

Un préalable les chemins de l'espace : ce qui est possible et ce qui ne l'est pas

Robert GENTY

Nous raisonnerons sur un espace - que nous appellerons sensible - qui s'arrête aux limites de portée des instruments d'investigation, soit actuellement environ 10 milliards d'années de lumière et se trouve borné inférieurement aux 100 Km d'altitude terrestre qui séparent le domaine de l'aéronautique de celui de l'astronautique, c'est-à-dire l'espace proprement dit.

Pourquoi évoquer un aussi considérable volume ? Tout simplement parce qu'il permet des vues statistiques et révèle un équilibre global tourbillonnaire en une harmonie magnifique, somptueuse, qui ne se dément absolument pas depuis l'infiniment grand jusqu'à l'infiniment petit. On a pu en effet mettre en évidence une référence commune à l'atome et à la plus énorme des galaxies : le spin.

Cet équilibre magistral, à quelle loi physique se réfère-t-il ? Fondamentalement à la loi de l'attraction universelle, "inventée" par Newton, penseur de génie qui naquit en 1643.

Cette loi dit ceci : deux corps en présence s'attirent suivant une force proportionnelle au produit de leurs masses respecti-

ves et inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare leurs centres. Cette loi d'équilibre s'applique à toutes les masses, en particulier à celles qui sont dans l'environnement terrestre et à la terre. Entre la terre et les masses de l'environnement s'établit donc une force newtonienne qui semble attirer les corps vers le centre de la planète et qui répond au nom de gravité, ou pesanteur pour le cas où l'associerait à la gravité, l'effet de la rotation de la terre. En fait il n'y a pratiquement pas de différence essentielle entre la gravité et la pesanteur ou poids, si bien que nous confondrons les trois termes dans cet exposé.

L'équilibre terrestre qui découle de la gravité ou du poids est facile à saisir. Nous sommes en équilibre parce que nous sommes assis sur des sièges et notre gravité, notre poids est annulé par la réaction du sol. Si nous nous transportons sur la Seine à bord d'un bateau-mouche, nous serons en équilibre parce que notre poids et le poids du bateau seront compensés par la force d'Archimède. Pour un aviateur, le poids de l'avion et celui du pilote sont annulés par une force aérodynamique qui naît du déplacement de la machine à une certaine vitesse. Voilà donc trois exemples fort communs qui nous montrent combien les équilibres à la surface de la terre peuvent être de nature différente.

Alors ? Que penser du cosmonaute, de celui qui franchit la barrière de l'espace ? S'il est lancé verticalement, on peut tout craindre au moment où il s'arrête, parce que la seule force qui agisse sur lui - la force de gravité - tend à le ramener sur la terre et l'y faire tomber, en remarquant que cette force de gravité découlant de la loi de Newton, ne s'annule que si le cosmonaute s'éloigne à l'infini, ce qui est absolument hors de question. Comment faire, par conséquent, pour mettre le cosmonaute en équilibre ? Il ne dispose évidemment ni du sol développant une réaction, ni d'un liquide engendrant une poussée d'Archimède, ni d'un fluide gazeux permettant de créer une portance du type aérodynamique. Le seul moyen de résoudre le problème, c'est de faire circuler le cosmonaute autour de la terre sur une courbe fermée de manière à établir à chaque instant une force centrifuge qui annule la gravité. Voilà le secret ! C'est pourquoi les cosmonautes se mettent en circulation sur une courbe qu'on appelle

"orbite" constituée par un cercle ou une ellipse, courbe plane au demeurant, dont le plan, passant par le centre de la terre, garde une orientation fixe dans l'espace.

A partir du moment où en ayant dépensé de l'énergie pour mettre le cosmonaute sur orbite, celui-ci se trouve en circulation autour du centre de la terre, son maintien en état ne comporte plus aucun travail. L'équilibre est naturel et il est gratuit comme celui des corps célestes en gravitation.

Cette remarque est extrêmement importante parce que cette gratuité traduit en somme une communion totale en l'occurrence, entre la nature et l'homme qui devient partie prenante de l'équilibre global dont procède l'harmonie universelle. Et voilà sur quoi il convenait d'insister.

Le cosmonaute peut donc se déplacer en décrivant une courbe fermée plane autour du centre de la terre. Et il ne va pas manquer de le faire, car il est dans le caractère de l'homme, quand on lui ouvre une porte, de s'y précipiter pour gagner des dimensions nouvelles, des domaines encore inconnus. Il va pénétrer dans l'espace. Mais que va-t-il y faire ? Y jouira-t-il de certaines possibilités ? En particulier lui sera-t-il loisible - comme dans sa situation terrestre - de virer à droite ou à gauche ou de se déplacer verticalement ?

Voyons ce qu'il en est du cosmonaute confronté à de telles opérations.

D'abord le changement d'altitude. Imaginons l'homme sur orbite autour du centre de la terre. Imaginons de plus que sa gravitation se fasse à 300 Km d'altitude et qu'il cherche à monter 100 Km plus haut. Ce qui vient à l'esprit, c'est de rapprocher les nombres 100 et 300 sous la forme de la fraction $1/3$, fraction très importante impliquant a priori une manoeuvre très difficile. En fait elle ne l'est pas parce que le raisonnement précédent est entièrement faux. Nous avons vu plus haut que les distances à prendre en considération en matière d'espace, devaient être mesurées de centre à centre, donc ici du centre de la terre au centre de la machine : c'est-à-dire le rayon de la terre, 6.400 Km approximativement, augmenté de 300 Km d'altitude,

ce qui fait 6.700. Le rapport devient alors $100 / 6.700$ ou $1/67$, fraction plus de 20 fois inférieure à la première et assez représentative des faits.

Il n'est donc pas difficile de changer d'altitude et cela ne coûte pas cher en énergie. Un exemple va nous renseigner tout de suite : reprenons l'image de notre cosmonaute qui tourne autour du centre de la terre et admettons qu'il ait fallu dépenser une certaine quantité d'énergie pour qu'il en soit ainsi. Rappelons qu'à partir du moment où il a été placé sur orbite, le phénomène est gratuit. Proposons-nous en outre de fournir à ce cosmonaute à nouveau la même quantité d'énergie afin qu'il puisse changer d'altitude. Eh bien ! aussi étonnant que cela puisse paraître, l'homme pourra, de cette façon, gagner la lune !

Il en va tout autrement si l'on aborde le problème du virage, c'est-à-dire du changement de direction. Considérons le même cosmonaute en gravitation à 300 Km d'altitude. Il est assis sur son siège avec au-dessous de lui le centre de la terre. Il se déplace autour de ce point dans la direction du vol qui définit alors avec la direction du centre de notre planète, le fameux plan de la circulation. Admettons maintenant que le cosmonaute réussisse à changer d'orientation, ce qui se concrétise par une nouvelle direction de la vitesse sans que celle du centre de la terre ait changé. Tout s'est donc passé comme s'il avait fait tourner le plan orbital de l'angle voulu. On peut en déduire que le virage spatial est à identifier avec une rotation du plan d'orbite. Or nous avons écrit dans les lignes précédentes que le plan d'orbite gardait une orientation fixe dans l'espace, consécration d'un état naturel. Si l'on veut le faire tourner, on n'y réussira guère car on ne peut pas grand chose contre la nature.

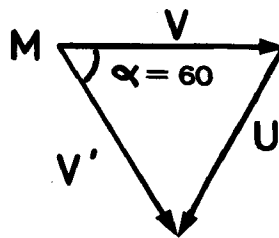
En effet reprenons l'exemple de notre cosmonaute qui tourne autour du centre de la terre, ce pourquoi on a dépensé une certaine quantité d'énergie. On propose à nouveau à ce cosmonaute sur orbite, de lui fournir la même quantité d'énergie pour lui permettre de tourner à droite ou à gauche.

Acceptant cette proposition, il pourra faire une fois 60° à droite ou à gauche - et c'est tout - (1). De plus, dans le même temps naîtra à son endroit une accélération égale à 700 fois celle de la pesanteur. Autrement dit son poids sera multiplié par 700. Inutile de préciser que dans ces conditions il est inimaginable d'envisager l'existence d'un être vivant quelconque. Il est donc pratiquement impossible de changer de direction, c'est-à-dire de virer dans l'espace et voici un exemple qui doit illustrer nos dires.

En mars 1965, Werner Von Braün, qui avait en charge le programme de la conquête de la lune, a demandé à Grissom et à Young à bord de Gemini III, d'effectuer une double tentative de changement d'altitude et de changement de direction. Ce changement de direction n'a permis aux cosmonautes qu'une désorientation de 1/2 degré. Ce faisant, ils ont, malgré tout, subi une accélération de 7 fois celle de la pesanteur. C'était une condamnation décisive de l'opération de virage.

Aussi bien l'outil dont peut disposer l'homme dans l'espace apparaît comme très incomplet puisqu'il n'autorise pratiquement aucun changement de direction.

(1)



La démonstration en est simple : suivant la méthode de changement d'orientation actuellement préconisée, on ajoute un élément de vitesse U à la vitesse V de gravitation de façon à définir une vitesse finale V' qui, en restant égale à V en grandeur, se trouve décalée par rapport à cette vitesse de gravitation, de l'angle de virage souhaité. Il est clair que si $\alpha = 60^\circ$, le triangle formé par la vitesse de gravitation V, la vitesse additionnelle U et la vitesse finale V, est équilatéral, ce qui entraîne évidemment $U = V$. En appelant M la masse du mobile en cause, l'énergie correspondant au changement d'orientation est

$\frac{1}{2} MU^2$ égale ici à $\frac{1}{2} MV^2$, c'est-à-dire à l'énergie de gravitation, elle-même égale à $\frac{1}{2} MV^2$.

Ce qu'il faut retenir de cet exposé liminaire c'est :

- en premier lieu, la gratuité du vol cosmique une fois le satellite placé sur orbite;
- mais aussi la rigidité du plan orbital qui interdit formellement de songer à créer une superaviation de chasse spatiale.

Disons bien les choses comme elles sont car les désorientations lentes en direction n'apparaissent pas impossibles lorsqu'elles sont équivalentes aux changements de directions très progressifs des gros avions de transport.

L'espace est donc - en tout état de cause - exploitable en offrant à l'homme des possibilités immenses, à condition de bien éviter de violer les lois naturelles qui en régissent l'équilibre, rendant certaines opérations impraticables mais en revanche laissant naître des réalisations a priori masquées à moins de bien connaître les secrets et les mystères de la mécanique spatiale.

Robert GENTY
CONSEIL EN PROSPECTIVE SPATIALE
PROFESSEUR DE MÉCANIQUE SPATIALE