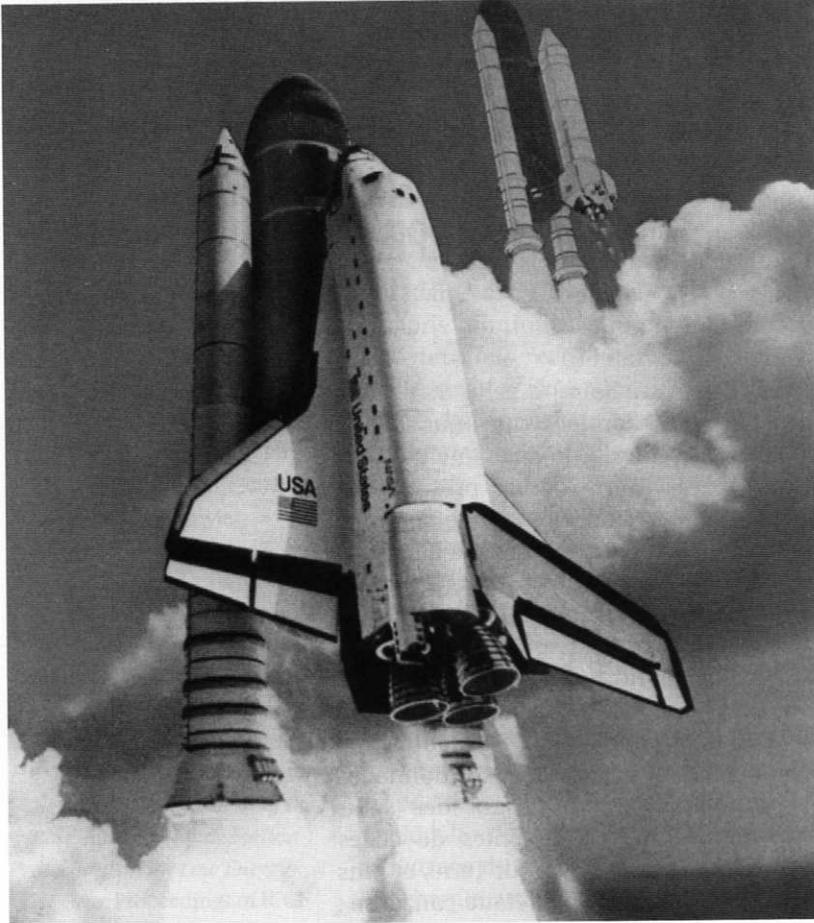


La conquête de l'espace et la croissance économique



Space Shuttle et Shuttle C

Le Shuttle C pourrait
mettre 100 tonnes
en orbite basse.

Outre les dégâts qu'il crée sur le tissu industriel et les relations entre humains, le libéralisme nous empêche d'inscrire nos actions dans la durée et représente un obstacle à la pérennité des politiques de la science et de la technologie. Il constitue également un frein à la résolution d'un certain nombre de problèmes clés qui peuvent avoir des conséquences sociétales désastreuses : énergie, raréfaction des matières premières, problèmes écologiques, si des solutions technologiques d'avant-garde ne sont pas mises en avant pour le bénéfice de tous.

L'espace offre d'énormes potentialités

capables d'apporter des réponses solides à ces problèmes et, comme le souligne l'expert en long terme du programme spatial américain Jesco von Puttkamer : « La croissance est une caractéristique de la vie. Nous allons sans doute dépasser les limites de la Terre. Sinon, l'humanité risque de n'être qu'une expérience de la nature ratée ».

Après de constantes années de baisse, les budgets des programmes spatiaux sont à nouveau en hausse pour toutes les puissances spatiales. Mais ils ne permettent pour l'instant qu'une croissance limitée, tirée principalement par le développement et le lancement des satellites de télécommunications et, particulièrement pour les USA, le marché capteur des satellites militaires. Pourtant, la conquête de l'espace, notamment celle de la Lune puis de Mars, menée parallèlement à celle des astéroïdes et s'appuyant sur la notion de « ressources propres de l'espace », est la seule voie permettant de supprimer progressivement les blocages et les goulots d'étranglement inhérents à une économie limitée à notre biosphère terrestre et à quelques orbites circumterrestres. Pour éviter des catastrophes, inévitables à l'heure actuelle, il faudrait doter les programmes spatiaux d'un budget supérieur de plusieurs ordres de grandeur aux budgets actuels. Ces orientations se heurtent pour l'instant à la vision libérale qui est incompatible avec une saine vision de la conquête de l'espace dans laquelle les développements devraient devenir peu à peu autosuffisants. Ils généreraient eux-mêmes les bases technologiques, économiques et financières des implantations humaines ultérieures. L'école libérale se trompe également en pensant que l'identification « d'objectifs lointains » est sans conséquence sur la croissance à court terme et que des investissements sur ces programmes se feraient inévitablement au détriment d'autres domaines plus immédiatement porteurs. Il est évident que la conquête de l'espace

**PHILIPPE
JAMET**

nous permettrait de prendre un virage à angle droit par rapport au néolibéralisme et à la pensée unique et qu'elle aurait des effets sur la manière dont on conçoit les politiques et notamment la politique économique.

Ceci implique auparavant une prise de conscience. Ne pas se lancer dans la conquête spatiale développera la montée de sociétés duales. Un certain nombre de problèmes de type sociétal n'auront pas été résolus avec, à la clé, le risque d'apparition de pouvoirs politiques non démocratiques pour maintenir le système en l'état. Cette prise de conscience n'était pas totale, il est vrai, chez les grands pionniers de l'astronautique mais l'hypothèse selon laquelle l'humanité est plus ou moins condamnée à s'étendre à terme dans tout le système solaire, devenu une extension de sa biosphère, a été soutenue dès la deuxième moitié du XIX^e par des visionnaires réalistes comme Tsiolkovsky ou Lasswitz. La décision de conquérir l'espace ne saurait être considérée uniquement comme un « mythe positif » ou un désir émotionnel inspiré par des rêves de grandeur ou des besoins psychologiques consistant à engager nos activités sur des voies transcendant les activités humaines habituelles. Les visionnaires du XX^e siècle (Von Braun, Ehrlicke, O'Neill, Von Puttkamer, O'Leary, Koelle) ont montré, face à l'école négativiste et, dans le cadre de plusieurs stratégies non identiques, qu'il y a convergence totale entre les potentialités offertes par les besoins et les demandes d'une société industrielle en expansion sur les plans économique, énergétique, écologique et démographique. Une des principales idées fausses à combattre pour l'école positiviste spatiale tient au problème des coûts des premières implantations lunaires et spatiales. Ce problème de coûts par rapport au PNB cumulé des puissances spatiales est le fer de lance du raisonnement de ceux qui sont, par principe, hostiles à un programme spatial ambitieux. Leurs arguments reposent généralement sur une idée fallacieuse, à savoir que le lancement de tels programmes ruinerait totalement l'économie terrestre pour un retour et des profits hypothétiques.

Les tenants de ce type de raisonnement semblent ignorer l'équation : espace = économie. Elle est démontrée par les quantités énormes de matières premières et les sources d'énergie directes (hélium 3 lunaire) et indirectes (centrales solaires SPS de Glaser et centrales solaires LPS

de Criswell¹⁾ qu'il est possible de traiter et de mettre en oeuvre pour des besoins terrestres. L'espace est déjà, en lui-même, économiquement rentable parce qu'il est caractérisé, passé un certain stade de développement, par la disparition de la notion de ressources rares à usages alternatifs. Le plus important dans ce processus, où l'Homme va travailler avec les matériaux lunaires² et extraterrestres, est de faire le bon choix en matière de stratégie et de technologies afin d'éviter le développement d'un système spatial indéfiniment reproductible sur lui-même, qui ne générerait pas de grandes avancées et aurait des retombées limitées : la première démarche à effectuer consiste donc en la définition d'une philosophie et d'une stratégie adéquate, tant économique qu'industrielle, du développement spatial. Il faut également circonscrire avec précision les implications des moteurs du développement en cours, les comparer avec ce qui devrait chronologiquement leur succéder mais sans les remplacer. On pourra peut-être redynamiser les anciennes technologies en leur offrant de nouvelles perspectives.

Par exemple, il serait peut-être possible de doper l'industrialisation en micro-gravité³ en orbite terrestre basse grâce à l'apport lunaire (il ne faut qu'un faible Delta-V⁴ pour échapper à une Lune riche en matériaux utilisables dans l'espace) de grands éléments standardisés, de poutrelles et de blindages pour de petites et moyennes unités situées en orbite terrestre basse : seuls viendraient de la Terre les instruments scientifiques et de production. De notre point de vue, le développement de la colonisation lunaire pourrait inverser un rapport de force aujourd'hui défavorable : cette association étonnante, due avant tout à la maîtrise des technologies de production de grandes structures sur la Lune pourrait contribuer à relancer une certaine demande au niveau terrestre et à donner un signe fort aux industriels de l'espace pour la mise au point de vaisseaux habités et non habités, de robots, de nouveaux instruments et méthodes de production. Ceci permettrait de faire progresser des pans entiers de l'industrie spatiale, laquelle contribuerait à une croissance économique répartie sur la Lune, l'orbite terrestre basse et la Terre.

Cette évolution et ce mouvement peuvent être appelés « processus auto-cumulatif de croissance ». Il se déroule parallèlement, par exemple, à la mise en place d'une

1 - Centrales solaires lunaires : Système LPS conçu par les ingénieurs Criswell et Waldron ; système SPS, conçu par Arthur Glaser. Voir Fusion N° 110 et N° 111.

2 - Produits lunaires : Krafft Ehrlicke en a donné une liste non exhaustive : tôles ou poutrelles d'aluminium, de titane, de fer ou d'alliages divers ; des verres ; de la laine de verre ; des céramiques ; des réfractaires ; des matériaux d'isolation thermique, électrique, acoustique ; des conducteurs ; des revêtements, notamment des revêtements en sodium qui offrent une réflexion quasi-parfaite mais sont inutilisables sur Terre en raison des réactions de ce métal très réducteur avec l'eau et l'oxygène ; des pellicules très fines de divers matériaux ; des composants électroniques au silicium ; des cellules solaires ; des structures entières de métal pour les installations lunaires ou orbitales ; des matériaux fibreux ou composés ; des boucliers thermiques et matériaux d'isolation ; des matériaux de protection anti-radiations pour stations spatiales ; des réservoirs de combustible spatial ; des installations orbitales entières ; des composants importants de vaisseaux interplanétaires. A cela, il faut ajouter des citernes d'oxygène et d'hydrogène venus des pôles de la Lune, destinées à desservir les vaisseaux partant de l'orbite basse terrestre et de l'orbite géostationnaire et, également bien sûr, des différentes orbites cis lunaires en réduisant drastiquement le coût du transport car ces vaisseaux n'ont plus à emporter la totalité des ergols.

A PRO QUAS

3 - L'industrialisation en microgravité consiste à profiter de l'état d'apesanteur de l'espace pour produire des matériaux difficiles à réaliser sur Terre. Les exemples les plus courants sont : la création de cristaux parfaits, la synthèse de protéines... Cette technologie n'a pas tenu les espoirs mis en elle dans les domaines des sciences de la vie et des matériaux. Les prévisions étaient trop optimistes et des innovations de procédés et de nouveaux produits, parfois obtenus grâce à l'expérience spatiale, furent mises au point sur Terre. De plus, le coût du transport reste élevé et nécessiterait, à l'avenir, des systèmes totalement récupérables.

4 - Delta-V : Tous les déplacements dans l'espace nécessitent de l'énergie. Dans certaines conditions simplificatrices, la quantité d'énergie nécessaire peut être exprimée par un « changement de vitesse », qu'on appelle Delta-V. Plus le nombre exprimé est grand, plus l'énergie nécessaire au mouvement est grande (les autres paramètres étant constants : masse, atmosphère...). Par exemple : le Delta-V pour décoller (ou alunir) de la Lune est de 2,4 km/s ; la mise d'un satellite en orbite basse terrestre : 4,2 km/s ; le transfert de ce satellite de l'orbite terrestre à l'orbite martienne : 4,2 km/s. Les Delta-V s'additionnent, on voit ainsi qu'alunir et repartir de la Lune (2,4 km/s + 2,4 km/s = 4,8 km/s) coûte plus cher en énergie que de se rendre de l'orbite terrestre à l'orbite martienne (4,2 km/s).

infrastructure industrielle visant à l'installation d'un système de stations « têtes de pont », à la construction de centrales solaires en orbite géostationnaire ou de grands vaisseaux martiens.

Ce processus se manifeste par cinq effets :

- une nouvelle expansion permettant le financement de colonies ultérieures. Un développement prodigieux et à moindre coût d'une infrastructure considérable en orbite terrestre grâce à ces produits semi-finis et finis lunaires,

- un effet d'entraînement sur l'économie terrestre et le système de construction des vaisseaux spatiaux sur deux postes : lanceurs lourds et avions spatiaux récupérables. Il faut y ajouter la fourniture, pour des vaisseaux lunaires et martiens, de l'avionique, de l'informatique et des systèmes de survie,

- un élargissement de l'espace économique global au système Terre-Lune, puis au système solaire dans son ensemble,

- une réactualisation des anciens moteurs de développement spatiaux (satellites de télécommunications, météo, microgravité dont nous avons déjà parlé) grâce à des conditions de mise en oeuvre technico-économiques plus favorables. En termes d'énergie, les orbites sur lesquelles ils sont installés sont plus « proches » de la Lune que de la surface terrestre, ce qui rend l'intervention humaine à partir des orbites cis lunaires⁵ plus facile.

UN INVESTISSEMENT RENTABLE À LONG TERME

La conquête spatiale s'inscrit dans la durée et non uniquement sous les fourches caudines des marchés. Les moteurs actuels du développement spatial sont bien insuffisants pour assurer cette pérennité.

L'exemple le plus flagrant vient du lancement des satellites de télécommunications. Il y intervient un nombre de plus en plus grand d'opérateurs alors que ce marché n'est pas indéfiniment extensible. Les potentialités de son effet d'entraînement sur le système industriel et la recherche technologique montrent déjà leurs limites du fait d'une sophistication étonnante des systèmes embarqués, de plus en plus

difficile à dépasser, et de performances sans cesse à la hausse.

Pour ce qui concerne l'industrialisation en microgravité, et malgré une forte opposition dans les milieux spatiaux déçus des résultats, rien n'est encore joué. Passé le cap de la station ISS, nous devrions assister à la mise en application d'un réel corpus de connaissances entraînant la mise en orbite de petits modules de fabrication et d'expérimentation qu'il serait possible de récupérer sans moyens coûteux ou sophistiqués.

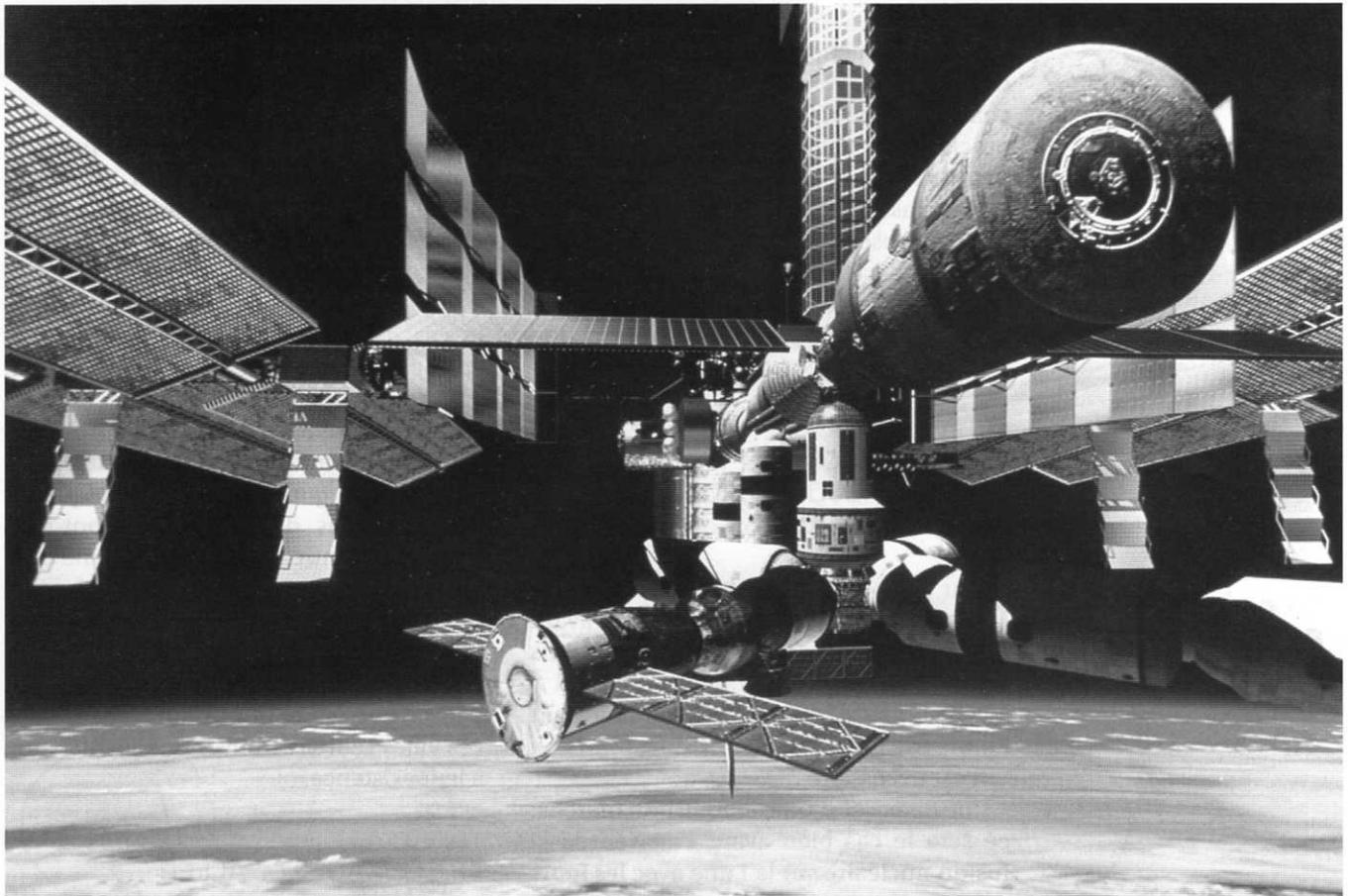
Passé un certain stade de développement circumterrestre grâce aux ressources lunaires, de nouveaux besoins devraient apparaître et les usines en orbite terrestre et lunaire pourraient bien évoluer vers une masse de plus en plus grande avec des conséquences positives sur une économie lunaire de plus en plus exportatrice. L'usage coûteux, à partir de la Terre, d'engins spatiaux récupérables limités à une

charge de 10 à 12 tonnes et de lanceurs lourds sera évité. Pour cela, il existe sur le papier un concept mono-étage dénommé SSTO lourd, capable de mettre 200 à 250 tonnes en orbite basse, inintéressant pour la microgravité, mais adapté au transport de matériel lourd pour

une grande station en orbite terrestre ou vers la Lune. Il apparaît clairement toutefois que l'apport lunaire en produits semi-finis et finis est le facteur numéro un pour diverses formes d'industrialisation spatiale.

Ces modes de développement auront de nombreuses conséquences sur l'économie terrestre : développement d'une industrie de construction de navettes pour emmener les équipages vers les stations « têtes de pont » en orbite basse, les chantiers et les usines orbitales, développement de systèmes informatiques, de systèmes de survie, progrès dans la mise au point de nouveaux matériaux, progrès dans la mise au point de nouveaux systèmes robotiques, toutes choses avec une inévitable montée des compétences et du savoir-faire qui vont avoir des impacts sur des branches spécifiques de l'industrie terrestre. On peut supposer que l'utilisation de la Lune pour la construction de centrales solaires lunaires aura un effet économique important sur la Lune, la Terre et l'orbite géostation-

**LA PRÉSENCE
MASSIVE D'HÉLIUM
3 OFFRE DES
OPPORTUNITÉS
INESTIMABLES.**



naire. Le commerce ultérieur de l'hélium 3 lunaire (pour la fusion deutérium-hélium 3) ouvrira de plus vastes perspectives spatiales grâce à l'installation sur la Lune d'engins excavateurs et au transport de cet hélium 3 vers la Terre pour alimenter les centrales à fusion. Selon Gerald Kulcinski, expert américain connu pour ses compétences sur la fusion, une tonne d'hélium 3 délivre 10 000 mégawatts/h pendant un an. Toujours selon Kulcinski : « *La proximité de la Lune et la présence massive d'hélium 3 apporté par le vent solaire et piégé par les roches offre des opportunités inestimables. L'hélium 3 est le combustible parfait pour les futurs réacteurs à fusion deutérium-hélium 3 de troisième génération. Ces réacteurs pourront l'utiliser avec l'émission de radiations moins importantes qu'un réacteur à fusion deutérium-tritium* ». Les recherches entreprises dans le cadre du programme Apollo ont révélé que les couches supérieures de la Lune contenaient au minimum 1 million de tonnes d'hélium 3. Selon Kulcinski, 100 tonnes d'hélium 3 seraient suffisantes pour satisfaire la demande d'énergie sur Terre pendant un an. Du point de vue des investissements, les techniques d'extraction et de transport coûteraient 5 milliards de dollars mais le

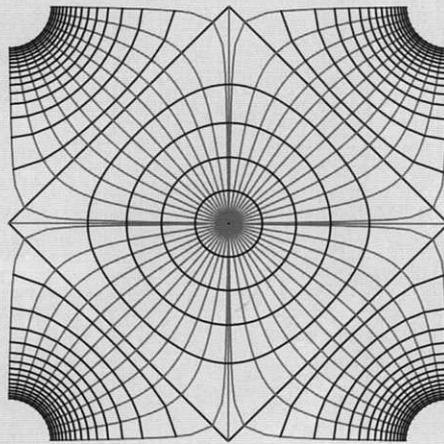
retour énergétique pourrait être estimé à 300 milliards de dollars. Cette industrie créerait sur Terre des centaines de milliers d'emplois qualifiés. D'autre part, une partie des surplus financiers pourrait être utilisée pour le financement d'autres colonies spatiales et d'autres domaines de recherche que l'espace.

Toutefois pour que de tels projets se réalisent, bien qu'il soit facile d'échapper à la Lune avec un faible Delta-V propulsif, il serait plus intéressant d'utiliser un système étonnant imaginé par le scientifique et auteur de science-fiction Arthur Clarke, à savoir l'accélérateur électromagnétique de masse. Ceci pourrait constituer un magnifique instrument de transport vers l'orbite lunaire où attendraient de grosses barges électronucléaires pour le transfert vers la Terre. Ce fameux accélérateur électromagnétique consiste en l'utilisation d'un champ magnétique à l'intérieur duquel fonctionne en circuit fermé une bande transporteuse composée de plusieurs centaines de godets contenant les matériaux lunaires et qui accélère ceux-ci à la vitesse de libération de la Lune jusqu'à un point précis où les attend le système de transport Lune-orbite terrestre dans lequel les godets libèrent leur charge. Ils retournent ensuite vers la Lune et les

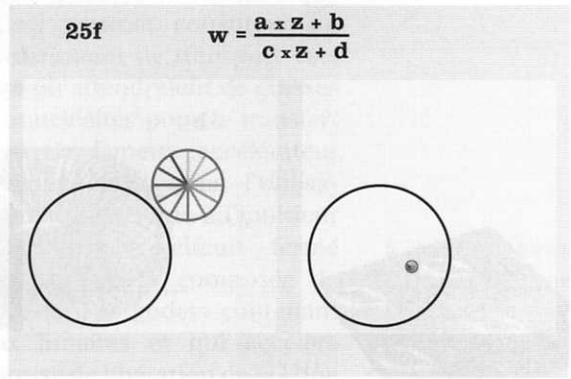
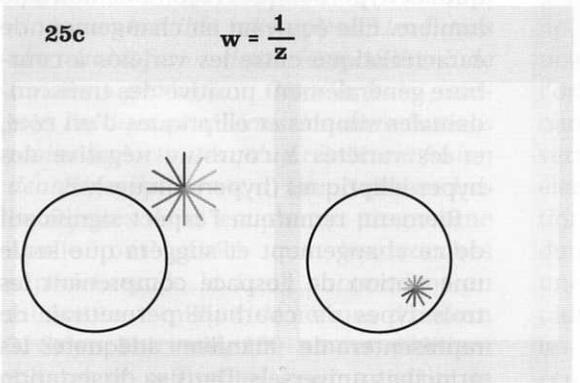
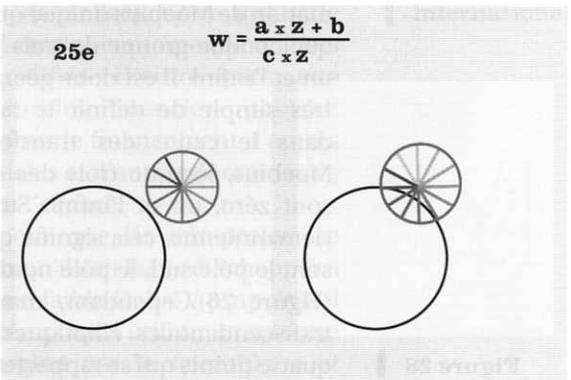
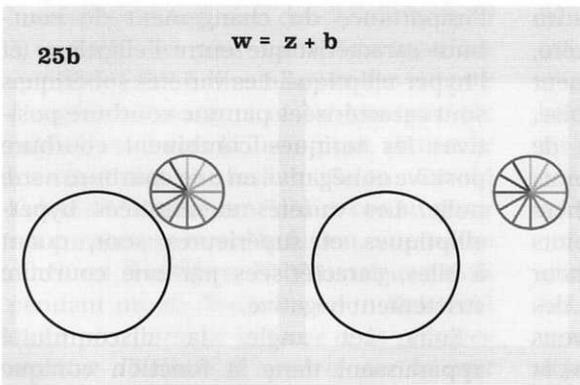
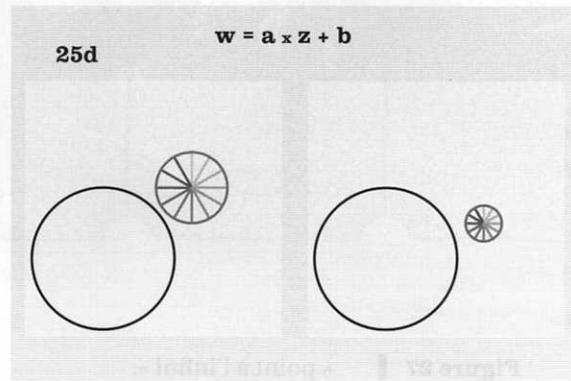
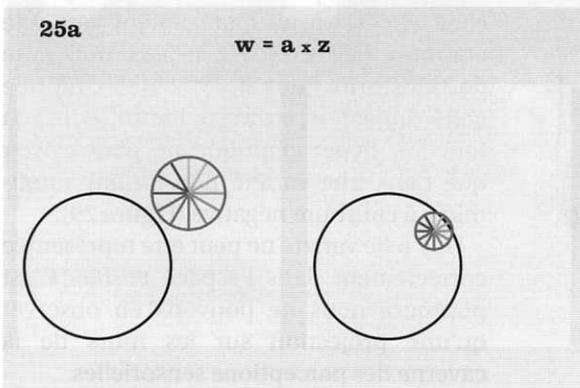
La station spatiale internationale

5 - orbites cis lunaires : il faut 20 fois moins d'énergie pour lancer un vaisseau spatial en direction de l'orbite géostationnaire, située à 35 800 kilomètres de la surface terrestre, à partir de la surface lunaire qu'à partir de la surface terrestre

Figure 24



Figures 25a à 25f



hors de proportion avec les possibilités offertes par le PNB des nations les plus industrialisées ou, comme le pense le futurologue britannique Alan Berry, qu'il faudrait attendre une phase considérable de croissance du PNB pour envisager ce type de programme afin qu'il ait un coût économique et social moindre en utilisant les techniques à la frontière de la technologie. Rappelons, par comparaison que le budget américain pour la Défense était de 437 milliards de dollars en 2005.

D'autre part, il ne faut pas attendre les besoins apparents du « marché » pour développer les infrastructures spatiales qui créeront, si elles sont stratégiquement bien ciblées, une demande qui aura des conséquences importantes sur l'économie lunaire, l'économie terrestre et circumterrestre. Les potentialités d'une économie basée sur des ressources primaires extraterrestres sont telles pour l'économie terrestre, que le niveau quantitatif atteint dépasserait largement les bénéfices indirects tirés du programme Apollo pour lequel l'effet de retour dans l'industrie technologique américaine se situait entre

5 et 7 dollars par dollar investi. Il est fort probable également qu'une grande économie spatiale tempèrerait l'économie terrestre en soustrayant une part importante de celle-ci à la logique féroce du court terme qui est l'un des caractères les plus contestables du libéralisme.

Toutefois les justifications macro-économiques de la conquête de l'espace ne peuvent suffire : une politique spatiale ambitieuse doit être intégrée et en symbiose avec une politique économique et une politique de la science adaptées à cet effet. D'autre part, si les activités spatiales actuelles peuvent être considérées comme un fait de société, les activités d'une véritable conquête de l'espace, par les implications et les changements profonds qu'elles induisent, notamment du point de vue organisationnel, ne peuvent être conçues indépendamment d'une politique culturelle, d'une éthique et d'une politique en matière d'éducation. Pour la réussite d'une telle entreprise, il serait également sage de placer à la tête du programme spatial un politique, voire un philosophe, plutôt qu'un technicien...

Discours du président Kennedy
« Nous avons décidé d'aller sur la Lune non parce que c'est facile mais parce que c'est difficile. Et nous réussirons. »
(Houston 1962)

