

La gravité artificielle vue par le cinéma

par Richard Taillet, sur *Signal sur bruit*

Dans les films de science-fiction, les scènes d'apesanteur sont un casse-tête pour les réalisateurs : il faut user d'effets spéciaux et filmer dans des conditions inhabituelles. Rares sont les films où l'apesanteur n'est pas une simple parenthèse anecdotique. D'une façon ou d'une autre, une pesanteur artificielle est rapidement recréée et le scénario reprend son cours avec des personnages qui évoluent comme sur Terre. Comment est créée cette pesanteur artificielle ? Je me concentrerai ici sur une des explications plausibles : l'utilisation de centrifugeuses.

Si on place une roue de hamster en apesanteur, et qu'on fait tourner cette roue à vitesse angulaire constante, le hamster est soumis à une force centrifuge qui le plaque contre la roue. Il pourra alors marcher le long de celle-ci, comme s'il était soumis à une force de gravité dirigée vers l'extérieur. Remplaçons le hamster par un astronaute : c'est le principe des roues spatiales présentes par exemple dans les films *Conquest of space* (1955), *2001, l'Odyssée de l'espace* (1968) ou *Mission to Mars* (2000) [voir les extraits à l'adresse http://bit.ly/pls444_scilogs].

En réalité, les personnages évoluant dans ces centrifugeuses sont aussi soumis à la force de Coriolis. Quand on saute vers le « haut » – vers le centre de la roue –, cette force nous entraîne sur le côté. Mais à ma connaissance, la force de Coriolis n'a jamais été exploitée dans un film.

Concentrons-nous donc sur la force centrifuge qui permet de simuler la gravité. La gravité g ressentie à la distance r de l'axe de rotation dépend de la vitesse de rotation N (en tours par seconde) selon la formule $g = r(2\pi N)^2$. On peut la calculer pour plusieurs films. Dans *2001, l'Odyssée de l'espace*, la station orbitale est une grande roue de 280 mètres de rayon, tournant à un tour par minute, et le vaisseau spatial envoyé vers Jupiter contient une centrifugeuse de six mètres de rayon tournant

à trois tours par minute, ce qui donne respectivement $g = 3 \text{ m/s}^2$ et $g = 0,6 \text{ m/s}^2$, soit moins d'un tiers et moins d'un quinzième de la pesanteur terrestre ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). Aucune de ces situations n'est donc réaliste : les personnages ne devraient pas pouvoir marcher de manière « naturelle ». La scène de *Conquest of space* est beaucoup plus réaliste, même si on a l'impression que la roue tourne trop vite.

La force centrifuge est d'autant plus faible que l'on se rapproche de l'axe de rotation et,



Dans le film *2001, l'Odyssée de l'espace*, la station spatiale comporte deux roues de 280 mètres de rayon en rotation.

© Rhys Taylor/Stocktrek Images/Corbis

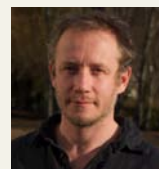
dans les scènes où l'on voit les personnages se rapprocher (*Mission to Mars*) ou s'éloigner (*2001, l'Odyssée de l'espace*) de l'axe, ils devraient sentir que la gravité artificielle varie au cours de leur déplacement, ce qui n'est manifestement pas le cas. En revanche, le fait que la force centrifuge soit nulle au niveau de l'axe de rotation donne lieu à une belle scène de danse en apesanteur dans *Mission to Mars*.

L'utilisation de centrifugeuses présente cependant des limites physiologiques. D'une part, si les roues sont trop petites, la différence de pesanteur artificielle entre la tête et les pieds perturbe la circulation sanguine. D'autre part, le corps ne supporte pas une rotation trop rapide : l'oreille interne la détecte parfaitement. La scène d'*Armageddon* (1998) où un astronaute rétablit une

pesanteur artificielle en faisant tourner sa capsule spatiale est ainsi totalement irréaliste : avec un rayon de un mètre, la vitesse de rotation nécessaire pour obtenir une pesanteur terrestre est d'environ un demi-tour par seconde, ce qui rendrait malade n'importe qui !

On rencontre des erreurs plus grossières encore. Dans *Ender's Game* (2013), on voit les personnages sortir d'une centrifugeuse et continuer à marcher au sol, pour finalement s'élancer en apesanteur. Dans *Moonraker* (1979), une station spatiale est mise en rotation pour établir une gravité artificielle, mais les objets sont collés sur la surface du disque, au lieu d'être poussés vers l'extérieur ! Dans *The Green Slime* (1968), la station spatiale en forme de roue a des fenêtres sur le bord extérieur, là où devraient marcher les passagers. Enfin, le film *Elysium* (2013) met en scène une centrifugeuse réaliste, sauf que l'air semble être retenu par la seule force centrifuge.

Pour terminer, l'idée de la centrifugeuse est très répandue dans le design des vaisseaux spatiaux, même si elle n'est pas explicitement exploitée : on voit souvent une grande structure en rotation, par exemple dans *2010* (1984), *Avatar* (2009) ou *Red Planet* (2000). Reste parfois seulement une grande structure circulaire fixe, comme dans la version originale de *Solaris* (1972) ou sa reprise (2002).



Richard TAILLET est professeur à l'Université de Savoie et chercheur au Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique théorique (LAPTh). Ce billet est une version résumée

du troisième billet d'une série sur l'apesanteur au cinéma publiée sur son blog *Signal sur bruit* (<http://www.scilogs.fr/signal-sur-bruit>).



Retrouvez tous nos blogueurs sur www.scilogs.fr et suivez-les sur les réseaux sociaux.

HOMO SAPIENS INFORMATICUS chronique de Gilles Dowek



Le vainqueur, un colosse aux pieds d'argile

Dans l'industrie informatique, les situations de monopole sont fréquentes... mais provisoires !

L'industrie des biens matériels nous a habitués à voir plusieurs entreprises se partager un marché. En revanche, l'industrie informatique nous montre plus souvent des situations de monopole : par exemple, il n'y a qu'un seul moteur de recherche réellement utilisé aujourd'hui.

Deux raisons, au moins, expliquent cette différence. La première est que le service proposé par certaines entreprises d'informatique, par exemple les réseaux sociaux, est la possibilité de communiquer avec ses autres clients. Si deux réseaux sociaux avaient, par exemple, l'un 60 % et l'autre 40 % du marché, les nouveaux clients se dirigeraient naturellement vers le premier, qui leur permet de communiquer avec davantage de personnes. La différence entre les deux croîtrait jusqu'à ce que le premier atteigne 100 % du marché et le second 0 %.

La seconde est que, en informatique plus qu'ailleurs, l'amélioration constante de la qualité des produits est essentielle pour garder les clients. Et comme la capacité à financer des projets de recherche et de développement, parfois la seule dépense des entreprises, croît avec le nombre de clients, si deux entreprises avaient, à nouveau, l'une 60 % et l'autre 40 % du marché, la première améliorerait la qualité de ses produits plus vite que la seconde, jusqu'à l'éliminer. C'est la loi du 0-1 : le vainqueur remporte toute la mise.

Cette tendance naturelle au monopole, cette disparition de la concurrence, cette

concentration de pouvoirs, sera sans doute l'un des problèmes politiques majeurs du XXI^e siècle, auquel le développement coopératif de logiciels libres est, parmi d'autres, un embryon de réponse. Car comment tolérer un monde où il n'y aurait qu'un seul hébergeur de sites Web, une seule librairie ou une seule université ?

Mais ce qui nous intéresse aujourd'hui est que notre explication de la loi du 0-1 semble avoir également comme conséquence qu'une fois en situation de monopole, une entreprise le reste pour l'éternité ; car

Du fait de leur incapacité à anticiper les transformations, les géants de l'informatique sont rapidement remplacés par d'autres.

même si une autre entreprise était assez folle pour tenter de la concurrencer, elle serait vite, comme nous l'avons vu, laminée. Or c'est le contraire que nous observons : autant nous avons vu IBM, *Microsoft*, etc. remporter toute la mise, autant nous avons vu ces entreprises décliner aussi vite qu'elles étaient apparues.

Pour comprendre pourquoi, il faut remarquer que ce n'est pas en concurrençant IBM sur son terrain – la construction d'ordinateurs – que *Microsoft* a détrôné IBM, mais en se rendant compte que la construction d'ordinateurs était devenue une activité secondaire par rapport au développement de systèmes d'exploitation, développe-

ment qu'IBM a imprudemment sous-traité, en 1980, à *Microsoft*.

Pendant longtemps, les usagers cherchaient à avoir l'ordinateur le plus puissant et se souciaient peu du système d'exploitation. Puis une transition s'est produite et ils ont cessé de se préoccuper d'avoir un ordinateur ou un autre et ont cherché à avoir le système d'exploitation le plus performant : les ordinateurs ayant beaucoup progressé, le facteur limitant était devenu, non l'ordinateur, mais le système d'exploitation.

Il est rétrospectivement difficile d'imaginer qu'IBM n'ait pas vu cela, de même qu'il est difficile d'imaginer que *Microsoft* n'ait pas vu que les outils d'accès au Web devenaient plus importants que les systèmes d'exploitation et les logiciels de bureautique, ou que *Google* n'ait pas vu que la possibilité de publier sur le Web devenait plus importante que celle d'y accéder.

Du fait de cette incapacité à anticiper ces transformations, ces géants, même quand ils remportent toute la mise, sont des colosses aux pieds d'argile, rapidement remplacés par d'autres.

Au fait, comment se nommait cette plateforme de publication sur le Web dans les années 2010 ? Mais si... souvenez-vous... avec son interface vieillotte et ses « amis » en nombre...

Gilles DOWEK est chercheur à l'Inria et membre du conseil scientifique de la Société informatique de France.

CABINET DE CURIOSITÉS SOCIOLOGIQUES chronique de Gérald Bronner

Qui marche sur la Lune ?

La photographie d'un « homme » marchant sur la Lune a animé la communauté des internautes. Notre capacité à reconnaître des formes et des visages humains partout, héritée de nos ancêtres, en serait la cause.



L'homme a marché sur la Lune : pas de doute sur ce point, malgré quelques théories insensées prétendant le contraire. Cet homme s'appelait Neil Armstrong et il fit « un pas de géant pour l'humanité ». La question est ici différente : y a-t-il à l'heure où vous lisez ces lignes un homme se promenant tranquillement sur notre satellite naturel ? C'est une question que certains de nos concitoyens ont cru devoir poser à la vue d'une photo troublante obtenue grâce à *Google Moon* (un service qui permet de voir des images de la Lune fournies par satellite) : la silhouette d'un individu cheminant sur le sol lunaire.

Cette apparition mystérieuse a bien entendu fait le tour du Web, entraînant dans son sillage son lot désormais habituel d'élucubrations. Finalement, nous n'avons pas beaucoup changé depuis le XIX^e siècle où le *New York Sun* publia un canular connu sous le terme de *Moon hoax* affirmant que des observations faites par télescope avaient permis d'apercevoir des formes de vie humanoïdes sur la Lune.

Une observation méthodique a montré que ce marcheur lunaire n'était rien d'autre que la projection d'une ombre de cratère. Cette confusion vient d'un phénomène connu sous le nom de paréidolie qui vient du grec *para* (faux), et *eidolon* (apparence), et qui qualifie notre capacité à voir des éléments formels dans ce qui n'est qu'informel, par exemple des animaux ou des visages dans des nuages ou des taches sur un support.

Ces phénomènes suscitent, un peu partout sur la planète, de curieuses proces-

sions. Ainsi, sous une autoroute de Chicago, des milliers de pèlerins se massent depuis que, selon eux, l'image de la Vierge Marie serait apparue sur un mur de béton. Cette forme n'est qu'une combinaison de taches diverses, mais elle n'en inspire pas moins la dévotion. Et que dire de l'engouement suscité, à Clearwater en Floride, en 1999, par l'apparition de la Vierge sur la vitre d'un building et qui attira un million de personnes ?

La capacité à percevoir des formes dans la production de phénomènes aléatoires est une disposition constante de l'esprit humain qui pourrait être un héritage biologique d'un

Quand la technologie se met au service de nos réflexes les plus ancestraux, l'homme préhistorique refait son apparition...

temps où elle constituait un avantage sélectif face à un ennemi ou un prédateur. Elle permettait, par exemple, de distinguer un homme ou un animal à l'affût dissimulé dans un bosquet. Ainsi, dans un contexte hostile, mieux vaut avoir trop d'imagination que pas assez, et anticiper des dangers... qui n'existent pas. Ceux, parmi nos ancêtres, qui étaient dotés de cette imagination du pire avaient plus de chances de survivre que les autres.

Mais, aujourd'hui, ce réflexe dont nous avons hérité est devenu encombrant dans une société qui produit de plus en plus d'images. La probabilité que le hasard engendre des formes qui paraîtront signifiantes à l'esprit victime de paréidolie

dépend du nombre d'images disponibles. Cet esprit considérera que ces formes (le visage d'un barbu qu'il prendra pour le Christ, par exemple) sont trop improbables pour avoir été produites par le hasard.

Ce raisonnement confond les catégories du particulier et du général. En d'autres termes, il est vrai qu'une tache de graisse ou d'humidité a une chance infinitésimale de former quelque chose qui ressemble au visage de la Vierge ou à la silhouette d'un homme marchant sur la Lune. Toutefois, il est faux de considérer que la chose est impossible. Elle devient même banale si l'on considère le

nombre colossal de taches d'humidité qui se forment chaque jour dans le monde, et que l'on met à disposition de tous des outils susceptibles de les repérer. Ainsi, chaque année, le hasard produit des figures qui, en raison des dispositions naturelles de l'homme à

percevoir du sens dans ce qui n'en a pas ou des formes dans l'informe, sont interprétées comme des signes. Ici, c'est le Christ, là le Bouddha ou Lénine, selon la sensibilité de chacun. Quand la technologie se met au service de nos réflexes les plus ancestraux, l'homme préhistorique refait son apparition dans notre contemporanéité. Et un mauvais réflexe fait alors une bonne histoire, ou une bonne photo que partagent des centaines de milliers d'internautes...

Gérald BRONNER est professeur de sociologie à l'Université Paris-Diderot.

Voir : <http://www.mirror.co.uk/news/world-news/who-man-moon-strange-figure-4044903>

DÉCRYPTER LE CERVEAU : les outils du XXI^e siècle

Rafael Yuste et George Church

**Comment le cerveau produit-il nos pensées
et nos émotions ? Pour le comprendre, les scientifiques
devront disposer d'outils permettant de scruter
l'activité des circuits cérébraux neurone par neurone.**

Malgré un siècle de recherches actives, les scientifiques ignorent toujours ce qui se passe dans l'organe de moins d'un kilogramme et demi qui est le siège de toute activité consciente humaine. Beaucoup ont essayé de s'attaquer à ces questions en examinant les systèmes nerveux d'organismes plus simples. En fait, 15 années se sont écoulées depuis que les chercheurs ont cartographié les connexions de chacune des 302 cellules nerveuses du nématode *Caenorhabditis elegans*. Pour autant, le schéma de câblage de ce minuscule ver n'a pas permis de comprendre comment ces connexions donnent naissance à des comportements même rudimentaires, tels que l'alimentation et la reproduction.

Chez l'homme, la difficulté rencontrée pour établir un lien entre anatomie et comportement est encore plus grande. Les médias font régulièrement état d'imageries cérébrales montrant que des zones particulières du cerveau s'activent lorsqu'on se sent rejeté, lorsqu'on parle une langue étrangère, etc. Ces annonces peuvent donner l'impression que les techniques actuelles fournissent de nouvelles connaissances fondamentales sur le fonctionnement du cerveau. C'est une fausse impression.

Un exemple notable de cette illusion est une étude récente largement médiatisée, où l'on a identifié une cellule cérébrale particulière qui a émis un signal électrique en réaction à la vue du visage de l'actrice américaine Jennifer Aniston. Bien qu'ayant fait sensation, la découverte du « neurone Jennifer Aniston » ne nous avance pas beaucoup. Nous sommes toujours dans la plus totale ignorance de la façon dont les impulsions

L'ESSENTIEL

- Le cerveau et son fonctionnement restent l'un des grands mystères de la science.
- De nouveaux outils, permettant d'analyser le fonctionnement de circuits formés d'une multitude de neurones, sont nécessaires pour progresser.
- Plusieurs techniques d'enregistrement ou de contrôle de l'activité de circuits cérébraux entiers commencent à voir le jour.
- Des projets de grande envergure sont dévolus à cet aspect, notamment l'initiative BRAIN aux États-Unis.

Bryan Christie