

La modélisation : pourquoi la Lune ne tourne pas autour de la Terre ...

- Publié le 18 février 2021



Laurent Gouzènes

KM2 Conseil : Intelligence Artificielle, Cartographie et Gestion de connaissances, CIR
[31 articles](#) Suivi

C'est sûr que vu comme cela, c'est pas évident une telle affirmation. Et pourtant , il suffit de répondre (correctement) à la question "**qu'est ce qui attire le plus la Lune, le Soleil ou la Terre ?**".

(on a tellement parlé de modèles avec le covid, qu'il fallait un peu discuter le sujet !)

Notion de modèle

La modélisation a pour but la compréhension de systèmes, de leurs évolutions et des possibilités de contrôle et/ou d'optimisation. Un modèle est une description d'un système dans un langage.

On peut identifier 3 étapes de la modélisation :

1. Le **modèle discursif et phénoménologique**. Il s'agit de décrire l'objet et son comportement en langage naturel [\[1\]](#). Ce qu'on peut voir, observer, déduire, les leviers d'actions, etc. Le modèle discursif est l'outil de communication compréhensible par l'ensemble de la population.

Par exemple, le modèle discursif de la gravitation consiste à dire :

1. « Tous les corps s'attirent »,
2. « Plus les corps sont lourds, plus ils attirent les autres »,
3. « Plus les corps sont proches, plus ils s'attirent ».

Le modèle discursif ne permet pas de savoir si un corps lourd et lointain attire plus ou moins qu'un objet léger et proche.

2. Le **modèle mathématique** : Le modèle mathématique correspond à la description d'un ensemble de variables, fonctions et mécanismes mathématiques décrivant le système en

langage mathématique [2]. Le modèle mathématique permet de comprendre les difficultés intrinsèques du système. Plusieurs facettes d'un système peuvent être décrites par des modèles mathématiques différents.

Par exemple, le modèle mathématique de la gravitation va utiliser par exemple l'équation de Newton : $F = G M_1 M_2 / d^2$, en fonction des masses M_1 et M_2 de 2 objets et leur distance d . Ce modèle permet de prévoir les formes elliptiques ou paraboliques des trajectoires. Il ne suffit pas à faire des calculs précis car il n'y a pas les paramètres physiques (masse des planètes, distances, etc).

Le modèle mathématique requiert une qualification importante pour être développé et compris. Il peut y avoir plusieurs modèles mathématiques pour un même système, selon les simplifications considérées. Dans le cas de la gravitation, il y a aussi la théorie d'Einstein qui offre un autre concept d'espace-temps.

Reprenons nos calculs, notons F_s la force d'attraction du Soleil sur la Lune, F_t la force de la Terre, M_s la masse du Soleil, M_t la masse de la Terre, M_l la msse de la Lune, D_t la distance de la Terre à la Lune et D_s la distance de la Lune au Soleil. On compare les 2 forces agissant sur la Lune ($F_s > F_t$?), et en simplifiant l'équation, on obtient ($M_s/M_t > (D_t/D_s)^2$?).

Une jolie équation mathématique, mais là on ne sait toujours pas.

3. Le **modèle numérique** : la connaissance des valeurs des paramètres et l'implémentation du modèle mathématique sous forme de code numérique permet de réaliser de nombreux calculs et d'en exploiter les résultats. Le code numérique permet de maîtriser la complexité liée au nombre et à la diversité des variables et des liens entre celles-ci (équations, tables...), la difficulté des calculs, et permet de développer des scénarii (*what-if*) et analyses de futurs possibles en fonction des décisions envisagées. Le code numérique est développé par des spécialistes, mais peut ensuite être mis entre les mains d'une population importante d'acteurs et de décideurs. Il tient ainsi un rôle clef de communication pour le pilotage de systèmes complexe et en gestion de crise. La collecte et l'interprétation des données issues du monde réel sont clefs dans cette étape.

Ces 3 niveaux de modèles sont évidemment liés profondément. La **qualité d'un modèle** est évaluée par sa précision de représentation du passé et de modélisation du futur. Il repose donc sur les **éléments de terrain et de réalité**, par le biais de **données** qui sont collectées et confrontées au modèle dans un contexte expérimental en premier lieu, puis utilisées pour l'aide à la décision ensuite.

Bon là, grâce aux astronomes (et Google), on trouve les données suivantes :

- $M_t = 5,972 \times 10^{24}$ kg et $M_s = 1,989 \times 10^{30}$ kg
- $D_s = 150\,000\,000$ km et $D_t = 384\,000$ km

donc : **$R = (M_s/M_t) (D_t/D_s)^2 = 2,19$: le Soleil attire 2 fois plus la Lune que la Terre.**

On a fait une petite approximation, en considérant que la distance Lune-Soleil était constante : on vérifie que prendre une distance D telle que $D_s - D_t \leq D \leq D_s + D_t$ ne change pas le raisonnement (ouf !).

Conclusion

La Lune tourne autour du Soleil en premier lieu, et la force d'attraction avec la Terre fait que les 2 corps orbitent simultanément autour du Soleil.

Plus précisément, les 2 corps tournent autour de leur centre de gravité commun, à savoir un point qui est entre les 2 corps et à 4700 km du centre de la Terre, presque en surface, cf [ici pour plus de détails](#)), les 2 corps se déplacent. Si on dessinait l'orbite de la Terre et celle de la Lune autour du Soleil sur un écran, on aurait 2 ellipses superposées et indiscernables à l'oeil au niveau du pixel.

Est ce que cela a changé votre modèle cognitif ?