

ANTIGRAVITATION mythe ou réalité ?

RÉMI SAUMONT



L'antigravitation est en soi un sujet sulfureux. Loin des « combinaisons anti-g » que l'on trouve dans les livres de science-fiction, Rémi Saumont nous donne ici un long rappel historique du problème ; il en discute ses difficiles conséquences en analyse dimensionnelle. Il raconte aussi comment il en est venu à s'intéresser à ce problème et présente le dispositif expérimental qu'il a mis au point initialement pour étudier la force longitudinale d'Ampère et qui lui a permis de mettre en évidence une anomalie gravitationnelle. La dégravitation indispensable aux voyages interstellaires sera-t-elle un jour possible ? Même si elle reste encore à l'état de mythe, c'est un sujet qui, lorsqu'il est abordé rigoureusement comme c'est le cas ici, peut incontestablement faire avancer la science. Le vol humain et la conquête spatiale ne sont-ils pas restés des mythes pendant des siècles, avant de devenir réalité ?

Rémi Saumont (directeur de recherches honoraire), 9 Villa Saint-Georges, 92160 Antony.

Echapper à l'attraction terrestre est une aspiration très ancienne et la littérature ainsi que les inscriptions des monuments antiques se sont souvent faites l'écho de légendes d'hommes ou de créatures volantes. Mercure, messenger des Dieux grecs, était représenté avec des ailes aux pieds et l'on peut même remonter au temps de l'Égypte ancienne pour trouver des images de personnages ailés, comme celle qui figure dans la pierre d'un bas-relief conservé dans le département des antiquités égyptiennes du Musée du Louvre.

Plus près de notre époque, c'est surtout à partir du XVII^e siècle qu'est apparue une floraison de récits plus ou moins mythiques et de projets dont certains préfiguraient les réalisations des « machines volantes » qui ont suivi. Dans beaucoup d'entre eux, il n'était question que de voyages dans les airs mais, pour quelques-uns, ce voyage se prolongeait dans l'espace comme dans *L'homme dans la Lune*, un roman de l'Anglais Godwin qui semble avoir inspiré Savinien de Cyrano dit de Bergerac (1619-1655) dans ses récits intitulés *Voyage dans la Lune* et *Histoire comique des Etats et Empires du Soleil*. Ce qui est remarquable dans les écrits de Cyrano, c'est que l'on y trouve traitée expressément la propulsion d'une de ses machines par des fusées.

Un siècle plus tard, la réalisation concrète de ce mode de propulsion, à une échelle dépassant de beaucoup celle de la fusée d'artifice (utilisée depuis la Chine antique), fut effectuée pour la première fois en 1806 à Marseille par l'artificier Claude Ruggieri. Grâce à un chapelet de ces fusées, il enleva à plus de 200 mètres de haut un mouton vivant en le faisant ensuite retomber en douceur au moyen d'un parachute.

Cependant, que ce soit en utilisant le principe d'Archimède appliqué au milieu aérien pour les ballons ou que ce soit en utilisant la propulsion par réaction des fusées, la lutte contre la pesanteur ne faisait qu'en contrebalancer les effets sans la modifier un tant soit peu. Le principe de l'avion – « le plus lourd que l'air » – d'un usage si répandu maintenant n'a pas fait exception à cette règle de telle sorte que, à notre époque encore, on ne sait lutter contre la pesanteur qu'en lui opposant

des forces d'une autre nature que la sienne propre, ce qui ne va pas sans poser de délicats problèmes d'ordre dimensionnel comme nous le verrons plus loin.

Ce qui différencie le mode de propulsion par réaction de tous les autres (appliqués aux plus légers ou aux plus lourds que l'air), c'est qu'il fonctionne dans le vide (et d'ailleurs mieux dans le vide que dans l'air). Il a ainsi permis, depuis maintenant presque cinquante ans, la naissance et le développement de l'aéronautique qui, encore à la fin des quarante premières années de ce siècle, apparaissait tenir plus de la fiction lointaine que de la réalité sérieusement envisageable.

Comme l'expérience le montre, les rêves des pionniers se réalisent maintenant beaucoup plus rapidement que ne l'imaginaient leurs contemporains. Notre époque abonde en faits de ce genre : ce fut le cas pour le radar, les antibiotiques, les centrales nucléaires, le transistor, la télévision, les missiles intercontinentaux, le TGV, les greffes d'organes, l'informatique, le génome, etc.

Rien, à l'examen superficiel, ne semble donc limiter la rapidité de l'évolution technologique qui tend à prendre un caractère exponentiel.

Il est cependant un domaine, outre celui de la fusion nucléaire contrôlée, dans lequel l'industrie de l'homme semble encore piétiner et cela depuis trente ans, c'est celui des voyages interplanétaires qui, pourtant au départ, ont débuté en feu d'artifice (au sens figuré comme au sens propre). Durant les années 60, on est passé en peu de temps du Spoutnik rudimentaire au voyage sur la Lune et même, pour les robots, aux voyages aux confins du système solaire. Cependant, de nos jours, on utilise toujours les mêmes techniques qui sont tellement coûteuses que l'on n'est même plus capable financièrement de rééditer les exploits du passé et, par exemple, de coloniser la Lune.

En ce domaine, le progrès est bloqué par un ennemi apparemment irréductible : le poids. Le poids qui est la manifestation tangible d'un phénomène étudié depuis l'Antiquité, et défini et codifié sous une forme générale il y a plus de trois siècles par Newton sous le nom de « gravitation ».

C'est une réalité qui n'a pas

↗ échappé à un auteur rendu célèbre par ses anticipations audacieuses au début du xx^e siècle, H.G. Wells (1866-1946). Dans son roman *Les premiers hommes dans la Lune*, ce n'est pas à un moteur fusée qu'il fait appel, ni comme Jules Verne à un canon gigantesque (voir mon article dans le numéro de *Fusion* de janvier-février 2000), mais à un procédé plus subtil, peut-être inspiré par la théorie de Lesage⁷. Il s'agit d'écrans mobiles faisant obstacle à l'action de la gravitation dans une direction donnée et constitués par une substance nouvelle, la « Cavorite » – du nom de son inventeur Cavor, le héros du livre.⁵

Il semble donc, comme l'avait pressenti Wells, que si un jour l'homme parvient à quitter son minuscule système solaire, ou même seulement parvient à l'explorer par lui-même, ce ne sera pas en utilisant des fusées qui dès maintenant montrent leurs limites, mais en maîtrisant l'intensité du phénomène gravitationnel.

Bien entendu, cette réalité incontournable n'a pas échappé non plus à quelques-uns de nos chercheurs contemporains pour qui le concept d'« antigravité », qui deviendra, comme nous le verrons, celui plus correct de « dégravitation », ne se résume plus à faire échec à cette force de gravité en lui opposant des forces d'une autre nature (et de dimension intrinsèque différente), comme les forces d'origine électromagnétique par exemple. Il s'agirait, au contraire, de définir par cette dénomination les éventuels procédés qui permettraient de modifier directement l'intensité de son action, bien que pour l'instant, sur le plan théorique, nos connaissances soient encore, il faut l'avouer, rudimentaires.

La gravitation

La notion d'une force de gravitation générale considérée comme régissant le mouvement des astres a donc été définie comme on le sait par Newton (1642-1727) qui l'a qualifiée d'« attraction universelle »² et cela pour mieux la distinguer de celle de pesanteur qui ne correspond qu'à des conditions locales du phénomène et pour laquelle seule comptait la force d'attraction de la Terre, à l'exclusion de celle dépendant du corps en chute libre qui est considérée comme négligeable.

Encadré 1

« Sans doute tous les corps qui tombent à travers l'eau ou le vide rare de l'air doivent accélérer leur chute à proportion de leur pesanteur ; car les éléments de l'eau et la nature de l'air subtil ne peuvent retarder également tous les corps, et cèdent plus vite à la pression victorieuse des plus pesants. Mais pour le vide, en aucun lieu, en aucun temps, il ne saurait se trouver sous aucun corps, sans continuer de lui céder, comme l'exige sa nature. Ainsi, tous les atomes, emportés à travers le vide inerte, doivent se mouvoir avec une égale vitesse malgré l'inégalité de leur poids. » *

Lucrèce, *De Natura Rerum*, Livre II, Reprise d'une assertion d'Epicure dans une lettre à Hérodoté.

* Nam per aquas quaecumque cadunt atque aera deoraum

Hace, pro ponderibus, casus celerare necesse est

Propterea quia corpus aquae naturaque tenuis

Aeris haud possunt aequae rem quamque morari :

Sed citius cedunt gravioribus exsuperata ;

At contra nulli, de nulla parte, neque ullo

Tempore, inane potest vacuum subsistere rei,

Quin sua quod natura petit concedere pergat,

Omnia quapropter debent per inane quiatum

Aequae ponderibus non aequis conceta ferri.

Nous verrons plus loin combien cette conception était restrictive et lourde de conséquences.

La pesanteur

Le phénomène de pesanteur entraînant la chute des corps pesants à la surface de la Terre est connu depuis les premiers temps de l'éveil de l'intelligence humaine et l'étude de ses lois remonte, semble-t-il, à l'Antiquité.

En effet, l'étude de la chute des corps a vraisemblablement été effectuée par Epicure (341-270 av. J.-C.), ainsi que l'indique le compte-rendu qu'en a fait Lucrèce (99-55 av. J.-C.) dans son livre *De Natura Rerum* (**Encadré 1**), de telle sorte qu'il y a quelque injustice à en attribuer le mérite au seul Galilée (1654-1642) depuis ses célèbres expériences de la tour de Pise.¹

Un corps d'épreuve attiré dans le vide par un astre est dit en chute libre. La vitesse qu'il atteint sous l'effet de l'accélération de la pesanteur ($V = G \cdot T$, où G est l'accélération et T le temps écoulé depuis le départ de la chute) ne dépend ni de son volume ni de sa masse considérée comme négligeable par rapport à celle de l'astre. Il est donc soumis à une accélération assimilée à une constante dont la valeur ne dépend que de l'intensité de la force d'attraction exercée par cet astre

et qui est fonction de la masse de celui-ci. En vertu de l'approximation ainsi admise, cette accélération ne détermine au sein du corps en question aucun des efforts de contraintes mécaniques habituellement provoqués par les forces motrices dans le mouvement accéléré, de telle sorte que pour un observateur lié à ce mobile et qui serait privé de repères extérieurs, l'accélération serait ignorée et un accéléromètre lié lui aussi au mobile n'enregistrerait rien. Il y a donc, en vertu de cette première approximation, identification du champ de gravitation local au champ d'inertie, et la dimension intrinsèque de la force de pesanteur est elle-même assimilée à celle de la force d'inertie. Une telle identification aurait été justifiée par les expériences de Galilée, Newton, Eotvos, Zeeman, etc.

On connaît depuis Newton la formule donnant l'expression de la force d'inertie, c'est-à-dire celle de la loi fondamentale de la dynamique :

$$F = M \cdot G = M L T^{-2}$$

La force d'inertie F s'exerçant sur un corps en mouvement rectiligne accéléré est égale au produit de sa masse M par l'accélération G , c'est-à-dire dimensionnellement au produit d'une masse multipliée par une longueur divisée par le carré d'un temps

Dans le processus de chute libre,

la force motrice de pesanteur est donc assimilée dimensionnellement à la force d'inertie ce qui conduit à admettre par approximation locale que le champ de pesanteur est un champ uniforme.

En termes d'équations de similitude, l'accélération étant considérée comme une constante, son échelle est égale à un, de telle sorte que l'échelle de force de pesanteur est alors assimilée à la seule échelle de masse. C'est la raison pour laquelle, dans le cadre de l'approximation ainsi faite, on a pu exprimer en physique les forces en kilogramme-poids et que dans les limites d'erreurs de meilleures déterminations expérimentales citées plus haut, on a admis que les masses inertes de tous les objets sont (tout au moins dans l'approximation considérée) proportionnelles à leurs masses pesantes.

Et toute la physique classique (prérelativiste) a été construite à partir de ces données élémentaires de mécanique fondamentale.

Dans le mouvement de chute, on considère donc que la force motrice s'applique de manière homogène à tous les éléments aussi petits soient-ils du corps ainsi accéléré, ce qui sous-entend qu'aucun de ces éléments ne joue un rôle d'écran à l'égard des autres. La force de pesanteur agirait ainsi selon un volume de l'espace tridimensionnel et de telle sorte que la matière du corps soumis à l'action du champ ne modifie pas la structure de celui-ci, ce qui veut dire qu'elle serait parfaitement « transparente » à l'égard du phénomène ainsi que l'avait déjà noté Newton dans ses *Principia*.²

Traitée d'une manière plus rigoureuse, cette assertion traduit le fait que les équations de gravitation sont des équations non linéaires puisque, dans le cas de la pesanteur, la structure du champ ne dépend que de celle de sa source.¹³ Dans le cas de la pesanteur terrestre, le volume de l'astre est suffisamment grand pour qu'à l'échelle micro locale les lignes de champ soient censées être engendrées à partir d'une surface plane : elles sont donc parallèles et le demeurent au sein du corps en chute.

Cette caractéristique à l'égard de la matière est particulière au champ de pesanteur considéré comme champ moteur du mouvement.

L'électrodynamique et son éventuelle implication gravitationnelle

Il en va différemment, par exemple, en ce qui concerne les champs électrique ou magnétique. En effet, les équations du champ électromagnétique sont des équations linéaires¹³ et la matière des corps accélérés au moyen de ce type de champs modifie, par sa présence, la répartition des lignes du champ qui lui est appliqué.

Il résulte de ceci que, dans ces conditions, la matière, du fait de la manifestation en son sein d'attractions et de répulsions électriques, joue un rôle d'écran. L'expérience a montré que dans un tel cas, qui est celui de tous les mouvements provoqués par les moteurs que notre technologie sait réaliser (machines à vapeur, moteurs à explosion, moteurs électriques, fusées, etc.), l'effort de propulsion s'exerce toujours non pas selon un volume, comme pour la pesanteur, mais selon des sections. Newton avait déjà noté ce fait quand il parlait des « causes mécaniques » pour les distinguer des « causes gravitationnelles » (*Principia*, livre troisième, scholie général, pp. 178-180 du tome II).

L'expérience confirme la véracité de cette analyse qui a été reprise par Eddington dans son livre *Espace, temps et gravitation*.⁹ C'est le cas caractéristique du pilote d'avion soumis à une accélération importante au moment du catapultage de son appareil sur un porte-avions. La force propulsive transmise par le dossier de son siège ne s'applique directement qu'aux molécules de son dos. Son corps est alors le siège de contraintes mécaniques propagées qui aboutiraient à sa destruction si l'accélération devenait trop élevée. Une décélération produit, au sein d'un mobile qui y est soumis, le même genre de contraintes mécaniques, si elle est par exemple provoquée par un choc. Là encore, il y a contraintes propagées parce que ce sont des forces résistantes à caractère électrique qui sont mises en jeu et qui, par conséquent, n'interviennent directement que selon des sections pour s'opposer aux forces

d'inertie qui, elles, interviennent globalement selon un volume.

Ce genre de faits expérimentaux conduirait à attribuer aux forces d'ordre électromagnétiques une dimension intrinsèque différente de celle attribuée aux forces de pesanteur ou d'inertie. Toutes conditions étant égales par ailleurs, elles croissent comme le carré de la dimension linéaire du système considéré alors que les forces de pesanteur croissent dans les mêmes conditions comme le cube de cette dimension.

J'ai montré d'autre part²⁶ (chapitre IV, p. 63) que, dans la formulation dimensionnelle intrinsèque de ces forces électromagnétiques, il faut aussi faire figurer la densité, de telle sorte que leur équation aux dimensions est : $F_e = D L^2$, alors que l'équation aux dimensions des forces de pesanteur ou d'inertie est : $F_i = D L^3$

Le traitement du système dimensionnel qui en découle montre alors que ce système, dont la base est réduite à deux unités primaires, est le seul qui répond aux données de la relativité restreinte (**Encadré 2**), ainsi que je l'ai indiqué dans mon livre *Analyse dimensionnelle et similitudes en physique fondamentale*. (voir à ce propos mes articles sur la généralisation de la physique parus dans *Fusion* n° 59, 60, 61)

C'est pour une raison de simplification qu'en physique prérelativiste on avait convenu d'attribuer la même formule dimensionnelle à toutes les forces quelle que soit leur origine, en l'occurrence la dimension de la force d'inertie : $M L T^{-2}$. Il s'agit là d'une unification approximative qui n'a pu être utilisée qu'en introduisant dans les équations, pour des impératifs d'homogénéité, ces fameuses constantes dimensionnées dont on a tellement abusé.

En opérant de cette façon, on occultait toutes les questions tenant à l'hétérogénéité dimensionnelle réelle des différents types de forces. C'est ainsi, par exemple, que l'on ne sait pas bien expliquer pourquoi (et pour beaucoup de physiciens, on s'en moque) les actions pondéromotrices d'origine électromagnétiques n'intéresseraient que des sections et, surtout, on ne sait pas si ces sections en principe bidimensionnelles pourraient avoir une « épaisseur » et si oui laquelle (ce qui conduirait peut-être à leur attribuer une dimension géo-

↳ métrique fractionnaire, et donc fractale, supérieure à deux). En fait, un tel problème est considéré comme marginal et n'intéresse que les « fous » s'occupant d'antigravité. En effet, si épaisseur il y avait, cela voudrait dire que l'action de nature électromagnétique peut provoquer un embryon d'intervention de type gravitationnel, ce qui, comme nous le verrons, pourra correspondre à la réalité observable.

Se poser de telles questions montre l'intérêt que peut présenter une

plus grande géométrisation de la physique, ainsi que le préconisait, entre autres, René Thom (Médaille Field 1958).

On voit donc quel rôle d'étouffoir a pu jouer et joue encore l'adoption en physique d'un système dimensionnel à trois unités primaires.

L'exemple le plus caricatural en est celui de la loi de Coulomb (1736-1806) pour laquelle on n'a pu prendre en compte que des charges ponctuelles, c'est-à-dire à densité électrique infinie, ce qui est stupide.

C'est un genre de problème que l'on rencontre trop souvent en physique, celui qui peut conduire à la nécessité d'effectuer ce que l'on appelle pudiquement une « renormalisation ».

La gravitation universelle

La loi d'attraction universelle de Newton, qui rend compte de l'interaction de gravitation, est l'homologue de la loi de Coulomb

Encadré 2 - Principaux systèmes dimensionnels et leurs relations de similitude

		Systèmes traditionnels		Systèmes à base réduite			
		CGS, MKS, etc.	Electromagnétisme et inertie	Inertie et pesanteur	Inertie et gravitation	Electromagnétisme	
						Inertie	Gravitation
Base dimensionnelle			RELATIVITE RESTREINTE	RELATIONS DE FROUDE	SYSTEME ASTRONOMIQUE	RELATIVITE GENERALE	
Echelles de...		Longueur Masse Temps	Longueur (Masse volumique)	Longueur (Masse volumique)	Longueur (Masse volumique)	Longueur	
Longueur	λ	λ	λ	λ	λ	λ	
Force	φ	$\mu\lambda\tau^{-2}$	$\delta\lambda^2$	$\delta\lambda^3$	$\delta^2\lambda^4$	1	
Temps	τ	τ	λ	$\lambda^{1/2}$	$\delta^{1/2}$	λ	
Masse	μ	μ	$\delta\lambda^3$	$\delta\lambda^3$	$\delta\lambda^3$	λ	
Masse volumique	δ	$\mu\lambda^{-3}$	δ	δ	δ	λ^{-2}	
Vitesse	β	$\lambda\tau^{-1}$	1	$\lambda^{1/2}$	$\delta^{1/2}\lambda$	1	
Accélération	γ	$\lambda\tau^{-2}$	λ^{-1}	1	$\delta\lambda$	λ^{-1}	
Impulsion	χ	$\mu\lambda\tau^{-1}$	$\delta\lambda^3$	$\delta\lambda^{7/2}$	$\delta^{3/2}\lambda^4$	λ	
Energie	ε	$\mu\lambda\tau^{-2}$	$\delta\lambda^3$	$\delta\lambda^4$	$\delta^2\lambda^5$	λ	

C'est la nécessité de rendre compte des efforts de contrainte apparaissant au sein des corps accélérés par des moyens autres que gravitationnels qui conduit à attribuer aux forces motrices ou résistantes (de nature électromagnétique) la dimension intrinsèque : $D L^2$. (Voir références 26 et 38.) La prise en compte de la relation $F_0 = D L^2$ comme relation dimensionnelle primaire, au même titre que celle pour l'inertie $F_i = M L T^{-2}$, conduit à la définition d'une base dimensionnelle réduite à deux unités primaires dont les équations de similitude, indépendantes de toutes conditions de référentiel, correspondent en tous points aux exigences de la relativité restreinte. En poursuivant dans cette voie, on aboutit par prise en compte dans la base de la relation d'attraction de Newton $F_g = D^2 L^4$, considérée comme relation dimensionnelle intrinsèque, à un système à base réduite à la seule longueur qui est celui de la relativité générale.

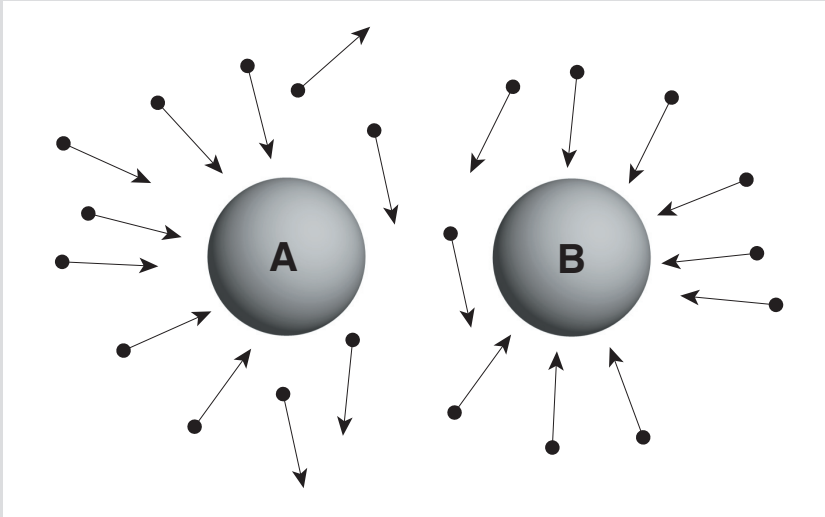


Figure 1. La théorie de la gravitation de Lesage. On suppose que l'espace interplanétaire est parcouru en tous sens par des corpuscules très ténus circulant à grande vitesse. Un corps matériel isolé A n'est pas affecté par les chocs de ces corpuscules car ils se répartissent également dans toutes les directions. Par contre, si un autre corps B est en présence du premier, chacun des deux corps joue le rôle d'un écran vis-à-vis de l'autre, de telle sorte que ces deux corps se trouvent poussés l'un vers l'autre en un mouvement relatif prenant la forme d'une attraction. Poincaré a fait la critique de cette conception dans son livre *Science et Méthode* en montrant son irréalisme. Marcel Doliguez a repris cette théorie en la modifiant de manière à la rendre plus plausible sans toutefois y parvenir de manière convaincante.

en ce qui concerne la gravitation générale. Contrairement à la loi de Coulomb, elle ne met en jeu que des attractions entre des « charges », les masses qui, elles, sont bien définies au niveau dimensionnel, de telle sorte que la détermination de la dimension intrinsèque de la force de gravitation générale est immédiate :

$F_g = D L^3 \cdot D L^3 \cdot L^{-2} = D^2 L^4$.

On constate donc que l'expression dimensionnelle de cette force est différente de celle de la force d'inertie. Il s'ensuit que le principe d'équivalence entre inertie et gravitation, à partir duquel a été développée la relativité générale, ne peut avoir qu'un caractère d'approximation locale, tout comme pour la pesanteur, mais à plus grande échelle cependant. C'est le défaut d'homogénéité dimensionnelle entre force de gravitation générale (en L^4) et force d'inertie (en L^3) qui entraîne la nécessité d'admettre pour cette relativité, à l'échelle cosmologique, l'existence d'une distorsion spatiale par rapport à la structure de l'eulclidien.

La relativité générale est une interprétation à caractère descriptif qui n'a que peu d'impact à l'échelle terrestre et ne renseigne en rien sur la nature de cette force de gravitation puisqu'elle revient à en nier l'existence en tant que telle en rejetant cette existence sur une déformation spatiale.

Curieusement pourtant, c'est en intégrant le relation d'attraction de Newton dans le groupe de la relation fondamentale de l'inertie et de celle de l'électromagnétisme que l'on aboutit à un système dimensionnel à base réduite à une unité primaire – la longueur – qui seul répond aux critères de cette relativité générale (**Encadré 2**). Ce n'est donc pas la loi d'attraction de Newton qui n'est pas valide, mais c'est l'utilisation de constantes dimensionnées qui se montre incapable de corriger, par rapport à l'eulclidien, l'hétérogénéité dimensionnelle intrinsèque des phénomènes mécaniques fondamentaux.

Cela montre à l'évidence que l'on n'a pas suffisamment tenu compte de

la géométrie en physique, discipline dans laquelle la validité des équivalences dimensionnelle dépend de la structure spatiale des grandeurs intéressées, de telle sorte qu'en ce domaine chaque équivalence doit être validée par ses conditions générales de similitude.

De nombreuses supputation ont été faite depuis Newton sur la nature profonde de la gravitation. Une des plus anciennes de ces théories est celle de Lesage (**Figure 1**) dont Poincaré a montré l'irréalisme dans son livre *Science et Méthode*.⁷ Marcel Doliguez en a repris le principe en 1965¹⁶, en attribuant aux « gravitons », ces particules ténues qui seraient responsables de l'effet gravifique, des vitesses supraluminiques très supérieures à la vitesse de la lumière et un libre parcours moyen de l'ordre des distances cosmologiques. Il est possible qu'il se soit inspiré des « *corpora prima* » de Lucrèce (encore lui) qui, selon cet auteur latin, se déplacent dans le vide « *en allant beaucoup plus vite que les rayons lumineux* » (« *multo citius quam lumina solis* », *De Natura Rerum*, II - 162).

De même que la relativité, la théorie de Doliguez fournit une explication et une méthode de calcul de l'avance des périhélie mais n'a pas fait, par contre, l'objet de développements ultérieurs.

Ces théories corpusculaires de la gravitation ont eu un certain nombre de défenseurs plus ou moins talentueux. L'un des plus bruyants, Marcel Pagès, auteur de nombreux brevets, a défrayé la chronique durant une cinquantaine d'années à partir des années 20. Son activité du genre « touche à tout » en matière expérimentale, a tout d'abord concerné ce que l'on a peut-être à tort appelé l'« électrogravitation ». A la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e, cette dernière a été l'objet des préoccupations d'un certain nombre d'ingénieurs et physiciens de renom comme Ducretet, Helmholtz, Ruhmkorff ou Lorentz, et qui aboutissait à l'expérimentation de la « dégravitation » (ou supposée telle) de disques tournants sous l'effet d'un champ produit par des machines électrostatiques et de condensateurs chargés à très haute tension.

Dans son éclectisme expérimental, Pagès, en collaboration avec Drouet, a aussi abordé les

techniques gyroscopiques censées permettre de construire des appareils s'affranchissant de la pesanteur. Il décrit dans son livre ²¹ (p. 23) un tel appareil qui ressemble étrangement à celui décrit dans un brevet anglais récent (**Encadré 3**).

Sa théorie consiste à considérer l'espace comme une atmosphère énergétique au sein de laquelle se trouvent les corps matériels en état de flottaison « archimédienne » (selon ses propres termes). Il est étonnant qu'une théorie aussi fruste ait pu éveiller un écho et faire l'objet d'articles parfois élogieux dans des revues d'aéronautique, d'astro-nautique ou de vulgarisation. Ainsi que le note Jean-Pierre Petit ³⁰, il est possible que la soi-disant dégravitation des disques tournants n'était qu'un effet aérodynamique dû à la plus ou moins grande rugosité de leur face supérieure conduisant à une dépression de l'air à ce niveau.

Comme autre volet des théories de dégravitation, nous avons donc une interprétation purement mécanique inspirée par les étonnantes propriétés des gyroscopes ou encore par les possibles entorses au troisième principe de Newton, c'est-à-dire la loi sur l'égalité de l'action et de la réaction (voir à ce propos l'article exhaustif de Patrick Cornille ⁴²).

On sait depuis pratiquement les origines de la mécanique qu'un corps ne peut pas de lui-même, en vertu du principe de conservation du mouvement de Galilée ¹, modifier son état cinétique de translation. En termes plus explicites, le centre de masse d'un système isolé ne peut pas être mis en mouvement par des forces internes (une fusée ne peut pas être considérée comme un système isolé puisqu'elle cède des éléments pondéraux au milieu qu'elle traverse). Si une telle action pouvait être effectuée, cela reviendrait à admettre la possibilité du mouvement perpétuel. Mais, à ce propos, il est intéressant de faire une comparaison entre un mouvement de translation et un mouvement de rotation qui a, lui aussi, par définition un caractère cinétique (**Figures 2 et 3**).

On constate en effet que si un système isolé ne peut pas de lui-même (c'est-à-dire sans point d'appui) modifier le mouvement de translation de son centre de masse, il peut, étant considéré comme un système étendu, changer sans problème son

Encadré 3 - Brevet

(12) UK Patent Application (19) GB (11) 2 207 753 (13) A
(43) Application published 8 Feb 1989

<p>(21) Application No 8815022 (22) Date of filing 24 Jun 1988 (30) Priority data (31) 8714735 (32) 24 Jun 1987 (33) GB</p> <p>(71) Applicant David Raymond Morgan 91 Bodenham Road, Northfield, Birmingham, B31 5DR</p> <p>(72) Inventor David Raymond Morgan</p> <p>(74) Agent and/or Address for Service Shaw Bowker & Folkes Whitehall Chambers, 23 Colmore Row, Birmingham, B3 2BL</p>	<p>(51) INT CL. G01C 19/02</p> <p>(52) Domestic classification (Edition J): G1C 1B4 1D1 1D4 X</p> <p>(55) Documents cited GB A 2090404 GB 1535174 WO 86/05852 DE A 2416283</p> <p>(58) Field of search G1C Selected US specifications from IPC sub-classes F16H G01C</p>
---	---

(54) Force generating apparatus

(57) Apparatus for generating a directional force acting on a body, e.g. to provide lift to a vehicle, utilises gyroscopic effects and includes a sun rotor (10) which itself carries a plurality e.g. three balanced planet rotors (12), each of the planet rotors being carried in a respective gimbal yoke (14) so that the axes of the planet rotor lies in a respective plane radial to the axis of the main rotor, the yoke being selectively rotatable with respect to the sun rotor to alter the angle or attitude of the planet axes in unison in said plane from a park position at which all the rotor axes are parallel, said rotation of the yokes providing a resultant force acting directionally on the assembly, e.g. along the sun rotor axis, derived from the gyroscopic precessional and other vectors due to said angling of the planet rotor axes.

Fig. 1

The drawing(s) originally filed was (were) informal and the print here reproduced is taken from a later filed formal copy.

GB 2 207 753 A

orientation dans l'espace si cela ne change pas la position de ce centre de masse. Il le fait justement en utilisant le troisième principe de Newton ainsi que le montre les **figures 2 et 3**.

On rencontre là un exemple du caractère absolu des rotations qui a posé tant de problèmes aux physiciens car ce mouvement d'orientation peut se définir directement par rapport aux étoiles dites fixes et dépend ainsi étroitement du principe de Mach considéré maintenant ¹¹ comme étant à la base des phénomènes d'inertie.

Un système isolé au point de vue électrodynamique, mais soumis à l'action d'un champ de gravitation, n'aurait donc aucune possibilité de

manœuvre à l'égard du champ entraînant son mouvement de translation alors qu'il n'en est pas de même à l'égard du champ d'inertie.

Tout ceci montre la nécessité de bien distinguer, malgré le principe d'équivalence, l'inertie et la pesanteur. Un exemple illustrera cette affirmation et il nous est fourni par un romancier, Jules Verne. ⁴ Le capitaine Servadac, dans le roman *Hector Servadac*, se trouve entraîné sur un planétoïde arraché à la Terre par le choc d'une comète. Compte tenu de sa petitesse, la pesanteur à sa surface n'est que le sixième de ce qu'elle était sur Terre, ce qui conduit l'auteur à expliquer que ce fait ne modifie en rien la marche de la montre du capitaine qui, réglée par la fonction-

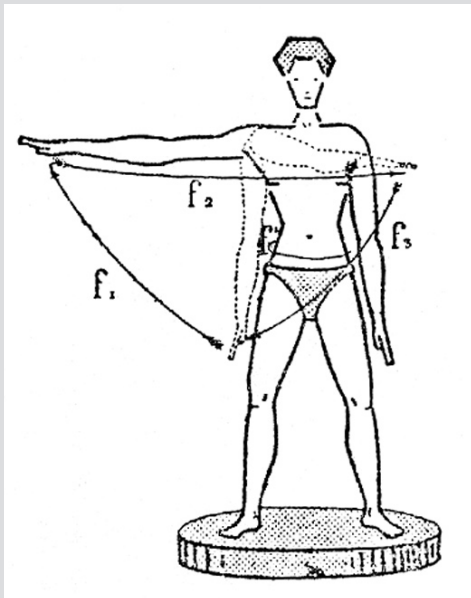


Figure 2. Un mobile dans le vide ne peut pas acquérir une vitesse de translation sans perte de substance (propulsion par réaction). Par contre, sans perte de substance, il peut modifier son orientation par rotation autour de son centre de masse ainsi que le suggère la figure.

L'opérateur se tient debout sur un disque mobile à axe vertical et il lève le bras droit dans un plan vertical pour l'amener horizontalement dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie de son corps, ce qui n'entraîne aucune rotation du système. Ensuite, il lui fait faire un balayage horizontal qui l'amène vers l'avant perpendiculairement à ce plan : le disque tourne par réaction dans le sens contraire. Enfin, l'opérateur laisse retomber son bras qui reprend sa position première sans entraîner de modification nouvelle du mouvement de rotation. Il lui suffit alors de répéter l'opération pour tourner aussi longtemps que le mouvement de son bras se poursuit. Bien sûr, si le sujet se trouvait en chute libre, sans aucun support, le mouvement de rotation serait plus complexe mais la mécanique montre que, même dans ce cas, le sujet pourrait s'orienter à volonté dans l'espace comme le fait le chat décrit dans la figure suivante.



Figure 3. Comme illustration de la figure 2, lorsqu'on laisse tomber un chat que l'on tenait suspendu ventre en l'air, on constate qu'il est capable de se retourner avant de toucher terre de manière à tomber sur ses pattes. Ci-dessus, l'expérience filmée par Marey de manière à montrer quel genre de mouvements l'animal effectue pour opérer cette rotation.

nement de son balancier à spirale, ne dépend que du moment d'inertie de ce dernier. Elle n'est donc en rien altérée par le changement de gravité. Ce ne serait pas le cas d'une horloge dont le fonctionnement est réglé à partir de la période d'oscillation de son balancier, qui est un pendule dont le fonctionnement dépend de l'intensité de la pesanteur.

Un autre genre de question vient aussi à l'esprit à propos du système en rotation cité plus haut : la rotation du sujet, entretenue comme il a été dit, ne correspondrait-elle pas à une augmentation de l'énergie interne du système, comme cela se passe pour un volant qui emmagasine sous forme cinétique l'énergie de rotation qui lui est communiquée ?

Evidemment, il n'en est rien puisqu'en vertu du troisième principe, ce mouvement de rotation doit

suivre fidèlement en sens inverse, dans l'exemple cité, la chronologie des mouvements du bras. Ce fait, cependant, ne laisse pas de poser quelques questions insidieuses supplémentaires : entre l'échelon action et l'échelon réaction, il existe un « mécanisme de transmission » qui ne saurait donner une réponse instantanée. Il y a donc nécessairement un décalage dans le temps (certes infime) entre le mouvement du bras et la réponse du reste du système, considérée par exemple au niveau du centre de masse. Il s'agit là d'une question délicate et certains chercheurs ont tenté de l'exploiter. Ce fut le cas entre autres de Norman Dean, dans son brevet de 1959¹⁴ portant sur la possibilité de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation. Il ne semble pas à ce jour que

son dispositif ait fait l'objet d'une quelconque application.

Le même sort est réservé aux nombreux brevets mettant en jeu des systèmes gyroscopiques comme celui de Pagès ou celui du brevet de l'**encadré 3**, et il ne semble pas que l'on puisse utiliser en quoi que ce soit les effets de cette sorte. L'effet de dégravitation d'un gyroscope décrit dans la publication²⁸ n'a pas pu être reproduit²⁹ et son existence a même été formellement infirmée par des chercheurs de Sèvres, en France, qui ont conclu à une erreur d'expérience. Dans un tel domaine, on se trouve même parfois à la limite du canular ce qui fut peut-être le cas du chercheur russe Podkletnov, auteur d'un appareil de « dégravitation » à anneau supraconducteur³⁷ dont on n'a plus entendu parler depuis la date de l'acceptation et de son

retrait précipité de la note le concernant auprès du *Journal of Physics D : Applied Physics*.

Un troisième volet des recherches sur la possibilité éventuelle d'agir sur l'état de gravitation ou d'inertie d'un corps ou d'un système, repose sur des connaissances plus récentes de la physique dans le domaine de la théorie des particules élémentaires et de l'électromagnétisme.

C'est, tout d'abord, le travail théorique d'Olivier Costa de Beauregard sur l'effet inertiel de spin datant de 1965-1967¹² et confirmé par l'expérimentation minutieuse de Charles Goillot.¹⁷ Il montre la possibilité d'obtenir un mouvement de translation à l'échelle particulière en contradiction avec le principe de la conservation du mouvement de Galilée. Pour l'instant, ce très beau résultat n'a pas mené à des réalisations pratiques à notre échelle.

Actuellement, et toujours dans le domaine particulier, se pose le problème de la masse des diverses particules qui constituent la matière. L'équivalence masse-énergie de la relativité est une constatation plus qu'une explication et l'on ne sait toujours pas de manière certaine quels sont les mécanismes intimes du phénomène gravitationnel qui permettent d'attribuer une masse au repos aux diverses particules comme par exemple les six quarks, les leptons (de faible masse) comprenant, outre l'électron, les neutrinos et aussi les bosons de jauge dont l'éventail des masses est si étendu qu'il va de la masse 0 du photon à celles de l'ordre des 80 GeV des bosons W et Z de la force électrofaible.

Ces bosons de jauge sont les particules d'échange intervenant dans les interactions et l'on ne comprenait pas bien la raison de la variété de leur masse. C'est ce qui a conduit Peter Higgs, au début des années 60, à prédire l'existence du mécanisme hypothétique qui porte son nom, c'est-à-dire celui qui dépendrait d'un champ scalaire fondamental. Celui-ci a servi de support *a posteriori* à la théorie électrofaible de Steven Weinberg et Abdus Salam et permettrait de comprendre pourquoi la force électromagnétique a une portée infinie (boson de masse nulle) alors que celle de la force faible est de l'ordre de la taille d'un proton ou d'un neutron (boson de très grande masse).

Le champ de Higgs ne se com-

Enacdré 4

Calcul simple montrant qu'il n'est pas irréaliste d'envisager la possibilité de mesurer une dégravitation même très faible, s'il s'avérait possible d'en provoquer une.

Soit deux corps en interaction gravitationnelle et de masses M_1 et M_2 , le deuxième ayant une masse incomparablement plus grande que le premier (cas de la Terre dans le phénomène de pesanteur).

Si, par dégravitation, la masse de M_1 diminue d'une très faible valeur m , cette masse devient $M_1 - m$.

Si la distance séparant les deux corps est supposée ne pas varier (cas de la pesanteur à la surface de la Terre), la force d'attraction entre les deux corps qui était $F_I = M_1 \cdot M_2$ devient : $F_{II} = (M_1 - m) \cdot M_2$.

Elle est diminuée de :

$$\begin{aligned} F_I - F_{II} &= M_1 \cdot M_2 - (M_1 - m) \cdot M_2 \\ &= M_2 (M_1 - M_1 + m) \\ &= M_2 \cdot m \end{aligned}$$

Une très petite variation de la masse du petit corps pourra donc être détectée puisqu'elle entraînera une variation importante et certainement mesurable de la force d'attraction.

Bien sûr, ce calcul présuppose qu'il puisse y avoir dissociation entre la masse considérée comme une charge gravitationnelle et la masse considérée comme une quantité de matière, ce qui serait la caractéristique d'une véritable dégravitation.

Un calcul semblable montre qu'une dégravitation de la Terre, même beaucoup plus importante que celle qui vient d'être envisagée, n'aurait par contre aucun effet décelable.

porterait pas de la même manière que les champs vectoriels (comme le champ électromagnétique ou le champ gravifique) car il tend à s'annuler pour les hautes énergies et c'est donc lui qui donnerait une masse élevée aux bosons W et Z. En fait, ce serait lui qui donnerait leur masse aux diverses particules, quarks compris, dans la mesure où ces particules interagissent avec lui, ainsi qu'a paru le confirmer en 1971 Gerard't Hooft. Ce serait donc parce que le photon n'interagit pas avec le champ de Higgs qu'il a une masse nulle et il en serait de même, il va de soi, de l'hypothétique graviton, la particule d'échange de l'interaction gravitationnelle. La théorie de Higgs serait validée par la découverte d'un boson superlourd que recherchent actuellement les physiciens spécialistes des hautes énergies.

Il s'agit là évidemment de recherches de pointe qui sont fort intéressantes sur le plan théorique car elles confortent la théorie du « modèle standard ». Cependant, il faut l'avouer, autant que l'on puisse en juger pour l'instant, elles ne mèneront pas en l'état à des progrès

dans la maîtrise pratique – c'est-à-dire à notre échelle – du phénomène gravitationnel.

De toutes manières, l'expérience nous a montré qu'en toutes circonstances et pour tous les types de phénomènes, nous ne pouvons avoir de prise sur le monde qui nous entoure que par l'intermédiaire de l'électromagnétisme ainsi que l'a si bien compris Eddington.⁹ Il nous dit : « *La physique moderne montre que la quantité de mouvement se communique d'un corps à un autre par bombardement moléculaire. On peut rendre visible ce mécanisme et «voir» les molécules transmettre le mouvement par quantités élémentaires à travers la surface du corps sur lequel on agit. [...] La sensation de poids, nous ne l'éprouvons pas quand nous sommes libres et que nous obéissons parfaitement aux ordres de la pesanteur, mais seulement lorsqu'on oppose quelque obstacle à notre chute... Littéralement il paraît vrai de dire que ce n'est pas la force de gravitation de la Terre que nous sentons mais bien le bombardement des semelles de nos chaussures par les molécules du sol.* » On ne peut être

plus clair !

Ceci est vrai non seulement pour la perception des forces de gravitation mais aussi pour celle des forces nucléaires ; ce n'est que parce qu'elles provoquent l'émission de rayonnements que nous pouvons prendre conscience de leur existence, et le moteur dit nucléaire de nos sous-marins, par exemple, n'est qu'une vulgaire turbine à vapeur qui ne peut fonctionner que parce que l'existence des forces dans les noyaux atomiques du « combustible » de la « chaudière nucléaire » provoque l'émission de particules susceptibles d'échauffer la matière qu'elles traversent.

Toutefois, à la différence des forces nucléaires pour lesquelles semble-t-il la géométrie ne joue pas un grand rôle, ce facteur géométrique revêt à l'égard de l'inertie, comme nous l'avons vu, une certaine importance pour l'électrodynamique et joue sans doute un rôle primordial à l'égard de la gravitation.

Il semble donc, à la lumière de ce qui vient d'être exposé, que le seul espoir que nous ayons d'agir sur les phénomènes gravitationnels repose sur l'existence d'un certain degré d'interdépendance géométrique entre cette gravitation et l'électromagnétisme qui est le seul type de phénomène que nous pouvons maîtriser directement.

En effet, il existe un certain nombre de constatations qui conduisent à admettre que la matière n'est pas aussi transparente à l'égard de la gravitation que le pensaient Newton et ses successeurs. Nous en avons un exemple avec la perturbation de l'oscillation du pendule paraconique de Maurice Allais³⁹⁻⁴¹ provoquée, semble-t-il, par un effet d'écran gravitationnel de la Lune durant les éclipses. Il est donc possible que nous soyons là en présence d'une authentique manifestation d'électrogravitation qui évoque l'espoir de déboucher à partir de l'électromagnétisme sur un contrôle des phénomènes gravitationnels.

À l'encontre d'une telle hypothèse, qui n'a certes pas l'aval des autorités en physique, il est un argument souvent avancé qui fait état de l'énorme disparité existant entre l'intensité des forces électromagnétiques et celle des forces de gravitation ; à l'échelle corpusculaire ce rapport est de l'ordre de 10^{40} (1

suivi de quarante zéros). Il est bien sûr moins élevé à notre échelle, fait qui tient surtout, hormis l'aspect dimensionnel, à l'existence pour l'électrodynamique des attractions et répulsions de type électrique. Il n'en demeure pas moins que notre technique réalise sans problème des moteurs capables de développer des forces de centaines de tonnes (comme la poussée des fusées), alors qu'à titre de comparaison la force d'attraction gravitationnelle qui s'exerce entre deux corps pesant chacun 1 000 kg et placés à 1 m de distance est de l'ordre de 6,7 dynes soit 0,007 gramme-masse.

On pourrait donc en conclure que, sur le plan expérimental, l'obtention et la mise en évidence d'éventuelles variations gravitationnelles sera pratiquement impossible à effectuer, puisqu'elles seraient masquées par l'importance des manifestations à caractère électromagnétique et que, de toutes manières, de telles variations, non explicables par la

Sur la non-équivalence de la masse inertielle et de la masse gravitationnelle

Benedetto Soldano est l'un des principaux chercheurs à avoir travaillé sur la violation de l'équivalence (qu'elle soit forte ou faible) entre masse gravitationnelle et masse inertielle. Il a notamment utilisé les données du satellite géodynamique Lageos, lancé par la Nasa en 1981, pour établir des cas précis de cette violation. Nous recommandons à ceux qui veulent se pencher plus avant sur cette question de lire son dernier ouvrage (*Non-equivalence, a key to unity*, Grenridge Press, Oak Ridge, 1997) où il développe l'idée que la non-équivalence permet d'unifier la physique du continuum avec la physique atomique quantique. On peut citer aussi un article de synthèse plus ancien, paru dans *International Journal of Fusion Energy* (Vol.3 n°3, juillet 1985) sous le titre « Gravitational Binding Mass Nonequivalence and the Foundations of Physics ». Précisons que ces écrits sont très techniques.

EG

physique à base dimensionnelle trois que nous utilisons, auraient une importance négligeable qui en interdirait toute application utile.

En raisonnant ainsi, on oublie le rôle que joue, dans le phénomène de pesanteur, l'énormité de la masse de la Terre par rapport à celle du corps d'épreuve. En effet, ce n'est pas à partir d'une attraction entre deux corps de 1 000 kg qu'il faut raisonner, mais à partir de celle existant entre un corps de 1 000 kg et une Terre dont la masse se chiffre en milliards de milliards de tonnes (5,98 que multiplie 1 suivi de vingt et un zéros). Dans ce cas, l'attraction est justement de 1 000 kilogrammes-masse, c'est-à-dire une valeur comparable à celle que nous savons attribuer au fonctionnement de nos moteurs, et c'est parce que la Terre exerce sur une fusée une attraction de plusieurs centaines de tonnes qu'il faut un moteur capable de développer une force d'intensité supérieure pour la faire décoller.

Il ne faut donc pas perdre de vue que la formulation de l'attraction de la pesanteur, contrairement à celle, classique, qui néglige le rôle du corps d'épreuve, est en réalité un produit mathématique de deux facteurs dont l'un a une grandeur immense par rapport à l'autre.

Dans le cas de l'attraction entre deux masses comparables, une petite variation de la masse de l'un des corps ne produit qu'une variation de faible importance de l'attraction globale, alors que dans le cas de la pesanteur, une petite diminution de l'état gravitationnel du corps d'épreuve – une « dégravitation » – se traduira, contrairement à ce que l'on pourrait supposer, par une diminution importante de la force d'attraction qu'il subit, ainsi que le suggère le calcul de l'**encadré 4**, un calcul au résultat d'apparence paradoxale mais cependant élémentaire et dont on ne s'était jamais soucié jusqu'ici, parce que, par une approximation simplificatrice fâcheuse et inadaptée, on négligeait le rôle de ce corps d'épreuve.

Faudra-t-il donc réviser certaines des notions fondamentales de la physique de nos pères comme, par exemple, celle affirmant l'identité de la masse considérée comme définissant la quantité de matière et de la masse considérée comme charge gravitationnelle ? Les dis-

tinguer permet d'aboutir à la définition de ce que l'on peut qualifier, par l'emploi d'un néologisme, de « dégravitation », et cela dans le cas où seule diminuerait la charge avec conservation de la masse d'inertie.

Nous sommes donc, semble-t-il, sur la Terre, contrairement à ce qui était admis jusqu'ici, dans des conditions extrêmement favorables à la détection d'éventuelles actions de dégravitation qui seraient susceptibles de produire des variations tout à fait mesurables des forces qui en résulteraient. Il faut donc contrairement à l'opinion couramment professée, considérer le couple « Terre-corps d'épreuve » comme un système hypersensible à toute variation même infime de l'état gravitationnel dudit corps.

Voilà qui pourrait donner de la substance aux hypothèses plus ou moins farfelues des tenants des lévitations en tout genre, dont un des précurseurs et non des moindres a été William Crookes.³

Une étude sérieuse d'un phénomène curieux

Cependant, il résulte de tout cela que l'indifférence ou les railleries dont les chercheurs s'occupant d'antigravitation ont fait l'objet, sont malvenues. Elles n'ont fait que dissuader beaucoup de scientifiques « sérieux » d'entreprendre des recherches valables sur un sujet considéré jusqu'ici comme « sulfureux ».

Pour ma part, à la vérité, l'attention que j'ai portée à ce genre de phénomène a eu une origine fortuite, car mes préoccupations scientifiques concernaient l'analyse dimensionnelle et les similitudes appliquées essentiellement à l'étude des phénomènes physiques considérés à une échelle supracorpusculaire et, en particulier, à l'étude dimensionnelle de l'électrodynamique.

C'est la raison pour laquelle une partie de mon activité a consisté à effectuer des recherches destinées à mettre en évidence la force longitudinale d'Ampère dans diverses conditions expérimentales, et surtout à en mesurer l'intensité ce qui n'avait jamais été fait jusqu'ici, et je n'envisageais nullement, au départ,

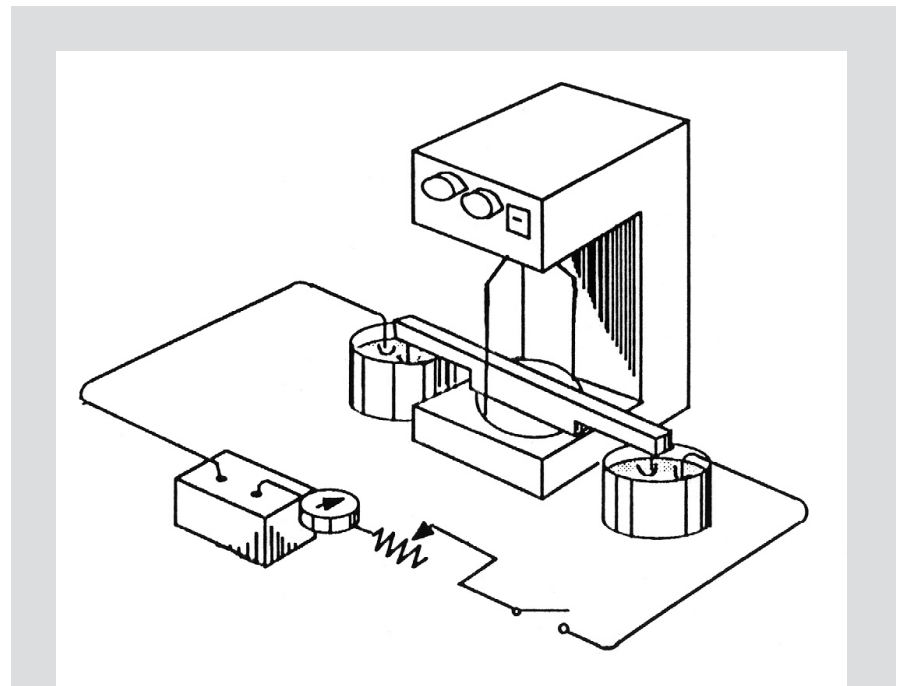


Figure 4. Dispositif d'étude des effets mécaniques du courant électrique dans un conducteur.

Le circuit est alimenté par un accumulateur et comporte un ampèremètre, un rhéostat et un interrupteur. Le fil de cuivre émaillé, noyé dans un support en polystyrène expansé placé sur le plateau, a ses deux extrémités qui plongent dans les bacs à mercure amenant le courant électrique. Sa partie horizontale mesure 13 cm. Son diamètre est de 0,7 mm. Ses extrémités, qui seules sont dénudées, sont planes, soigneusement polies et alignées.

La balance est du type mécano-optique. Le poids mesuré s'affiche sur un écran translucide situé en haut et à droite de l'appareil dont la sensibilité est meilleure que le dixième de milligramme. Le temps de réponse (amortisseur) est réglable.

On a vérifié au préalable que cette balance ne présente aucune déviation quand un fil de test fixe passant au niveau du plateau est parcouru par un courant de 100 ampères, ce qui n'est pas le cas pour les balances électroniques modernes qui sont à proscrire.

de m'occuper de dégravitation au sens défini plus haut.

Le dispositif que j'ai utilisé est décrit en **figure 4**. Il m'a permis de constater l'existence d'une force prenant naissance au sein d'un fil conducteur en cuivre (émaillé) parcouru par un courant électrique, et se manifestant perpendiculairement à ses extrémités soigneusement polies et plongées dans des récipients de mercure assurant le contact électrique. Le résultat des mesures effectuées montrait que cette force variait comme le carré de l'intensité du courant et atteignait, pour des diamètres du conducteur de l'ordre du millimètre, des valeurs de l'ordre de 5 milligrammes-force pour des courants d'une dizaine d'ampères

(**Figure 5**).

Je ne décrirai pas ici les précautions prises pour éviter l'intervention de phénomènes parasites (action de champs sur la balance qui était de type mécano-optique, échauffements, phénomènes de dilatation de boucle de type Biot et Savart, intervention d'une force de Laplace, de Lenz, etc.) ainsi que les différentes modalités des expériences ; elles sont décrites dans les notes figurant en bibliographie. Par contre, j'insisterai évidemment sur un phénomène d'allègement inexplicable que j'ai tout d'abord considéré comme parasite lui aussi, et qui progressivement est devenu pour moi le résultat le plus intéressant de ces recherches : un étonnant

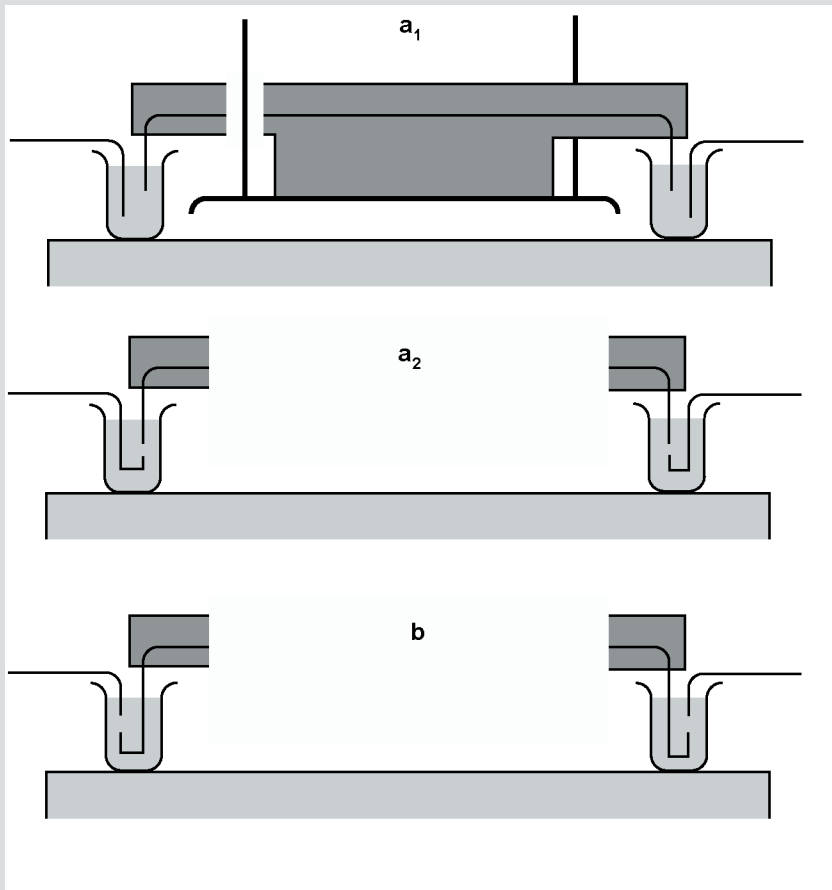


Figure 5. Schéma des premières dispositions utilisées. En bas, se trouvent les courbes d'allégement (a) et d'appesantissement (b) obtenues. En abscisse le courant exprimé en ampères, en ordonnée la variation de poids exprimée en milligrammes. Les configurations a_1 et a_2 ont donné les mêmes résultats.

processus d'allégement produit par le passage du courant dans le conducteur et qui s'est montré rebelle à toute tentative d'élimination.

J'ai effectué tout d'abord deux types d'expériences décrits par la **figure 5** et aboutissant respectivement à un allégement (configuration a_1, a_2) et à un appesantissement (configuration b), attribués exclusivement dans un premier temps à la manifestation de la force d'Ampère aux extrémités du fil. Curieusement, avec le fil d'une longueur horizontale de 13 cm utilisé primitivement, la valeur de la déflexion observée pour les différentes intensités testées a toujours montré une nette prédominance en valeur absolue de l'allégement apparent par rapport à l'appesantissement comme indiqué sur les courbes de la figure. J'ai alors soigneusement vérifié qu'il ne s'agissait pas d'un effet de type « Mongolfière » qui aurait pu être produit par un éventuel échauffement du fil.³²

Ce n'est donc qu'en raccourcissant la longueur de la partie horizontale de ce fil que les allégements ont diminué en grandeur absolue pour devenir presque identiques aux appesantissements, et cela pour une longueur irréductible de la partie horizontale de 2 cm (**Figure 6**). Ce sont les valeurs obtenues avec ce dernier montage qui correspondent à la manifestation de la force longitudinale d'Ampère, car il n'existe aucune raison valable de considérer que cette force puisse dépendre de la longueur du conducteur ainsi qu'il sera indiqué plus loin.

La poursuite de l'investigation concernant le surplus d'allégement a donc montré que, pour une même intensité électrique, il croissait linéairement avec la longueur du fil, ou plus exactement avec la distance séparant les points d'entrée et de sortie du courant dans le fil, car son remplacement par un conducteur contourné ne changeait rien.³² Un tel résultat conduisait alors à éliminer le rôle de tout effet « Mongolfière » mais, par contre, il conduisait aussi à supposer qu'il pouvait s'agir de l'action parasite d'un champ de type électromagnétique, champ magnétique terrestre, par exemple, ou champ électrique intervenant de manière fortuite.

Bien que le calcul ait montré que l'intensité du champ terrestre était trop faible pour produire l'effet

↗ observé, les investigations ont été faites en changeant systématiquement soit le sens du courant, soit l'orientation du système, soit le lieu des expériences, ce qui n'a rien changé non plus.

Certaines expériences ont même été effectuées de telle manière que l'entrée et la sortie du courant soient situées sur une ligne oblique voisine de la verticale, et ceci sans modification des résultats.³²

Afin d'être sûr que cet effet ne dépendait pas de la manifestation de la force longitudinale (une force en principe analogue à celle que produit la mise en série bout à bout de petits ressorts), les extrémités du fil émaillé ont été recourbées de manière à ce que leurs sections soigneusement polies soient rigoureusement verticales au sein du mercure et ceci de manière à ce que les effets à leur niveau s'annulent (**Figure 7**). Là encore, la force d'allègement s'est manifestée de la même manière : pratiquement nulle pour une faible distance entre les points

d'entrée et de sortie du courant, elle a cru linéairement avec la distance pour une intensité donnée et, pour une distance donnée, elle a cru, tout comme la force d'Ampère, comme le carré de l'intensité du courant ; pour un fil de 13 cm de longueur et pour un courant de 15 ampères elle est de 2,75 milligrammes.

Il s'agit donc là d'un phénomène curieux qui, à ma connaissance, n'a encore jamais été observé et qu'il convient d'analyser.

Le fil s'allège, certes, mais par rapport à quoi ? En fonction de quoi ? En effet, ce fil ne peut pas, semble-t-il, être considéré comme un système isolé mais, cependant, compte tenu des précautions prises, son allègement ne se fait pas par réaction du type champ électromagnétique à l'égard du dispositif d'alimentation électrique, par exemple, et il ne dispose pas non plus d'un point ou système d'appui matériel solide. Il ne peut même pas s'agir d'un appui dynamique du type modification de tension superficielle, par exemple,

apparaissant aux interfaces fil mercure, car dans les expériences sur la force d'Ampère³⁶, l'interposition de deux interfaces supplémentaires dans le circuit ne modifiait en rien la signification des résultats (**Figure 8**). Le fil est donc libre de se déplacer verticalement de même que son support solidaire du plateau de la balance dont c'est le mouvement, noté après amplification optique sur une échelle graduée, qui permet la mesure.

Dans ces conditions, peut-on appliquer au déplacement du fil vers le haut, le principe de l'égalité de l'action et de la réaction – le troisième principe de Newton ? Il y a bien action : le mouvement vers le haut, mais où est la réaction ? Si c'est au niveau du contrepoids de la balance, dans ce cas, il pourrait donc s'agir d'un effet gravitationnel comme celui qui intervient sur les poids placés sur chacun des plateaux d'une balance de Roberval au voisinage de l'équilibre.

Il convient donc de poursuivre

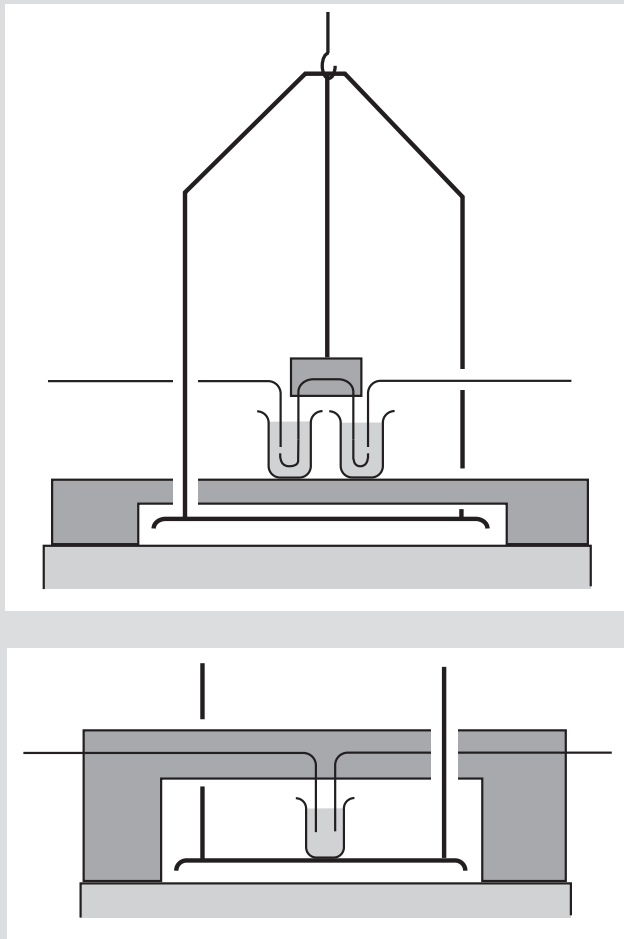
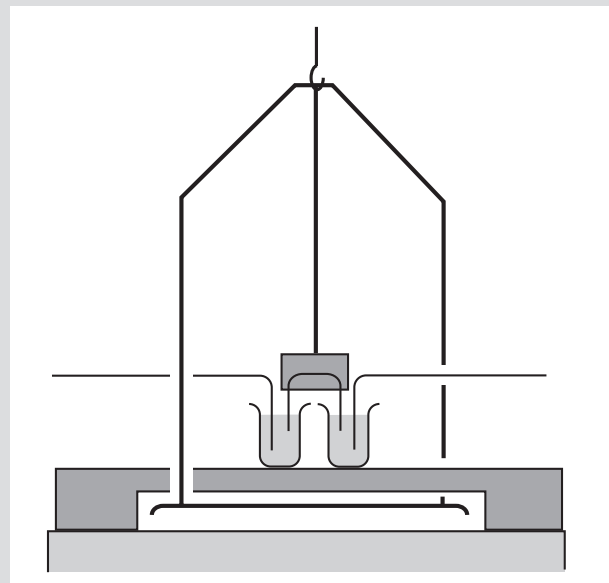


Figure 6. Configurations dans lesquelles le trajet horizontal du courant a été raccourci (2 cm). A gauche, figurent deux configurations amenant un appesantissement. Elles donnent des résultats identiques qui sont sensiblement équivalents en valeur absolue à ceux de l'allègement donné par la configuration de droite. Dans ces dispositifs, c'est la force longitudinale d'Ampère qui seule paraît être testée.



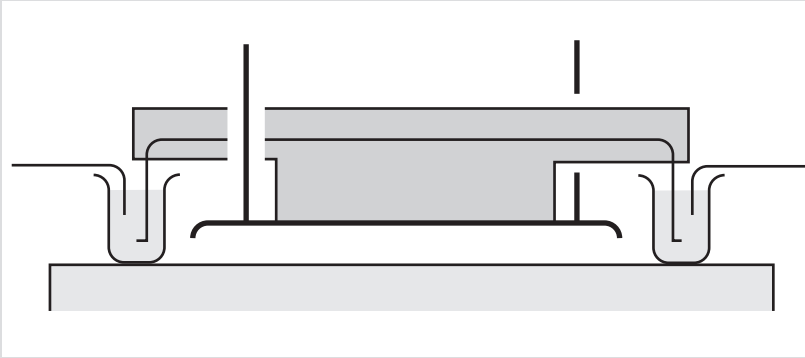


Figure 7. Configuration pour laquelle les effets de la force longitudinale d'Ampère, se manifestant perpendiculairement aux sections du fil, s'annulent. Seul subsiste un allègement qui pour une même intensité est proportionnel à la distance séparant les points d'amenée du courant, et pour une même distance de cette nature, proportionnel au carré de l'intensité du courant.

ce genre d'expérimentation qui s'intègre dans un lignée d'autres expériences faites par différents auteurs et supposées provoquer des dégravitations obtenues en mettant en œuvre des procédés à caractère électromagnétique.

Un certain nombre de ces expériences a été effectué avec des condensateurs plans dont on obtenait un allègement, lorsqu'ils étaient chargés sous des tensions électriques très importantes (200 000V) par des machines électrostatiques (voir à ce

propos le livre d'Alexandre Szames⁴⁰ qui offre une revue exhaustive de la question). Dans de telles conditions, il est difficile de faire la part de ce qui reviendrait à une éventuelle dégravitation et de ce qui revient nécessairement à des effets parasites purement électrostatiques.

On peut remarquer, cependant, que dans le cas du courant dit de « fuite » (et a fortiori dans celui d'un courant dit de « claquage ») au sein du diélectrique d'un condensateur préalablement chargé, de même que dans celui de mes expériences, il s'agit d'éléments de courant dont le support matériel peut être considéré comme isolé mécaniquement de celui de leurs sources. Peut-être faut-il voir dans ce fait la raison pour laquelle, en vertu du calcul de l'**encadré 4**, une dégravitation du premier milieu par rapport au second lié à la Terre, peut être mise en évidence.

Conclusion

Il apparaît que le mystère entourant jusqu'ici le mécanisme des phénomènes gravitationnels commence à être battu en brèche. Les progrès sont bien sûr très lents et en ce qui concerne la compréhension intime des processus mis en jeu, on n'a pas beaucoup progressé et on en est toujours aux hypothèses, aussi bien à l'échelle de la microphysique qu'à l'échelle supraparticulaire.

Toutefois, un certain nombre de faits nouveaux se sont fait jour, comme l'effet inertiel de spin de Costa de Beauregard, le champ de Higgs qui, s'il est vérifié, ne conduira pas malheureusement à des réalisations pratiques dans l'immédiat, et à plus grande échelle, les constatations qui indiqueraient que la matière n'est pas absolument transparente au phénomène gravitationnel.

J'ai donc montré, dans le présent article, que le concept de « dégravitation », plus restrictif et précis que celui d'« antigravitation » impliquait la nécessité d'admettre, pour la notion de masse gravitationnelle, une dichotomie analogue à celle appliquée aux particules électriquement chargées, c'est-à-dire une dissociation entre la charge de gravitation responsable des interactions gravitationnelles et la masse d'inertie.

✍

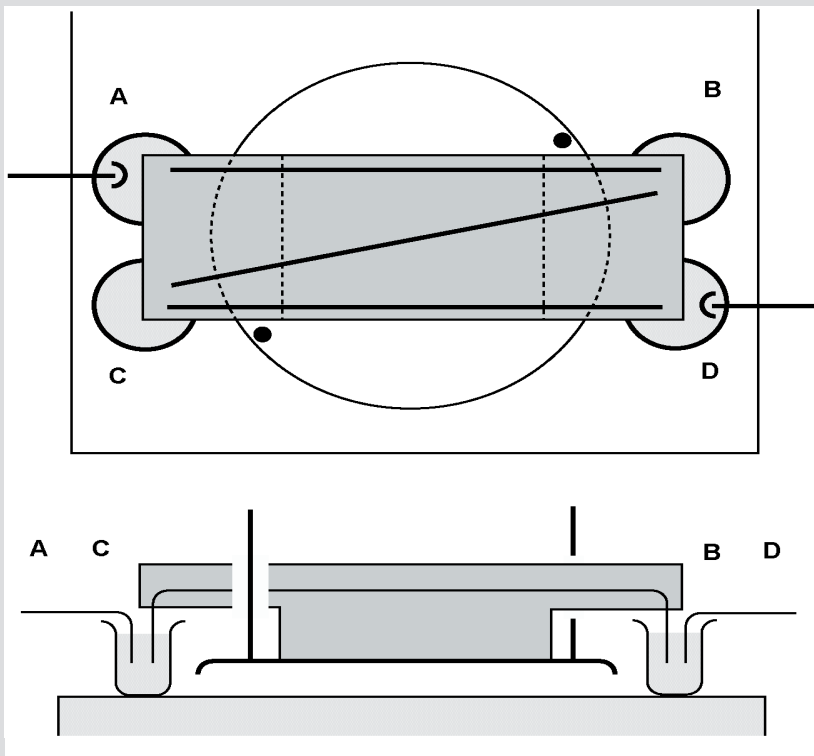


Figure 8. Les valeurs de l'allègement obtenu ne sont pas supérieures à celles obtenues avec la configuration de la figure 5 a₁ et a₂. Cette expérience permet d'éliminer le rôle parasite éventuel d'un effet de tension superficielle au niveau des interfaces fil-mercure. Elle montre aussi que ce n'est pas un effet de type « Montgolfière » qui est responsable de l'allègement.

Une telle conception s'inscrit donc dans le droit fil de la prise en considération d'une indépendance entre inertie et gravitation. La force d'inertie est, en vertu du principe de Mach et pour un système donné, partout la même dans l'Univers, sur la Terre comme sur la Lune, alors qu'évidemment ce n'est pas le cas pour la force de gravitation dont ce système peut subir l'action.

Le processus de dégravitation se trouverait donc défini comme celui qui provoquerait spécifiquement la diminution transitoire de la charge gravitationnelle d'un système, dont, par contre, la masse d'inertie demeurerait inchangée.

Il s'avère, en vertu du calcul élémentaire de l'**encadré 4**, que, dans l'état de pesanteur, s'il survient une dégravitation affectant le corps d'épreuve, la masse de ce dernier (considérée en tant que charge) jouera un rôle d'une importance qui était négligée jusqu'ici, de telle sorte que la moindre dégravitation de ce corps produira nécessairement une diminution importante de la force s'exerçant entre la Terre et lui, c'est-à-dire de son poids et, en conséquence, il sera facile de détecter cette dégravitation qui est, par ailleurs, le plus souvent transitoire.

Il semble donc, compte tenu des faits suggérant l'existence d'une interdépendance à caractère géométrique entre gravitation et électromagnétisme, que certaines manifestations à caractère électrique ou magnétique seront susceptibles d'entraîner des variations spécifiques de charge gravitationnelle, et cela indépendamment de l'invariance de la masse d'inertie du système intéressé.

C'est ce que montrent, parmi d'autres plus ou moins correctement menées, les expériences que j'ai effectuées et dont j'ai fait état dans cet article et qui, bien entendu, devront être répétées et confirmées dans leurs résultats pour que leur validité soit définitivement admise.

La maîtrise de la gravitation, malgré la pauvreté de notre connaissance des mécanismes intimes de ce phénomène, serait-elle donc, à l'aube de ce XXI^e siècle, en voie d'aboutir, concrétisant ainsi un des plus vieux rêves de l'humanité, celui de partir à la conquête des étoiles ?

Bibliographie

1. G. Galilée, *Discours concernant deux sciences nouvelles*, 1638, réédition Armand Colin, Paris, 1970.
2. I. Newton, *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*, Traduction de la Marquise du Chastellet, Paris, 1761. Réédition en fac-similé, Blanchard, Paris 1966. A consulter plus particulièrement : Livre troisième, scholie général, pp. 178-180 du tome II.
3. W. Crookes, « Recherches expérimentales sur une nouvelle force », traduction d'un article paru dans *Quarterly Journal of Science* du 1^{er} juillet 1871 ; in *Nouvelles expériences sur la force psychique*, Editions de la B. P. S., Paris, 1923 (en particulier, expériences de lévitation effectuées par Dunglas Home).
4. J. Verne, *Hector Servadac*, Hetzel, Paris, 1877.
5. H.G. Wells, *Les premiers hommes dans la Lune*, 1901.
6. F.T. Trouton et H.R. Noble, « The force acting on a charged condenser moving through space », *Proceedings of the Royal Soc.*, 1903, 72, p. 132.
7. H. Poincaré, *Science et méthode*, Flammarion, Paris, 1908 (réfutation de la théorie de Lesage pp. 263-270).
8. G. Sagnac, *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 1913, 157, p. 708 et 1410 (Détection optique du mouvement de rotation).
9. A.S. Eddington, *Espace, temps et gravitation*, Hermann, Paris, 1921. A consulter plus particulièrement le chapitre IV.
10. H. Varcollier, *La Relativité dégagée d'hypothèses métaphysiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1925.
11. A. Einstein, *Conceptions scientifiques*, Flammarion, Paris, 1952.
12. O. Costa de Beauregard, « Problème de la quantification des masses propres des particules », *C. R. Acad. Sc.*, 1959 p. 933 ; 1966 (263) p. 1007 ; 1967 (264) p. 731 (effet inertiel orbital).
13. M.-A. Tonnelat, *Les Principes de la Théorie Electromagnétique et de la Relativité*, Masson, Paris, 1959.
14. N. Dean, Brevet du Patent Office n° 2886976, 19 mai 1959, Washington, Etats-Unis.
15. G. Gamow, *La Gravitation*, Payot, Paris, 1962.
16. M. Doliguez, *Gravitation*, Blanchard, Paris, 1965.
17. C. Goillot, *C. R. Acad. Sc.*, 1965, p. 861 et 2181 ; 1967, p. 1420 (Appareillage permettant de mettre en évidence l'effet inertiel de spin de Costa de Beauregard).
18. J.W. Gardner, « Negative mass : fact or fiction », *New Scientist*, 12 juin 1969.
19. M. Doliguez, *Electromagnétisme*, Blanchard, Paris, 1970.
20. C.W. Misner et K.S. Thorne, *Gravitation*, 1279 pages, Freeman, San Francisco, 1973.
21. M. Pagès, *Le défi de l'antigravitation*, Chiron, Paris, 1974.

22. Ouvrage collectif, *Ondes et radiations gravitationnelles*, CNRS, Paris, 1974.

23. C.M. Will, *Theory and experiment in gravitational physics*, Cambridge University Press, 1985.

24. C.M. Will, *Was Einstein Right ?*, Basic Books, New York, 1986, traduction française : *Les enfants d'Einstein*, InterEditions, Paris, 1988.

25. J. Gribbin et P. Wesson, « The fifth dimension of mass », *New Scientist*, 22 septembre 1988.

26. R. Saumont, *Analyse dimensionnelle et Similitude en Physique Fondamentale*, Editions Européennes, Antony, 1988.

27. G. Pascoli, *La Gravitation*, Que sais-je ? n° 2489, PUF, Paris, 1989 (2ème édition).

28. H. Hayasaka et S. Takeuchi, *Phys. Rev. Lett.*, 1989, 63, pp. 2701-2704 (allègement gyroscopique).

29. M. McCallum, « Does a spinning mass really lose weight ? », *New Scientist*, 17 février 1990, p. 30 (à propos de l'article précédent).

30. J.-P. Petit, *Enquête sur les OVNI*, Albin Michel, Paris, 1990.

31. R. Cashmore et C. Sutton, « The origin of Mass », *New Scientist*, 18 avril 1992 (Champ scalaire de Higgs).

32. R. Saumont, « Mechanical effect of an electric current in conductive media », *Physics letters A*, 1992, 167, pp. 307-313.

33. P. Davies, *La nouvelle physique*, Flammarion, Paris, 1993 ; C. Will, *La renaissance de la Relativité Générale*, p. 7 ; C. Isham, *La gravitation quantique*, p. 70.

34. R. Saumont, *Ampère Force : Experimental Test in Advanced Electromagnetism*, Forword R. Penrose, World Scientific, 1995.

35. I. Ciufolini et J.A. Wheeler, *Gravitation and Inertia*, Princeton, University Press, 1995.

36. R. Saumont, « La force longitudinale d'Ampère », *Fusion*, mars-avril 1995, n° 55, pp. 52-62.

37. R. Matthews, « Antigravity machine weighed down by controversy », *New Scientist*, 21 septembre 1996.

38. R. Saumont, « La généralisation des lois de la physique », *Fusion*, 1996 n° 59, pp. 44-58, n° 60 pp. 32-43, n° 61 pp. 34-46.

39. M. Allais, *L'anisotropie de l'espace*, Clément Juglar, Paris, 1997.

40. A. Szames, *L'effet Biefeld Brown : histoire secrète de l'antigravité*, Alexandre Szames, Boulogne, 1998.

41. R. Saumont, « Autour du livre de Maurice Allais *L'anisotropie de l'espace* », *Fusion*, janvier-février 1998, n° 69, pp. 47-50.

42. P. Cornille, « Review of the application of Newton third law in Physics. Progress in Energy and combustion », *Science*, 1999, 25, pp. 161-210.