

SpaceX (Elon Musk) sur Mars : mission impossible ?

écrit par Professeur Tetenlair | 6 septembre 2023

SpaceX sur Mars : mission impossible .~



SpaceX sur Mars : mission impossible. 🤔



Ah, mes amis passionnés, quel sujet ici ! Déjà son initiateur, Elon Musk l'homme qui travaille 120 heures par semaine (selon ses propos) et ses projets fous, mais qui deviennent, pour la plupart d'entre eux, réalités.

Elon Musk, c'est évidemment **Tesla** qui a une capitalisation qui dépasse les 700 milliards de dollars (700M\$) début 2021 après avoir gagné 20 M\$ en Bourse en 24 heures ([référence](#)). Puis quelques centaines de M\$ dans les mois qui suivent. Mais Tesla, c'est aussi en 2022 une perte de 65 % de sa valeur en Bourse, soit 700 M\$ par un krack totalement inattendu ([référence](#)).



Mais Elon Musk, c'est aussi PayPal (enfin, c'était, car vendu à eBay en 2002 pour 1,5 M\$ dont 250 millions de dollars reviennent à Musk), SpaceX (la conquête de l'espace), Hyperloop (TGV subsonique capable de se déplacer à 1 200 km/h), Powerwall (batteries hyper performantes), Neuralink (puces dans les cerveaux), The Boring Company (tunnels souterrains avec déplacement à 200 km/h pour désengorger les grandes villes), Twitter (maintenant appelé "X" et accessible à l'adresse "x.com"), Starlink (fournisseur d'accès à Internet qui s'appuie sur des milliers de satellites et auquel on peut maintenant s'abonner en France), Teslaquila (fabrique de bières), et certainement d'autres que j'oublie...□.

Petite parenthèse à propos de Twitter (appelé aussi maintenant "X"). L'union européenne qui vient d'installer le 25 août dernier (2023) une dictature complète pour le plus grand bonheur de ses habitants qui laissent tout faire, a menacé Musk d'interdire ce réseau social en Europe s'il ne se plie pas à leurs règles dictatoriales, donc pratique intensive de la censure. Pour éviter cela, Elon Musk a cédé sa place de PDG de X/Twitter à Linda Yaccarino tout en se gardant un droit de regard sur les grandes orientations techniques du réseau.

Cette sympathique Linda Yaccarino est une mondialiste ultra convaincue, avec des passages obligés par Davos (Forum économique mondial ou aussi appelé Forum de Davos) où elle dirige depuis 2019, mais encore maintenant, une commission d'études sur l'évolution du travail. Elle est une covidiste acharnée. Résultats du schmilblic :



la liberté retrouvée de quelques semaines sur Twitter à vite disparu par la nomination de cette femme partisan d'une censure violente. Entre beaucoup d'autres, Civitas qui est dans le collimateur du gouvernement pour sa disparition, a vu son compte Twitter complètement fermé dès la nomination de cette femme.

Décidément, il n'y a que les cons qui n'ont pas encore compris que l'Europe n'a que deux objectifs et aucun autre : une immigration ultra massive destructive et une censure tout aussi ultra massive. Lorsque les effets s'ont feront ressentir dans la vie quotidienne des Européens, ces connards crieront au scandale mais il sera bien évidemment très largement trop tard.

Bon, revenons à nos moutons (et Dieu sait s'il y en a en nouvelle Islamofrance)



"Vous voulez vous réveiller le matin et penser que l'avenir sera formidable – et c'est ce que signifie être une civilisation spatiale. Il s'agit de croire en l'avenir et de penser que l'avenir sera meilleur que le passé. Et je ne vois rien de plus excitant que d'aller là-bas et d'être parmi les stars" Elon Musk ([référence](#)).

Elon Musk assure depuis toujours que l'objectif ultime de SpaceX est la colonisation de la planète rouge en y envoyant plus d'un million de personnes d'ici 2060 ([référence](#)). L'homme aux 100 millions de followers sur X (ancien Twitter) a souvent fait part de son désir de mourir sur Mars (mais pas au moment de l'impact ☐) et de sa conviction que pour

survivre, l'espèce humaine devrait devenir une espèce multi-planétaire.

Musk imagine une flotte de milliers de vaisseaux qui stationneraient en orbite autour de la Terre. Puis, tous les 26 mois environ, quand Mars et la Terre seront favorablement alignés, cette flotte mettrait le cap sur la Planète rouge. Le voyage sera de quelques mois (six au maximum).

"J'espère qu'il y aura une ville autosuffisante sur Mars d'ici 20 ans !" répète bien volontiers Musk. Il est convaincu "que la survie de l'espèce humaine doit passer par la colonisation de la planète rouge dans un avenir relativement proche".

Lorsqu'il parle de ce projet, il fait même référence au patriarche biblique Noé qui a construit une arche qui a survécu à la grande inondation sur Terre. Selon lui, ses modèles de vaisseaux spatiaux seront des "arches de Noé modernes", qui peuvent sauver "la vie d'une calamité sur Terre". C'est pourquoi SpaceX a décidé d'accélérer ses plans de construction de la fusée géante Starship. Objectif : en construire 100 par an.

Le but final est de fonder une ville totalement autonome et une nouvelle civilisation sur la planète rouge. Alors, désillusion ou ambition mesurée, il semblerait que les avis tendent plutôt vers la première option. Désormais, il ne nous reste plus qu'à attendre pour voir se concrétiser, ou pas, ce rêve de nouveau monde. A chacun de voir ce projet de son regard, en fonction de ses croyances religieuses, philosophiques, scientifiques, humaine, et autres.

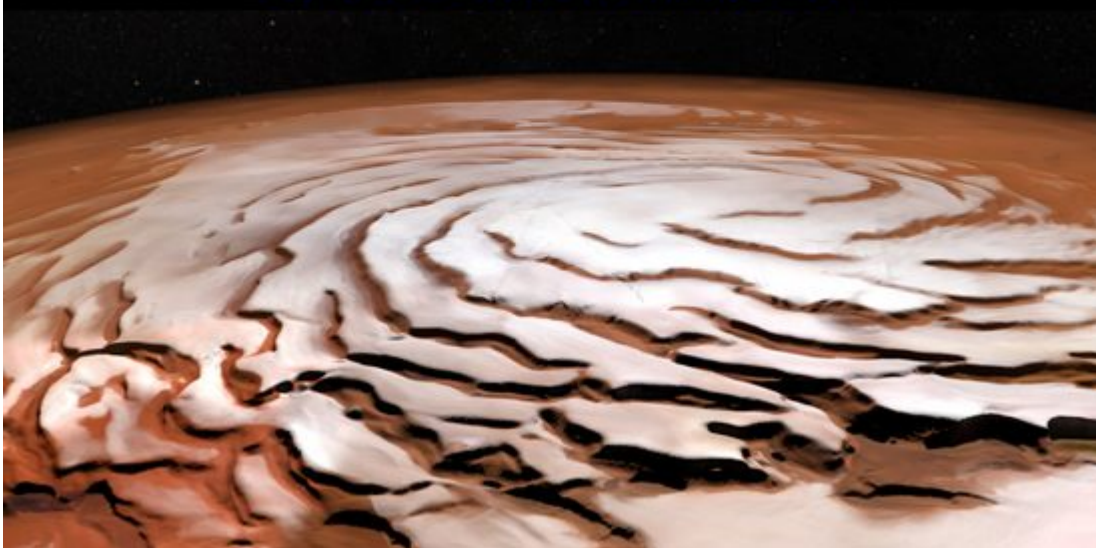
La vie sur Mars



Une fois sur Mars, comment vivraient tous ces individus ? Pour le moment, Musk ne donne pas de réponse mais tout ceci est à l'étude. L'atmosphère de Mars est un monde hostile (sol nocif et air irrespirable) et tout ceci empêche la terraformation de Mars, sauf en y mettant le paquet... *En effet, Elon Musk a récemment évoqué ce projet de terraformation sur Twitter en déclarant qu'il fallait faire exploser des bombes nucléaires au niveau des calottes glaciaires polaires sur Mars. L'idée serait ainsi de faire fondre ces calottes glaciaires et de libérer de grandes quantités de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, ce qui créerait un effet de serre qui augmenterait la température et la pression atmosphérique de la planète rouge (référence).*

En effet, qu'est-ce au juste la terraformation de Mars ? Selon Francis Rocard, responsable des programmes d'exploration du Système solaire au Centre national d'études spatiales (CNES), la terraformation *"consiste, par un moyen externe, à augmenter la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Avec l'effet de serre, la température et la pression augmentent de telle manière que l'eau puisse passer à l'état liquide. Dans un second temps, il faut faire en sorte, par un autre moyen externe, que l'air soit respirable donc qu'il y ait de l'oxygène"*. Sur Mars, la température moyenne est d'environ 60°C, et près des pôles, elle peut descendre à -125°C et l'air est composé majoritairement de dioxyde de carbone (à 95,32%), sans oublier les radiations cosmiques.

La planète Mars possède en permanence deux calottes polaires. Durant les hivers polaires, elles sont plongées dans l'obscurité continue, 25 à 30 % de l'atmosphère retombe alors au sol sous forme de plaques de glace de dioxyde de carbone (Wikipédia)



Les données de la sonde MRO prouvent pour la première fois que des chutes de neige carbonique se produisent sur la surface de Mars.



Bien sûr, toutes ces idées lancent de nombreux débats. Comme l'explosion des bombes nucléaires sur Mars. Selon certains spécialistes, si on fait exploser une bombe comme celle lancée à Hiroshima (Japon) en 1945, ça détruit tout sur son passage, ça va aussi casser les molécules de dioxyde de carbone. Toujours selon les experts, dans le Pacifique, les bombes nucléaires n'ont pas réchauffé l'océan. Une étude américaine publiée dans Nature Astronomy en juillet 2018, Mars ne dispose pas de quantités de CO₂ accessibles pour créer l'effet de serre suffisant qui permettrait de rendre l'atmosphère respirable pour les humains.

Mais au fait, pourquoi Mars ?



Oui, pourquoi Mars ?

Selon les explications de SpaceX, *“Mars est à une distance moyenne de 226 millions de kilomètres, et elle est une des voisines habitables les plus proches de la Terre. Mars est à peu près à moitié aussi éloignée du Soleil que la Terre, donc elle a toujours un ensoleillement décent. Il fait un peu froid, mais on peut se réchauffer. Son atmosphère est principalement composée de CO₂ avec un peu d’azote et d’argon et quelques autres oligo-éléments, ce qui signifie que nous pouvons faire pousser des plantes sur Mars simplement en comprimant l’atmosphère. La gravité sur Mars est d’environ 38% de celle de la Terre. Le jour est remarquablement proche de celui de la Terre”*.

Quel moyen de transport pour aller sur la planète rouge ?



Il s’appelle Starship. Il était anciennement appelé Big Falcon Rocket ou BFR. C’est un lanceur spatial super-lourd en cours de développement par SpaceX. C’est la plus grosse fusée actuellement au monde.

Le vaisseau spatial Starship et la fusée Super Heavy de SpaceX - collectivement appelés Starship - représentent un système de transport entièrement réutilisable conçu pour transporter à la fois l'équipage et la cargaison vers l'orbite terrestre, la Lune, Mars et au-delà. Starship sera le lanceur le plus puissant au monde jamais développé, capable de transporter jusqu'à 150 tonnes métriques entièrement réutilisables et 250 tonnes métriques consommables. Hauteur 120 mètres, diamètre 9 mètres, capacité de charges utiles 100-150 t (entièrement réutilisable)



1**2****3**

1) Starship est le vaisseau spatial entièrement réutilisable. Le véhicule est capable de transporter l'équipage et le fret en orbite terrestre, lunaire, martienne et au-delà. Starship est également capable d'effectuer un transport point à point sur Terre, permettant de voyager n'importe où dans le monde en une heure ou moins.

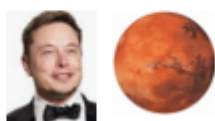
2) Super Heavy est la première étape, ou booster, du système de lancement Starship. Propulsé par 33 moteurs Raptor utilisant du méthane liquide (CH_4) et de l'oxygène liquide (LOX) sous-refroidis, Super Heavy est entièrement réutilisable et rentrera dans l'atmosphère terrestre pour atterrir sur le site de lancement.

3) Le moteur Raptor est un moteur à combustion étagée méthane-oxygène réutilisable qui alimente le système Starship et a deux fois la poussée du moteur Falcon 9 Merlin. Starship sera propulsé par six moteurs, trois moteurs Raptor et trois moteurs Raptor Vacuum (RVac), qui sont conçus pour être utilisés dans le vide spatial. Super Heavy sera propulsé par 33 moteurs Raptor, avec 13 au centre et les 20 restants autour du périmètre de l'extrémité arrière du booster.



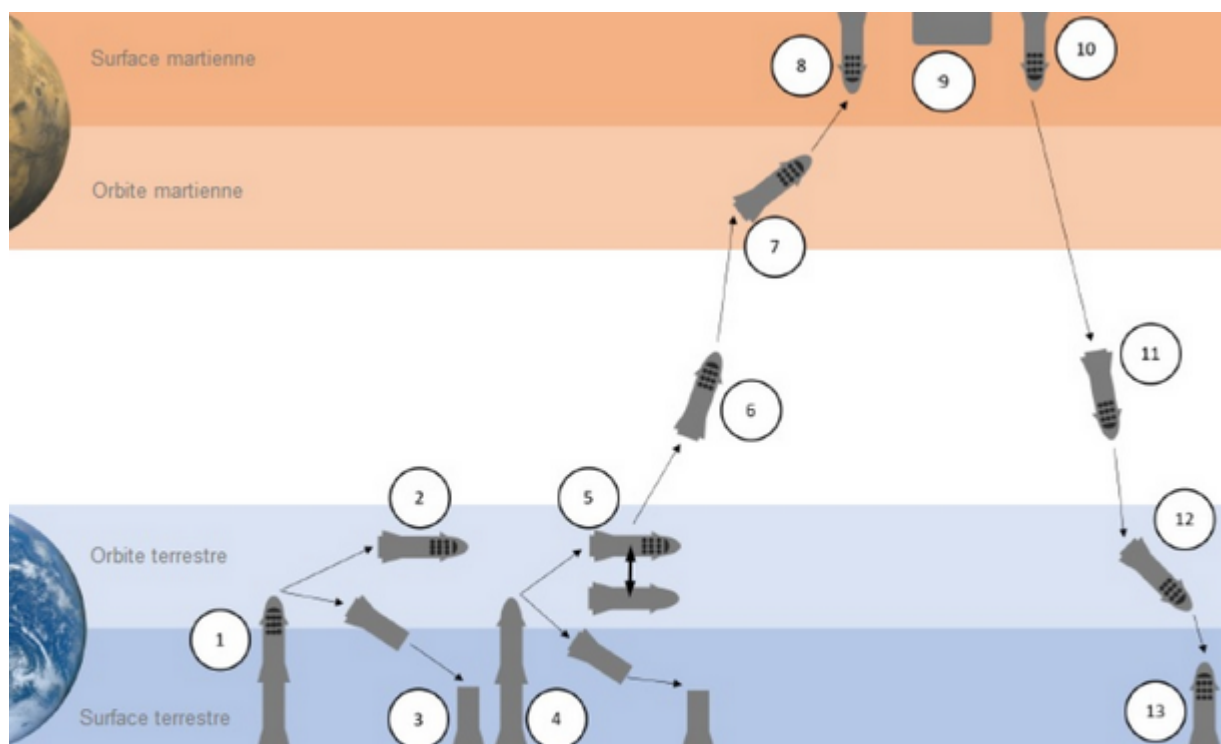
Arrivée d'un vaisseau Starship dans l'atmosphère de Mars. © SpaceX

Six Starships pour une planète



La mission humaine vers Mars se déroulera en deux temps et nécessitera l'envoi sur place de six Starships. Autant dire le déploiement d'une infrastructure plus grande que tout ce que la Nasa a amené sur la Lune pendant les missions Apollo.

Deux vaisseaux automatiques en version cargo sont d'abord envoyés sur la planète rouge pour confirmer la présence de glace d'eau sur le site et pour y déposer de l'équipement. Deux ans plus tard, deux cargos supplémentaires plus deux Starships avec un équipage de dix personnes chacun sont expédiés à leur tour. Chaque trajet Terre-Mars se fait lui-même en deux étapes : lancement du Starship en orbite basse, puis remplissage de ses réservoirs grâce à des « Starships-citernes » avant le grand voyage et l'atterrissage sur Mars. Une fois les astronautes sur place, leur première tâche est de mettre en route la production des ergols qui serviront au retour. Le séjour dure un an, après quoi les Starships aux réservoirs de nouveau pleins décollent pour un vol direct vers la Terre.



Scénario envisagé par SpaceX pour la mission d'un vaisseau Starship habité sur Mars. L'étage principal SuperHeavy propulse un Starship habité (1) en orbite terrestre (2) puis revient sur Terre (3). Un nouveau Starship, rempli d'ergols (4) est alors lancé pour ravitailler en orbite terrestre le Starship habité (5), qui peut alors entamer son voyage vers Mars (6). En orbite martienne, une phase d'aérofreinage (7) lui permet de se poser sur la planète rouge (8). Pendant un an, des ergols sont produits à partir de ressources trouvées sur place (9). De nouveau rempli (10), le Starship et son équipage peuvent être lancés directement vers la Terre (11). Et après un nouvel aérofreinage (12), se poser à la verticale (13). Crédit : Westphal & Mainwald (2022)

Dans ce scénario, l'un des principaux défis est la

production des ergols in situ. En effet, il faut qu'elle soit fiable, sans quoi l'équipage risque d'être condamné à rester sur Mars sans espoir de retour. **Sur le papier, le principe est simple** : il s'agit d'obtenir de l'oxygène par électrolyse de l'eau, à partir de la glace contenue dans le sous-sol, ainsi que du méthane en faisant réagir l'hydrogène produit lors de l'électrolyse avec le dioxyde de carbone de l'atmosphère martienne (réaction de Sabatier). Les deux molécules, liquéfiées, sont le comburant et le combustible des moteurs Raptor des Starship. **Mais dans les faits, c'est un défi redoutable, ami passionné d'Astronomie.**



Dans le scénario de Space X, il est indiqué que le Starship atterrit pratiquement à vide sur Mars et qu'il faut donc refaire le plein d'ergols à l'aide des ressources locales.

Le défi est colossal ami astronome, en effet 1 300 tonnes d'oxygène et de méthane liquide seront requises pour faire décoller un Starship de Mars et le faire rejoindre la Terre (pour une masse à l'arrivée de 200 t). Il faudra donc que le système de production d'ergols en fabrique 2 600 tonnes en un an, soit un peu plus de 7 tonnes par jour. Une véritable petite usine !

Un ergol, dans le domaine de l'aéronautique, est une substance homogène employée seule ou en association avec d'autres substances et destinée à fournir de l'énergie à un lanceur spatial, un satellite, ou tout autre objet propulsé astronautique.

À ce jour, un seul système de ce genre a été testé sous conditions martiennes, mais sur Terre. L'IMISPPS (Integrated Mars In-Situ Propellant Production System) fournit de l'oxygène et du méthane liquides au rythme de 1 kg par jour. Il fait 50 kg et consomme 700W d'électricité. Les spécialistes (Westphal et Maiwald) estiment que dans quelques années ce genre de système pourra produire 2 kg par jour en consommant 1 kW. Il pèsera 75 kg.

Pour fournir les presque 8 tonnes quotidiennes requises, ils estiment qu'un engin de 291 tonnes alimentés par 3,88 MW d'électricité sera nécessaire. Sauf que l'IMISPPS, lui, est directement alimenté en eau liquide ! Sur Mars, il faudra extraire de vastes quantités de glace du sol et la liquéfier. Selon les deux ingénieurs suscités, cela nécessitera un engin de 59 tonnes d'une puissance de 0,8 MW. Au total, l'usine de production des ergols pour les fusées de retour pèsera donc 350 tonnes et sera alimentée par une puissance électrique de 4,7 MW...

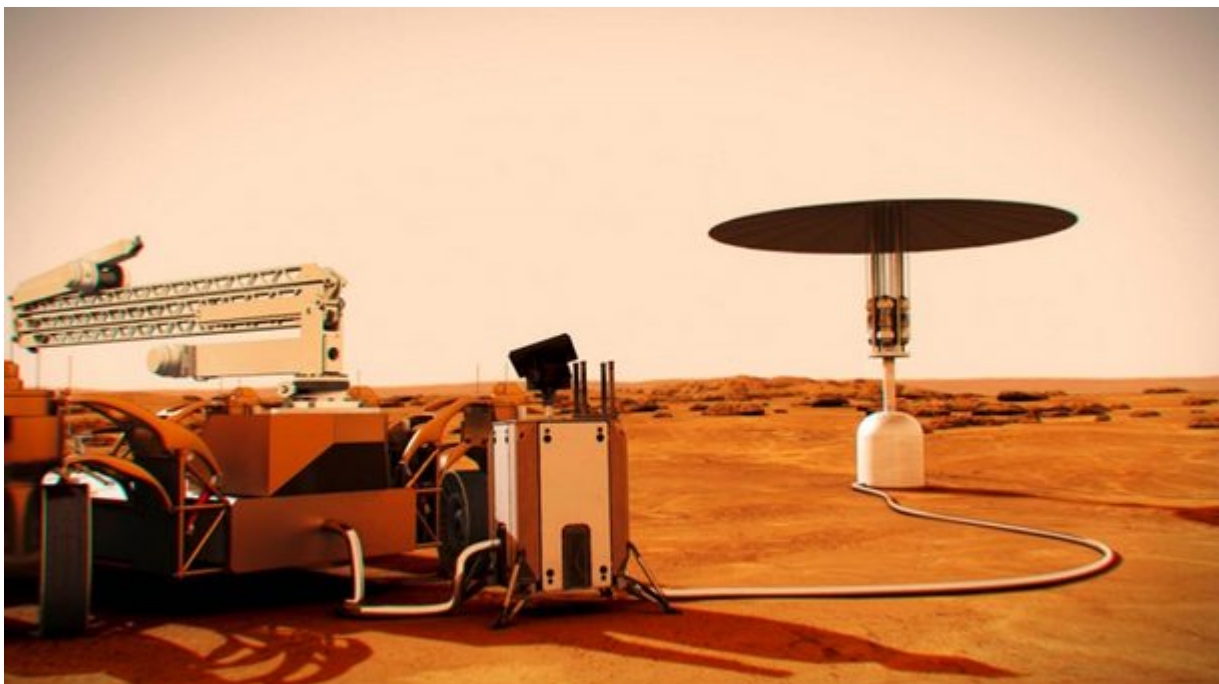


Alors voilà, mon cousin, comment générer une telle quantité d'électricité sur la planète rouge ? Il faudra forcément des réacteurs nucléaires comme source d'énergie primaire. En effet, l'énergie solaire sera peu efficace avec des panneaux solaires sur Mars qui n'ont qu'une efficacité de 30 %. Egalement, ils ne peuvent produire de l'énergie que pendant le jour et sont inutilisables en cas de tempête de poussière.

Les réacteurs nucléaires fonctionnent indépendamment des conditions ambiantes, produisent de l'énergie jour et nuit,

et utilisent moins de place que les systèmes de panneaux solaires. Ils seront donc incontournables pour fournir les 5 MW nécessaires à l'usine d'ergols et au confort des astronautes dans leurs Starships transformés en habitat martien.

Sauf que ces réacteurs nucléaires, eux aussi, il faudra les apporter sur Mars ! À quoi ressembleront-ils ? Pour le moment, on ne peut les imaginer que comme une version XXL du Fission Surface Power, un générateur nucléaire en cours de développement par la compagnie SpaceNukes pour le compte de la Nasa, et qui est à la fois petit, léger et très sûr. Chaque exemplaire fournit 10 kW, et cinq exemplaires pourraient alimenter une base de quatre personnes sur Mars ([plus de renseignements](#)).



Une version XXL du Fission Surface Power (projet ci-dessus) sera nécessaire pour alimenter une usine capable de produire 8 tonnes d'ergols par jour.

Le piège de l'énergie



Naïvement, on pourrait envisager de s'éviter toutes ces

complications en transportant sur Mars les ergols indispensables au retour. Cela coûterait très cher serait beaucoup trop complexe. Pour apporter sur Mars les 2 622 t de propulseur nécessaires au vol retour de deux Starships habités, il faudrait lancer depuis la Terre 27 Starships avec une capacité de charge utile de 100 t.

On pourrait commencer à produire ces ergols dès l'arrivée des premiers Starships. Et ainsi bénéficier de deux années de production supplémentaire ? Cela réduirait considérablement la puissance électrique nécessaire (1,5 MW) ainsi que la masse de l'usine (115 t). Oui, mais il faudrait alors raccorder ses différents éléments (embarqués dans différents Starship) de façon robotisée. Pas simple... **Par ailleurs, en cas de problème, il faudra de toute façon attendre des humains pour réparer.** Avec le risque, alors, de ne plus pouvoir réaliser assez de carburant pendant la durée restante de la mission. La puissance de l'usine de production, à 1,5 MW plutôt que 5 MW, s'avérant trop faible.



On l'aura compris, en plus de la masse gigantesque du système de production d'ergols, l'énorme quantité d'énergie nécessaire à son alimentation est un point dur du projet

d'Elon Musk. Elle implique de lourds réacteurs nucléaires qui, surtout, souffrent d'un problème de maturité technologique actuellement.



Les innovations technologiques ne manquent pas pour envoyer des humains sur Mars. C'est un environnement différent et les appareils terriens n'ont pas les mêmes bases de fonctionnement que celles sur la planète rouge.

Mais Elon Musk est l'homme des défis et, par définition, tout défi fait l'objet de méfiance. Tout défi sort de ce qui existe et doit faire appel à des inventions.

Elon Musk a déjà réalisé nombre de défis qui faisaient l'objet de la part de la communauté scientifique de beaucoup de scepticisme voir même de moqueries. Pour n'en citer que deux, ses voitures Tesla sont électriques depuis plus de 10 ans et à l'époque il était la risée de tout le monde (cela ne veut pas dire que ton serviteur approuve l'aberration de la voiture électrique). Egalement, le défi aussi d'être actuellement le seul capable d'envoyer des humains dans l'espace avec les Russes (même pas les USA ni l'Europe n'en sont capables).

Elon Musk ira sur la planète rouge, ton serviteur le pense réellement. Si ce n'est pas lui, ce sera son successeur ou un État. Dans quel délai, là est la question...

Bye bye

Professeur Têtenlair