivement éliminés du système solaire.

- L'exploitation des ressources d'énergie des matières fossiles fissiles constitue un moyen d'éliminer totalement la pollution de l'air et de l'eau, produite par la combustion des matières énergétiques fossiles combustibles.

- Ce moyen d'évacuation des déchets nucléaires sera *totale*ment *non polluant* pour l'atmosphère terrestre et l'espace du système solaire du fait de l'utilisation de l'électricité pour la grande part du travail nécessaire aux variations des quantités de mouvement, et l'utilisation de fusées à hydrogène-oxygène pour les usages intermédiaires.

- La durée d'exploitation de cette ressource exceptionnelle, de l'ordre de 1900 ans, permet d'envisager la construction du moyen d'évacuation proposé, car celle-ci consommera environ 15 % de la réserve énergétique nucléaire ac-

tuellement connue.

- Les matières énergétiques fossiles combustibles seront utilisées par des procédés sans pollution, pour des usages valorisants compte tenu des molécules chimiques fabriquées par les processus naturels, au lieu de les gaspiller par une simple combustion qui détruit toute cette complexité potentiellement intéressante, associée à la conséquence désastreuse de pollution de toute la surface de la Terre.

- Toutes les matières nucléaires existant sur la Terre à l'heure actuelle pourront être utilisées et leurs déchets évacués définitivement de la Terre et du système solaire.

- L'anneau satellisé autour de la Terre servira de puissant lanceur pour la conquête de l'espace. Il pourra envoyer plusieurs tonnes à la vitesse initiale de plusieurs dizaines de km/s dans le plan de l'écliptique.

Un inconvénient sera la consommation d'énergie pour sa maintenance et son maintien opérationnel qui nécessitent une logistique permanente.

Description technique du moyen d'évacuation

La machine au sol fournit l'énergie mécanique nécessaire à une fusée de 5 t, dans laquelle un bloc de 50 kg de déchets est fixé.

Cette fusée sert à la fois de berceau magnétique pour le moteur électrique linéaire qui la propulsera jusqu'à sa vitesse de sortie, et de propulsion par un moteur à hydrogène-oxygène pour augmenter sa vitesse de 1,5 km/s aux 7 km/s de la vitesse de satellisation des stations-relais.

La machine est principalement constituée d'un tube étanche de 30 km de long qui part du sommet d'une très haute montagne, descend rapidement dans la vallée, puis remonte au sommet d'une autre montagne très haute, pour conserver une basse pression à l'intérieur. Il comporte un moteur électrique linéaire déployé dans ce tube pour propulser la fusée. Il est alimenté par une ou plusieurs usines de production d'électricité nucléaire, réparties le long du tube, de telle manière qu'une puissance d'environ 100 000 CV pro-

duit l'accélération dans le dernier kilomètre de lancement.

Après la sortie de la fusée, son moteur hydrogène-oxygène se met en fonctionnement pour augmenter la vitesse du petit vaisseau à pilotage automatique. Cette fusée sera rejointe par un véhicule piloté qui ajustera le différentiel de vitesse avec la station-relais pour effectuer correctement l'arrimage.

Cette fusée de transport a une structure simplifiée pour réaliser son démontage à la station-relais, et permettre son regroupement avec d'autres fusées démontées. L'ensemble retournera sur Terre dans un voyage groupé avec des humains, des matériels ou des matières énergétiques.

Sur une station-relais, les blocs sont regroupés en un bloc de 1 t, placé dans une fusée-navette à hydrogène-oxygène, qui acquiert une vitesse initiale par un moteur électrique linéaire droit et plat.

Chacune des dix stations-relais satellisées en permanence reçoit et envoie les hommes, les matériels de et vers la Terre, organise leur envoi vers l'anneau-satellisé, et reçoit de celui-ci les hommes, les matériels et

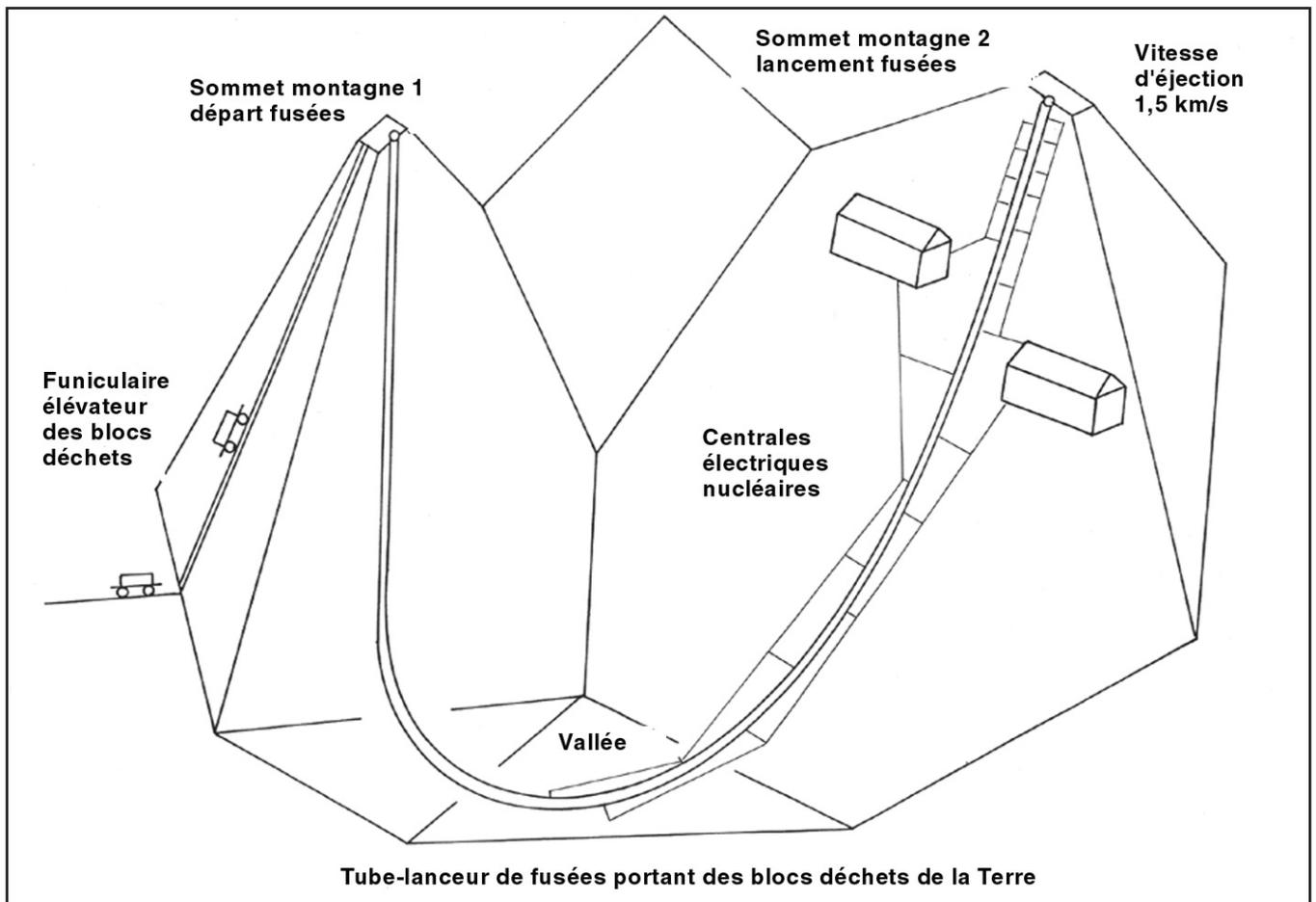
les réservoirs d'énergie potentialisée. Elle organise leur transfert sur Terre par une procédure de grande sécurité. Elles possèdent une machinerie de capture du rayonnement solaire et de transformation en électricité.

Les stations-relais auront la logistique nécessaire à leur fabrication par elle-même et à leur maintenance, ainsi que des ateliers de réparation de premier niveau pour les matériels en transit. Elles comportent les équipements spécifiques à la vie en apesanteur pour les humains, pour une période d'activité de courte durée.

Les fusées-navettes transportent tout entre les stations-relais et l'anneau-satellite, alternativement dans les deux sens, sans revenir sur Terre.

Elles sont automatiques et pilotées au voisinage des points d'arrimage à l'aide de véhicules puissants qui se fixent sur elles.

L'anneau-satellite tourne autour de la Terre dans le plan de l'écliptique, à une distance de 400 km de la surface de la Terre, avec une vitesse de 11 km/s de manière à ce que l'accélération centrifuge soit égale à la pesanteur de la surface



terrestre. La vie humaine sur cette machine sera de longue durée pour les professionnels qui auront des zones de repos avec des conditions de confort équivalentes à celles qui existent sur Terre.

Cette machine possède un moteur électrique linéaire à sustentation électromagnétique sur tout son périmètre. Sur une distance de 10 000 km, un chariot sur lequel est fixé un bloc de déchets nucléaires de 5 t est accéléré de la vitesse zéro jusqu'à 19 km/s. En arrivant au point de coïncidence de la vitesse totale du chariot par rapport au Soleil et de son opposition à la vitesse de la Terre sur son orbite en ce point tangentiel, situé sur le rayon vecteur Soleil-Terre, le bloc de déchets est désolidarisé du chariot.

A ce point et à ce moment, la vitesse du bloc de déchets est nulle par rapport au référentiel solaire.

La Terre continuant son mouvement orbital le bloc de déchets est sous les influences des champs gravitationnels les plus grands en ce point. Son mouvement va suivre la plus grande pente du champ gravitationnel résultant dans son espace proche.

Le choix du moment de largage est tel qu'il tient compte des influences gravitationnelles de la Terre, de la Lune, des planètes intérieures, du diamètre du Soleil, de telle manière que le bloc de déchets ne soit pas satellisé autour du Soleil, car il constituerait une nouvelle pollution de l'espace du système solaire. Ce serait une gêne pour les voyages spatiaux futurs.

La puissance nécessaire dans les dernières secondes avant largage sera d'environ 1,27 million de CV. Cette puissance est obtenue par l'électricité produite par les alternateurs répartis le long de l'anneau-satellite, entraînés par des turbines à vapeur. La vapeur est produite à partir de la capture du rayonnement solaire, de 1,5 kw/m², par des réflecteurs demi-cylindriques, dont l'axe est perpendiculaire au plan orbital. Ils sont dirigés en permanence vers le Soleil au cours de la rotation de l'anneau-satellite. Le nombre des miroirs, disposés au-dessus et au-dessous, tient compte de l'effet d'ombre. L'énergie nécessaire à la régulation de sa vitesse est prise sur ce réseau, alors que l'énergie d'appoint pour la vie à bord est produite

par des panneaux à cellules solaires. Une partie de l'électricité servira à décomposer l'eau en ses constituants, qui serviront de carburant et comburant aux fusées.

Cette machine comporte les ateliers nécessaires et utiles aux réparations, rénovations, au reconditionnement des matériels et à la fabrication de pièces à partir de matières premières venues de Terre.

Pour des raisons de sécurité, l'anneau-satellite est composé de trois anneaux assemblés pour réduire la probabilité de cassure complète sous l'influence de l'accélération centrifuge. La plupart des morceaux détachés se satelliseront autour du Soleil.

Pour assurer la durée de vie de cet outil au service de l'Humanité une rénovation complète de sa structure sera effectuée tous les trois cents ans.

L'évaluation de l'occupation opérationnelle de la machine se base sur l'évacuation de toutes les réserves d'uranium connues en deux mille ans, soit 5 000 t/an ; le calcul donne 1 000 tirs/an soit 3 tirs/jour.

En conséquence, la machine au sol devra tirer trois cents fois par jour.

La logistique à la surface de la Terre repose sur la gestion des blocs de déchets de 50 kg, qui seront acheminés directement des usines de traitement en haut de la montagne de lancement par un transporteur à moteur électrique qui se déplace dans un tunnel fermé, à petite vitesse pour économiser l'électricité.

Conclusion

Le but défini initialement d'envoyer un bloc vitrifié de déchets nucléaires très toxiques de 5 t à une vitesse de 30 km/s est réalisé par cette machine, d'une manière régulière et permanente.

Cet avant-projet présente une solution réaliste et concrète pour évacuer définitivement les déchets nucléaires de la Terre.

Les déchets nucléaires seront éliminés du système solaire.

Cette solution permettra d'arrêter de brûler les matières combustibles et de produire de l'électricité en

grande quantité, *uniquement* par la fission nucléaire, ce qui annulera la pollution de l'atmosphère de l'eau et des sols. En conséquence, la météorologie et la climatologie reviennent lentement à un état antérieur, plus stable.

La grande production d'électricité permettra aux humains d'améliorer leur hygiène et leurs conditions de vie en même temps que leur nombre doublera dans le premier demi-siècle du troisième millénaire.

Epilogue

Le rêve que tout le monde fait est que la nature terrestre redevenue saine et très propre. Cela est imaginable, concevable ; cela est réalisable.

Compte tenu de la dimension de cet outil, des questions se posent. Les principales réponses sont :

- La grosseur, la puissance du Soleil ne seront pas perturbés par l'injection de quelques millions de tonnes de matières dans sa masse.

- Les réactions thermonucléaires de son métabolisme interne ne seront pas perturbées comme le prouve la capture gravitationnelle de météorites.

- Les matières énergétiques combustibles, traitées et améliorées, permettront de produire de la chaleur, de la lumière, de l'électricité dans des endroits non accessibles à l'électricité nucléaire.

Nos connaissances actuelles fournissent la possibilité de produire de l'électricité nucléaire par la filière thorium. Celle-ci permet de fabriquer l'isotope 233 d'uranium, fissible comme l'uranium 235.

Sa mise en œuvre consiste à extraire le thorium 233, qui se transmute en protactinium, qui lui-même se transmute en uranium 233. Ce processus est court dans des conditions normales d'exploitation à grande échelle.

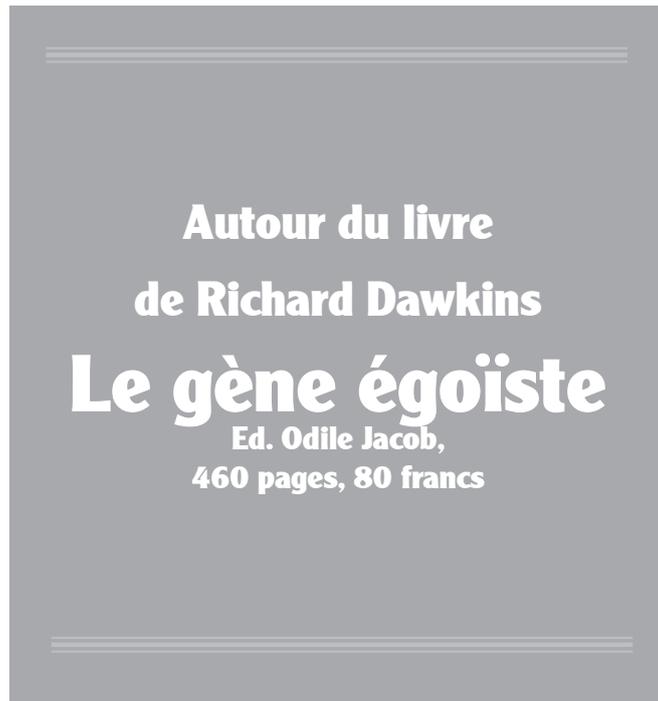
Les ressources de thorium sont estimées à trois fois celles de l'uranium.

Cette information permet d'estimer la durée totale de production d'électricité nucléaire pour l'Humanité à trois mille cinq cents ans. n

Selon Dawkins, « *Le gène est l'unité fondamentale, le premier moteur de toute vie* » de sorte que « *nous sommes ses machines à survie* ». Mais notre science exclut depuis Darwin les causes finales du champ de la biologie. Ce n'est qu'en apparence que l'aile est faite pour voler, l'œil pour voir : le concept de cause finale a seulement valeur de *métaphore*. En elle-même cette précision peut sembler triviale. Elle ne l'est plus cependant si on l'applique également à la lutte pour la vie et à l'efficacité reproductive.

Nous savons que les mutations génétiques sur lesquelles s'exerce la sélection naturelle sont aléatoires. L'adaptation pour la survie n'est donc pas un but mais simplement un résultat. Il n'y a donc pas à proprement parler lutte pour la vie, mais seulement survie et réussite des organismes qu'un mécanisme aveugle a rendus plus aptes à la lutte. Pour le dire autrement, *la reproduction n'est pas une finalité du vivant puisqu'aucune mutation ne vise en elle-même cette fin*. Les organes sexuels ne sont pas plus faits pour la reproduction que l'aile pour voler.

C'est l'apparent désir de survivre *d'un organisme* qui donne tout son sens au concept de finalité reproductive, celui-ci n'ayant rigoureusement parlant pas de valeur. Nous pouvons parler de finalité reproductive et de lutte pour la survie à l'échelle de l'organisme car tout se passe comme si les comportements et organes complexes des vivants étaient organisés pour atteindre ce résultat. Mais quel sens peut avoir ce concept au niveau élémentaire du gène ou des réplicateurs primitifs ? Parler de gène égoïste se servant



du corps pour assurer sa survie revient à appliquer au gène, ou à l'existence purement mécanique des réplicateurs primitifs, un concept auquel l'organisme seul, fut-il unicellulaire, est susceptible de donner un sens.

Dans la perspective d'un darwinisme strict, toute finalité, y compris la reproduction, est une propriété dérivée ou émergente, mais jamais substantielle et primitive. Supposer à l'échelon le plus élémentaire, celui du réplicateur primitif, une finalité reproductive, c'est faire de celle-ci un *principe*, puisqu'à ce stade archaïque de l'évolution aucune propriété manifeste ne lui correspond. Dawkins cède ici à ce que Bergson appelle une illusion rétrospective en attribuant aux gènes et aux réplicateurs ce qui n'a de sens que pour l'organisme. A moins de considérer que les réplicateurs primitifs ont une espèce d'âme, il faut admettre, contrairement à ce que fait Dawkins dans le dernier chapitre de son livre, que la finalité reproductive fait sens uniquement au

niveau du « véhicule » – le corps organique, fut-il unicellulaire – et non à celui des « répli-cateurs ». De deux choses l'une : soit la finalité reproductive n'est qu'une propriété émergente et, dans ce cas, elle apparaît seulement au niveau de l'organisme – ce que Dawkins appelle, le « véhicule » – soit elle fait sens au niveau du gène et dans ce cas elle acquiert un statut de principe qui est incompatible avec l'hypothèse mécaniste constitutive du darwinisme.

Cette difficulté propre à l'hypothèse de Dawkins apparaît quand il croit en donner une illustration décisive, avec les *transposons*, ou *gènes redondants*. Il allègue, au troisième chapitre de l'ouvrage, que « *la quantité d'ADN dans les organismes est plus importante que ce qui est strictement nécessaire pour les construire* » de sorte « *qu'une grande quantité d'ADN n'est jamais traduite en protéines* ». Selon lui, ce phénomène qui n'a sans doute aucune valeur pour l'organisme a précisément un sens à l'échelle

du gène. On veut bien l'admettre, mais à condition de bien se garder d'écrire que l'ADN égoïste « *constitue un parasite intéressé par lui-même* ». Comment peut-on en effet parler d'intérêt quand la sélection naturelle exercée sur le phénotype est par principe la seule force capable de produire l'apparence de l'intérêt et de la finalité ? Il y a là un abus de langage, si bien que nous devons plutôt affirmer, à l'encontre de la formule précitée, qu'*un gène n'existe en tant que tel que lorsqu'il n'est pas intéressé*.

On peut supposer que l'auteur a conscience de cette difficulté qu'il considérerait peut-être comme une querelle de mots. C'est d'autant plus plausible qu'il prend soin de préciser, au troisième chapitre, que le gène n'a qu'une réalité conventionnelle comme « *unité pratique* » de la sélection naturelle. Il est en effet défini de façon pragmatique « *comme un morceau de chromosome qui est assez court pour pouvoir durer suffisamment de temps et jouer le rôle d'unité significative de sélection naturelle* ». Il n'en demeure pas moins vrai que la doctrine de l'auteur, si clairement exprimée par le titre, est révélatrice et trompeuse. Elle implique à l'échelle du gène une métaphore qui se justifie uniquement au niveau de l'organisme.

Comme en témoignent les notes éclairantes qui complètent l'ouvrage, de nombreux naturalistes ont opposé à l'auteur cet argument de bon sens : la sélection naturelle s'exerce toujours en réalité sur une totalité, de sorte que la considération de gènes *hypothétiquement* isolés n'est pas pertinente pour comprendre l'évolution.

Ludwig Crespin

Commandez les anciens numéros de **FUSION**

La science, passionnément !

N° 77 - 30 ans après, retournons sur la Lune - Propulsion nucléaire : aller sur la Lune en 24 heures - Une stratégie de développement lunaire - Théorie de la biosphère chaude et profonde - Comment Gauss a déterminé l'orbite de Cérès (4) - Une révolution dans la radioprotection - La géodésie ou le voyage de l'homme au-delà des frontières

N° 76 - Newton ou la mystique fondamentale - Le réacteur nucléaire à onde de combustion - La Lune, cette inconnue - La vibration active des cordes vocales - Comment Gauss a déterminé l'orbite de Cérès (3) - Les recherches sur la fusion froide périssent

N° 75 - Des savants égyptiens découvrent l'Amérique en 232 avant J.-C. - Faut-il encore avoir peur des nitrates ? - La recherche agronomique à bord de Mir : les moissons de l'espace - La Station spatiale internationale ouvre une nouvelle ère - Comment Gauss a déterminé l'orbite de Cérès (2)

N° 74 - Fusion nucléaire : maîtriser la véritable énergie solaire - Le foyer de plasma nous transporte au cœur de la matière - Une évaluation réaliste des effets de Tchernobyl sur la santé - Limites de radiotoxicité des nuages de Tchernobyl - Comment Gauss a déterminé l'orbite de Cérès (1)

N° 73 - Les tourbillons qui ont changé notre vision de l'océan - Elévation du niveau marin : pas de panique ! - Les trois niveaux de mathématiques - Doit-on reconsidérer les lois de la gravitation ? - La théorie du champ biologique (3) : la sphère psychique

N° 72 - La vérité sur les expériences de Michelson, Morley et Miller : les fondements de la Relativité ébranlés - La relativité de la simultanéité en question - Le HTR : penser le nucléaire différemment - Imaginer de nouvelles voies en informatique - La théorie du champ biologique (2)

N° 71 - Gurwitsch : la théorie du champ biologique (1) - Le mouvement des Arts et Métiers : " Hausser l'ordre du monde " - Entretien avec J-C Chermann : Sida, le vaccin dont personne ne veut - Fusion froide, paria de la science - Le cerveau, cible du cannabis

N° 70 - Charles Darwin : évolutionniste ou idéologue - Les délimitations hors de l'espace-temps chez Leibniz - Denis Papin et la machine à vapeur - L'astronomie gamma, physique de l'extrême

N° 69 - L'harmonie du système planétaire - L'univers a-t-il un sens ? - Les expériences de Miller et la théorie de

la relativité - Röntgen et la découverte des rayons X

N° 68 - Gödel, Cantor, Leibniz : mathématique et méthode du paradoxe positif - Comment William Herschel révolutionna l'astronomie - Les équivoques du débat darwinisme-créationisme - Les échantillons de glace le prouvent : pas d'augmentation de la teneur en CO₂

N° 67 - Le nucléaire, c'est la vie ! - Dossier Superphénix - Les modalités de densification dans le processus vie - Main à la pâte : des enfants qui (re)découvrent

N° 66 - Ampère, Gauss, Weber : les véritables précurseurs de la physique atomique - Le principe de la relativité et la nature du temps - Et si nous étions les êtres vivants d'une géométrie à forte courbure - Redécouvrir la méthode d'Archimède

N° 65 - Descartes, la prison analytique de la pensée française - Percer les mystères de Titan - Les plasmas défient la physique - Réchauffement global : le point de vue d'un océanographe

N° 64 : EPUISE

N° 63 - Faire renaître la vie sur Mars - La fonction directrice du processus vivant - Pollution : la solution biologique - Leibniz et l'art de gouverner

N° 62 - La cosmologie de Kepler en Chine - La Terre, uide ou solide ? - Quand la musique rend sourd - Pour en finir avec les théories monétaires

N° 61 - Faut-il brûler Darwin ? - Cantor et le paradoxe de l'absolu - La généralisation des lois de la physique (3) - Vers l'agonie de la cosmologie standard

N° 60 : EPUISE

N° 59 - Mendeleïev et la découverte de la loi périodique - L'homme-individu et la biosphère - La généralisation des lois de la physique (1) - Fusion froide : lentement mais sûrement - Ozone : les modèles étaient faux

N° 58 - Galilée, Newton, Descartes... La fraude de la causalité algébrique - La vie de Max Planck - Comment les Grecs mesuraient l'invisible

N° 57 - Dossier Greenpeace - Quasars : le moment de vérité - La sonoluminescence... c'est fou !

N° 56 - Krafft Ehrlicke : l'impératif extraterrestre - Le dossier scientifique de la mémoire de l'eau - Les principes fondamentaux de la méthode scientifique

N° 55 - Changements climatiques : les prévisions démenties par la réalité - La force longitudinale d'Ampère - Trou d'ozone : une approche rationnelle

N° 54 - La perversion taoïste de la science - Théorie de l'évolution de la biosphère - Définition de la valeur économique

N° 53 - Collisions d'astéroïdes et de comètes : la Terre est-elle menacée ? - Lamarck et la dynamique biosphérique - Accorder le sol pour le rendre sain et productif - La thermodynamique de l'économie politique - Les applications industrielles de la MHD

N° 52 - Démographie : triage ou développement - Le potentiel de densité démographique relative - MHD : une technologie du futur mise au placard - Le Japon en marche vers le XXI^e siècle

N° 51 - Les " nombres magiques " de la physique nucléaire - Fusion froide : 5 ans plus tard - Les mensonges de Greenpeace - Swissmetro : express sous vide - La science de l'économie physique

N° 50 - Voyage au cœur du système sanguin - L'ère des robots planétaires - La longue quête de la supraconductivité - L'électronique en trois dimensions

N° 49 - Hermann Oberth : le père du voyage spatial - L'industrie nous empoisonne-t-elle ? - Les avions spatiaux aérobiees - La géométrie des nombres complexes

N° 47 - 48 : EPUISES

N° 46 - Nucléaire à l'Est : menace ou espérance ? - Entretien avec le Pr. Lucien Israël - Les avions spatiaux récupérables - Commutor : un bond en avant

N° 45 - Sortir de l'impasse cartésienne - Comment créer la vie sur Mars - Pierre Curie, un savant oublié

N° 44 - Fusion froide : la percée japo-

naise - Les fullerènes - Le chinois et la pensée humaine (2) - Le courant réaliste de la physique française

N° 43 - Ozone : ce qu'on vous cache - La pyramide de Chéops - Le chinois et la pensée humaine (1) - A la découverte des comètes

N° 41 - 42 : EPUISES

N° 40 - L'intelligence artificielle : une fausse science - Entretien avec M. Rebut (JET) - Vers le retour des moteurs nucléaires ? - Calculer avec la lumière

N° 39 - Leibniz contre Descartes - La fusion chaude progresse - Les trous noirs : Léviathans de l'Univers - La torche à plasma, instrument idéal ?

N° 36 à 38 : EPUISES

N° 35 - Dossier éducation - L'eau, clé de la paix au Moyen-Orient - Lévitiation magnétique : des avantages révolutionnaires - Le cerveau, univers encore à explorer

N° 34 - Le nucléaire repart - L'illusion séduisante du Big Bang - Les transports à grande vitesse en Afrique

N° 33 - Ecologie : la grande manip - La radioconservation des aliments - Un programme de géométrie constructive

N° 32 - Paris-Berlin-Vienne : un triangle de développement - La révolution scientifique de la fusion froide - Entretien avec H. Tazieff

N° 31 - Le Big Bang, c'est de la blague - Le télescope spatial Hubble - Entretien avec P. Deheuvels

N° 29 - 30 : EPUISES

N° 28 - Poncelet, un grand mathématicien républicain - La détection des molécules dans l'espace

N° 1 - 27 : EPUISES

Tarif

**Entre 1 et 10 numéros : 20 F pièce ;
et 15 F par numéro supplémentaire (port inclus).**

*Envoyez un chèque libellé à l'ordre de Fusion
53, rue d'Hauteville - 75010 Paris*

ÉLARGISSEZ VOTRE HORIZON

abonnez-vous à FUSION

BULLETIN D'ABONNEMENT

- 1 an France (5 numéros) 100 F
- 1 an Etranger (5 numéros) 130 F
- 2 ans France (10 numéros) 200 F
- 2 ans Etranger (10 numéros) 260 F

Nom : _____

—

Prénom : _____

Adresse : _____

—

—

Code postal : _____

—

FUSION

La science, passionnément !

Directeur de publication Christophe Lavernhe - **Directeur de la rédaction** Philippe Messer -

Rédacteur en chef Emmanuel Grenier - **Réviseur** Patrick Grosmaire - **Rédaction** Pierre Bonnefoy, Marsha Freeman, Marjorie Hecht, Lothar Komp, Yves Paumier, Rémi Saumont, Ralf Schauerhammer, Charles Stevens, Jonathan Tennenbaum - **Conseillers de la rédaction** Jacques Cheminade, Dino De Paoli - **Ont participé à ce numéro** Bruce Director, Philippe Jamet, Ludwig Crespín.

Dépôt légal 1er bimestre 2000 - Commission paritaire n° 63876 - ISSN 0293-5880

Imprimerie Fricotel - 88000 Epinal

Fusion 53 rue d'Hauteville 75010 Paris - Tél. : 01.42.46.72.67 - Fax : 01.42.46.72.60 - E. mail : fusion_e@club-internet.fr

Fusion est publié par les Editions Alcuin, 53 rue d'Hauteville - 75010 Paris

Crédit photos : ESA : couv., p.40, p.43, p.45 ; Nasa : p.46 ; Karel Vereycken : p.12.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code pénal art. 425). Toutefois, les copies à usage PÉDAGOGIQUE, avec indication de l'auteur et de la source, sont fortement encouragées.

Les articles externes sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs.