

Analyse de la Théorie des Universons

A. Meessen

Professeur émérite de physique théorique à l'U.C.L.

Résumé : Claude Poher a développé et publié une théorie qui semble être très remarquable, puisqu'elle se propose d'expliquer l'origine de la gravitation et suggère la possibilité de voyages interstellaires au moyen d'une nouvelle source d'énergie, disponible dans tout l'Univers. Nous analysons *les fondements* de cette théorie et nous la situons dans *le contexte* de la physique actuelle, pour que chacun puisse vérifier lui-même si elle est logiquement cohérente et bien ancrée.

Introduction

Monsieur Claude Poher, ingénieur de recherche spatiale au CNES, a publié récemment un livre, intitulé : **Gravitation - Les Universons, énergie du futur** (éditions du Rocher, 2003). Son importance découle du fait que si la théorie qui y est proposée était correcte, *elle révolutionnerait la physique d'une manière radicale*. Pour la gravitation, elle conduirait à une percée, allant bien au-delà de ce que Newton et Einstein ont pu réaliser. Elle ouvrirait aussi la perspective d'avoir accès à *une source d'énergie inépuisable*, disponible n'importe où dans l'Univers. Elle permettrait entre autres d'effectuer des voyages interstellaires à des vitesses relativistes, avec des accélérations continues de 100 g, par exemple. Des implications théoriques et pratiques aussi formidables méritent toute notre attention, mais elles requièrent aussi que les bases de cette théorie soient examinées de manière rigoureuse et objective.

Nous saluons la créativité de son auteur, mais étant donné que ses propositions sont maintenant *à la portée du grand public* et qu'une version anglaise du livre est en préparation, il serait souhaitable que différents scientifiques compétents dans ces matières examinent le fond du problème et que leurs conclusions soient rendues accessibles. Cet essai est à considérer comme une première tentative allant dans ce sens. Il s'adresse, au niveau de la culture générale, à toute personne intéressée à *réfléchir sur la réalité physique*.

Le concept des universons

Le postulat de base de la nouvelle théorie est qu'il existe partout dans l'Univers un flux isotrope de particules qui se meuvent librement *à la vitesse de la lumière dans le vide c* , mais qui ne sont ni des photons, ni des gravitons. Ces « universons » étaient inconnus jusqu'à présent, mais ils seraient capables d'interagir avec n'importe quelle particule matérielle, qu'elle soit neutre ou chargée, en étant simplement *capturés* pendant un temps limité et ensuite, relâchés. Cela suffirait, d'après M. Poher, pour en déduire que ces universons produisent des effets équivalents à ceux qui sont attribués usuellement aux forces gravifiques, avec un petit effet correctif qui semble pouvoir rendre compte de certaines « anomalies » astronomiques. Ceci est interprété comme étant une confirmation de la nouvelle théorie.

Avant d'examiner le mécanisme des *interactions* entre universons et particules matérielles, apparemment capables de produire des effets aussi merveilleux, il est utile et même nécessaire

de nous familiariser avec les caractéristiques des universons, quand ils se déplacent *librement* dans l'espace. Nous savons, en effet, que toute particule libre (non perturbée) peut se trouver dans différents états de mouvement possibles, définis dans un référentiel donné par *les valeurs de son énergie E et de sa quantité de mouvement p*. Ces valeurs ne sont pas indépendantes, mais la fonction $E(p)$ dépend de la valeur de la masse au repos m_0 de la particule considérée. Dans un *référentiel d'inertie* donné (c'est-à-dire un référentiel où le principe d'inertie est vrai), nous pouvons écrire

$$E^2 = (E_0)^2 + (cp)^2, \quad \text{où} \quad E_0 = m_0c^2 \quad (1)$$

Cette relation tient compte de la grandeur de la vitesse de la lumière dans le vide c et constitue un des résultats essentiels de la mécanique relativiste. Puisque l'énergie $E = E_0$ quand la quantité de mouvement $p = 0$, on dit que E_0 est *l'énergie au repos* de la particule. La courbe de la figure 1 représente la relation $E(p)$ pour une particule matérielle de masse au repos donnée, en ne considérant que les valeurs positives de E et de p .

Quand la masse au repos $m_0 = 0$, la relation (1) se réduit à $E = cp$, ce qui fournit *une droite*. Elle correspond aux états de mouvement possibles des photons et des gravitons (s'il y en a qui se déplacent librement dans l'espace). Quand la masse au repos n'est pas nulle, on obtient une branche d'hyperbole qui rejoint asymptotiquement la droite $E = cp$ pour de très grandes valeurs de E et de p . Pour des petites valeurs de p , la relation (1) se réduit par contre à $E = E_0 + p^2/2m_0$. C'est l'approximation de la mécanique classique, où $p = m_0v$, quand v est la vitesse de la particule. Dans ce cas, on ajoute donc à l'énergie au repos E_0 une énergie cinétique $m_0v^2/2$.

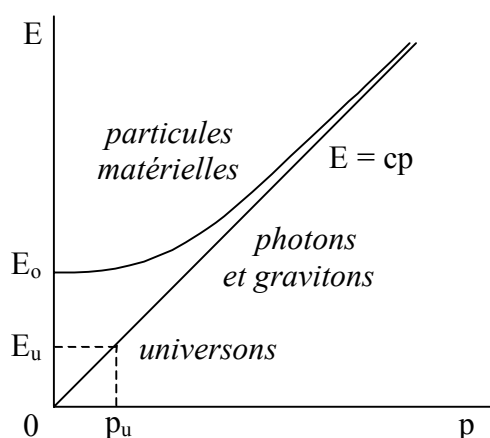


Figure 1 : Les relations $E(p)$ pour des particules libres.
Toutes les figures sont plus nettes quand elles sont imprimées

Monsieur Poher postule que *les universons sont des particules de masse au repos nulle*. Ils se déplacent donc à la vitesse c , comme les photons, mais il est affirmé que contrairement aux photons, les universons ne peuvent avoir que **des énergies très proches d'une certaine valeur E_u** . « Les Universons ont (transportent ou portent) *pratiquement tous* la même énergie » (pp.105, 139 et 217 du livre). Même si l'on admet que l'énergie de tous les universons est seulement « *sensiblement* la même » (p.105), c'est une singularité fort étonnante, puisque toutes les autres particules libres peuvent avoir n'importe quelle énergie E supérieure ou égale à E_0 . L'énergie E_u est donc *un paramètre fondamental* de la théorie proposée et nous verrons plus loin comment Claude Poher en a déterminé la valeur. Nous verrons également que pour la nouvelle théorie, il serait souhaitable que tous les universons

aient **exactement** la même énergie E_u et que cette valeur soit **une constante universelle**. Cela n'est pas possible, cependant, à cause des lois générales de la mécanique quantique et de la théorie de la relativité.

Notons d'abord que la mécanique *quantique* associe à toute particule, quelle que soit sa masse au repos et sa nature, une onde qui peut se propager dans l'espace et le temps. La vitesse classique de la particule est alors égale à *la vitesse de groupe* $v = dE/dp$ d'un « paquet d'ondes ». C'est un ensemble d'ondes qui interfèrent partout entre elles de manière destructive, sauf dans une petite région de l'espace et du temps. C'est là où la particule se trouve, avec une certaine distribution de probabilité. En mécanique classique, on ignorait l'existence de cette distribution de probabilité. Dans la théorie élargie, la vitesse classique est donc simplement la vitesse moyenne de la particule et sa valeur $v = dE/dp$ est déterminée par *la pente* locale de la courbe de la figure 1. La relation $v = dE/dp$ est tellement importante, qu'elle était même déjà connue en mécanique *classique*. Pour que la vitesse v puisse être définie, il faut donc que les valeurs de E et p puissent varier de manière continue au voisinage de n'importe quelle valeur (moyenne) de E .

Pour les photons, $E = cp$ et donc $v = c$ même quand un photon particulier est à peu près localisé et cela, quelle que soit la valeur de son énergie. Il devrait en être de même pour les universons. Il faut donc au moins pouvoir considérer des valeurs de E voisines de E_u dans un référentiel donné, mais cela ne suffit pas, parce que **le choix du référentiel est arbitraire**. Or, nous savons que lorsque nous passons d'un référentiel donné à un autre qui se déplace par rapport au premier, cela *modifie* la valeur de la vitesse attribuée à un corps matériel donné. Pour les universons, comme pour toute autre particule de masse au repos nulle, la grandeur de la vitesse doit toujours être égale à c , dans n'importe quel *référentiel d'inertie*, mais cela ne veut pas dire que leur énergie est toujours la même. Au contraire, elle doit être modifiée d'une manière bien déterminée.

Cela découle de l'idée fondamentale de la relativité : *les résultats de mesure* que l'on obtient en observant un même objet dépendent du référentiel choisi, comme s'il y avait un effet de perspective. *Les lois physiques*, c'est-à-dire les relations qui existent entre des résultats de mesure possibles, doivent cependant rester identiques pour n'importe quel référentiel, puisque le choix du référentiel est arbitraire. On dit qu'elles sont *invariantes*. C'est également le cas pour la relation (1). Elle doit rester valable pour n'importe quel référentiel d'inertie. Puisque ce concept sera important dans la suite, nous précisons que les référentiels d'inertie sont tels que n'importe quelle particule *libre* (non perturbée) s'y trouve au repos ou en mouvement rectiligne uniforme.

Il y a une infinité de référentiels d'inertie, puisqu'ils sont différents dès qu'ils se déplacent à vitesse constante les uns par rapport aux autres. Considérons maintenant une particule qui se meut suivant une direction donnée dans un référentiel d'inertie bien déterminée, où la particule a une énergie E et une quantité de mouvement p . Dans un autre référentiel d'inertie - se déplaçant par rapport à l'autre avec *une vitesse relative* u suivant la direction du mouvement de la particule - on attribuera à celle-ci une énergie E' et une quantité de mouvement p' . Ces valeurs diffèrent de E et de p , sans que l'état de mouvement de la particule ait été modifié, mais la relation (1) doit être satisfaite pour tout système d'inertie. Il faut donc que

$$(E'/c)^2 - p'^2 = (E/c)^2 - p^2$$

En effet, chacune de ces expressions est égale au carré de $E_0 = m_0 c^2$. Or m_0 est une caractéristique intrinsèque de la particule qui ne peut dépendre du référentiel choisi et c est une constante universelle pour tout référentiel d'inertie. L'égalité ci-dessus est toujours satisfaite quand

$$E'/c = \gamma(E/c - \beta p) \quad \text{et} \quad p' = \gamma(p - \beta E/c) \quad (2)$$

du moment que $\gamma^2 = 1/(1-\beta^2)$. La valeur de β est arbitraire, mais dépend de la grandeur de la vitesse relative u . Puisqu'on doit pouvoir retrouver la loi usuelle d'addition des vitesses (c'est-à-dire $v' = v - u$, quand toutes ces vitesses sont petites par rapport à c), il apparaît que $\beta = u/c$. Pour les photons ou toute autre particule de masse au repos nulle, y compris les universons, il faut que $E = cp$. Les relations (2) se réduisent alors à

$$E' = \gamma(1 - \beta)E \quad \text{et} \quad p' = \gamma(1 - \beta)p \quad (3)$$

Ceci conduit bien à $E' = cp'$ et la vitesse $v' = dE'/dp' = c$, tout comme $v = dE/dp = c$, bien que les valeurs de l'énergie et de la quantité de mouvement aient été modifiées. Notons que E' peut même être très différent de E . En fait, on peut balayer tout le spectre de zéro et l'infini, suivant les valeurs choisies pour la vitesse relative u [puisque $\gamma(1 - \beta)$ est égal à la racine carrée de $(1-\beta)/(1+\beta)$, où β peut varier entre 0 et ± 1]. Ceci nous conduit à une conclusion importante : même si tous les universons avaient presque la même énergie E_u dans un référentiel d'inertie particulier (ce qui demande déjà une justification), il serait impossible d'admettre qu'ils ont toujours la même énergie dans n'importe quel référentiel d'inertie. Autrement dit, **l'énergie E_u ne peut pas être une constante universelle** pour tout référentiel d'inertie.

Il faudra donc voir si la théorie des universons le requiert, puisqu'on aboutirait alors à *une incohérence logique* avec ce qui est le plus assuré dans la physique actuelle. [Ce serait même vrai pour la quantification de l'espace-temps, bien qu'elle généralise ces théories, en ajoutant à la vitesse c et à la constante de Planck h une troisième constante universelle : le quantum de longueur a ou l'énergie totale de l'univers $hc/2a$].

Notons encore que M. Poher n'a pas défini *le spin* des universons. Les photons ont un spin 1, parce que l'onde associée correspond au champ électromagnétique qui est *vectoriel*. Cela veut dire qu'en chaque point de l'espace, le champ électrique a trois composantes possibles. Les gravitons sont des particules de spin 2, puisque les ondes gravifiques sont des solutions d'une équation d'onde *tensorielle*, ayant encore plus de degrés de liberté. Les ondes associées à une particule de spin 0 seraient décrites par une grandeur *scalaire*, ayant une seule valeur possible en chaque point de l'espace. Bien qu'on nous annonce « une nouvelle théorie *quantique* de la gravitation » (p.12) ou du moins à un « modèle *quantique* de la gravitation » (p.79, 84), l'onde qui devrait y être associée aux universons n'a pas été définie.

Le concept des interactions

En mécanique quantique relativiste, on ne tient pas seulement compte de l'onde associée, mais aussi du fait que *des particules peuvent être créées et annihilées*, étant donné que leur énergie propre est limitée. Nous pouvons donc considérer différents types de processus, représentés au moyen des diagrammes de Feynman de la figure 2.

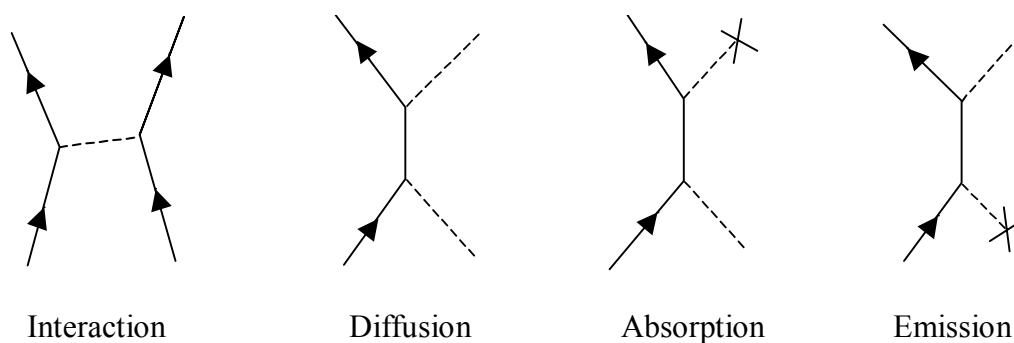


Figure 2 : Diagrammes de Feynman en mécanique quantique relativiste

Ces diagrammes décrivent une évolution temporelle. L'état initial se trouve chaque fois en bas et l'état final, en haut. Le premier diagramme représente *l'interaction entre deux particules* matérielles qui se meuvent dans le temps suivant les lignes continues. La ligne en traits interrompus représente l'émission, la propagation et l'absorption d'une autre particule. On l'appelle *virtuelle*, parce qu'elle existe seulement pendant un temps extrêmement court. Elle ne peut pas être observée elle-même, mais ses effets sont constatables, puisqu'elle permet un transfert d'énergie et de quantité de mouvement d'une particule à l'autre. Le résultat de cette « communication » est que les deux particules sont déviées, comme si elles avaient exercé l'une sur l'autre une certaine force. Il y a différents types de forces, mais les interactions fondamentales se distinguent les unes des autres par la nature des particules virtuelles qui sont échangées. Pour les interactions électromagnétiques, il s'agit de *photons* et pour les interactions gravifiques de *gravitons*.

Le second diagramme décrit un processus de *diffusion*. Apparemment, deux particules se sont rencontrées et se sont quittées avec des modifications de leurs mouvements, mais en réalité, une des particules a été annihilée et ceci était suivi presque immédiatement par la création d'une autre particule de même type. Le troisième et le quatrième diagramme rendent compte respectivement de *processus d'absorption et d'émission*. Dans ces cas, il faut qu'une interaction ait lieu avec un « troisième corps », représenté par une croix. Sinon, la conservation de l'énergie totale et de la quantité de mouvement totale ne serait pas possible.

Nous le démontrerons plus loin, mais nous signalons déjà que la mécanique quantique implique que *l'énergie du système ne peut pas être définie exactement dans l'état intermédiaire* de chacun des quatre processus de la figure 2, parce que cet état a une durée Δt assez courte. L'incertitude en énergie ΔE est telle que $\Delta E \approx h/\Delta t$, où h est la constante de Planck. C'est absolument essentiel pour la suite et explique pourquoi la particule incidente peut être annihilée, en laissant subsister uniquement l'autre particule pendant un petit intervalle de temps Δt . Autrement dit, *les lois de conservation de l'énergie totale et de la quantité de mouvement totale s'appliquent à l'état initial et à l'état final, mais pas à l'état intermédiaire*.

On s'attendrait donc à ce qu'une nouvelle théorie (quantique) de la gravitation soit basée sur un mécanisme d'interaction comme celui de la figure 2. La particule virtuelle échangée serait peut-être différente des gravitons, considérés usuellement. Monsieur Poher fait effectivement appel à des « universons », mais il imagine un processus d'interaction qui peut être décrit par le premier diagramme de la figure 3. Le trait interrompu définit la trace d'un universon, qui est simplement *capturé* pendant un certain temps et ensuite *libérée* (p.100). Le

temps de capture τ est très bref, mais non nul (p.105). Pendant ce temps, l'universon est *conservé* (p.109), contrairement à ce qui se passe pour le processus de diffusion de la figure 2.

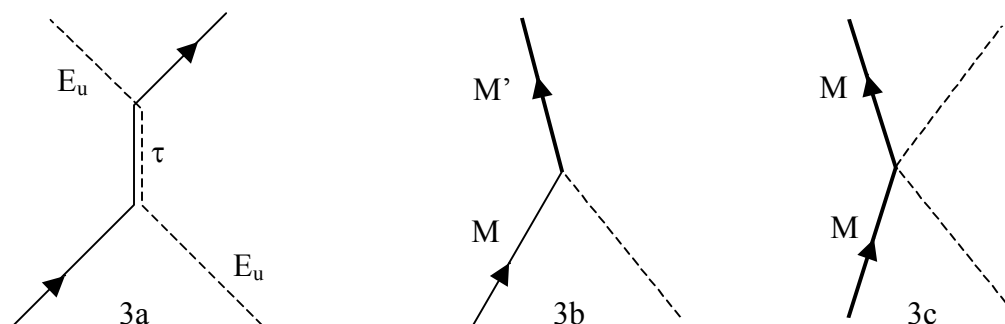


Figure 3 : Les interactions matière-universon, postulées par M. Poher

Il s'agit donc d'un **processus inédit**. Au lieu d'une annihilation de l'universon incident, suivie de la création d'un autre universon, il n'y aurait qu'un seul universon qui entre dans un « état lié ou capturé, *au sein* de la particule matérielle » (p.103). Les mécanismes qui assurent la liaison temporaire et l'éjection automatique de l'universon après un certain intervalle de temps ne sont pas expliqués. En outre, il est supposé que les lois de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement s'appliquent même à l'*état intermédiaire*, comme ce serait le cas pour un processus classique ! On affirme qu'un universon est une « nouvelle entité de la physique quantique » (p.98), mais ce qui constituerait « le comportement *quantique* dans l'interaction d'un Universon unique avec une particule de matière » (p.122) a été éludé. En réalité, **il ne s'agit pas d'une théorie quantique**, puisqu'on ne tient même pas compte de l'existence d'une onde associée et de l'équation qui régit la propagation de cette onde dans l'espace et le temps. C'est peut-être parce que Claude Poher a estimé que « l'aspect ondulatoire reste hypothétique » (p.122).

La conception purement classique du processus 3a implique qu'on peut traiter *la capture* d'un universon comme l'indique le diagramme 3b, où les lois de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement s'appliquent à l'état initial et à l'état où l'universon est capturé. Puisque l'énergie E_u d'un universon est supposée être très petite il en résulte seulement « *un accroissement minuscule de la masse de la matière* » (p.104). La masse au repos M devient M' . Pour d'autres raisons qui seront explicitées dans la suite, cela n'est pas acceptable et Claude Poher a donc imaginé un moyen pour garder la valeur de M constante. Chaque capture d'un universon serait accompagnée d'une libération (quasi) *simultanée* d'un autre universon, capturé antérieurement (p.128). Cela correspond au processus 3c, où des traits renforcés représentent la particule matérielle quand elle est accompagnée d'un universon.

Ce raisonnement conduit alors à l'idée que toute particule matérielle pourrait même contenir un grand nombre d'universons capturés. Monsieur Poher suggère dès lors que *toute la masse* d'une particule telle qu'un électron ou un neutron pourrait être déterminée par le nombre des universons capturés. « *La matière* serait donc alors un ensemble d'Universons dans l'état capturé » (p.108) et « toute la masse (au repos) d'une particule de matière serait exclusivement constituée de l'énergie du nombre moyen de l'ensemble des Universons capturés simultanément » (p.137). Puisque l'énergie au repos m_0c^2 est une constante universelle, cela implique que l'énergie E_u des universons libres devrait être une constante universelle, ce qui est **logiquement incohérent** avec la théorie de la relativité.

Etant donné qu'un électron et un antiélectron (appelé positon) peuvent être annihilés, en créant deux photons énergétiques, Claude Poher va encore plus loin. Bien qu'il ne s'agisse plus de matière, puisque les photons n'ont pas de masse au repos, il estime qu'on « ne peut éviter de penser que les deux photons émergents sont des paquets d'Universons libres » (p.223). Ils devraient être *libres*, pour pouvoir se déplacer à la vitesse c , tout en étant liés et capables d'interagir uniquement avec des particules chargées. Cette vision du Monde, tend donc à ramener toute la réalité physique à des universons, individuels ou liés, mais il faudrait expliquer au moins pourquoi il y a *différents types* de particules, dites élémentaires.

La capture d'un Universon

Examinons d'abord le processus 3b, puisque c'est le plus simple, en admettant comme Claude Poher que la particule matérielle était initialement au repos. Si elle se déplaçait à vitesse constante dans un référentiel d'inertie donné, il suffirait d'ailleurs d'effectuer un changement de référentiel adéquat, pour que la particule matérielle y soit au repos. La figure 4 représente la situation avant et après la capture d'un universon. Nous y avons indiqué les valeurs de l'énergie et de la quantité de mouvement des particules considérées. *Pour la facilité*, nous avons introduit la notation $E_u = mc^2$. Puisque $E = cp$, il en résulte que la grandeur de la quantité de mouvement d'un universon libre est égale à mc . Notons bien que m n'est pas la masse au repos de l'universon, puisque celle-ci est nulle.

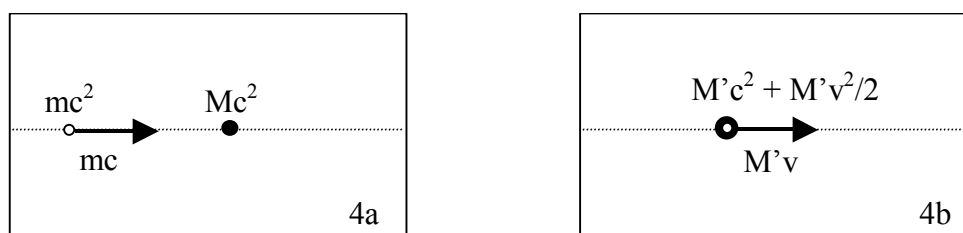


Figure 4 : Avant et après la capture d'un universon

En « ingurgitant » l'universon, la particule matérielle a acquise une énergie supplémentaire qui pourrait se traduire par l'acquisition d'une certaine vitesse et/ou par une augmentation de sa masse au repos. Traitons donc les valeurs de la vitesse v et de la masse au repos M' de la particule matérielle résultante comme des inconnues. Nous pouvons déterminer ces valeurs, en nous servant des lois de conservation de l'énergie totale et de la quantité de mouvement totale. C'est très simple. Si nous admettons (comme M. Poher) que l'énergie E_u d'un universon libre est très petite par rapport à l'énergie au repos de la particule matérielle, nous pouvons utiliser l'expression classique pour l'énergie cinétique après la capture. La conservation de la quantité de mouvement fournira la relation $mc = M'v$. En substituant la valeur de v qui en résulte dans l'expression de l'énergie cinétique $M'v^2/2$, la conservation de l'énergie totale conduit à

$$m + M = M' + m^2/2M'$$

Il apparaît que M' ne dépend que des valeurs de m et de M . Posons $M' = M(1+\varepsilon)$, où $\varepsilon \ll 1$. Par substitution, nous voyons que $(1+x) = (1+\varepsilon) + x^2/2(1+\varepsilon)$, où $x = m/M \ll 1$. Nous en déduisons que $\varepsilon = x - x^2/2 + \dots$ et au premier ordre,

$$M' = M + m \quad (4)$$

La capture d'un universon conduit nécessairement à une augmentation de la masse au repos ! Comparons cela avec *l'absorption d'un photon par un électron*, puisque qu'un photon est également une particule de masse au repos nulle. Dans ce cas, le photon aurait été annihilé et la masse au repos de l'électron n'aurait pas pu être modifiée. C'est une particule élémentaire d'un type donné. Seule son énergie cinétique pourrait être modifiée et cela ne pose pas de problèmes dans une théorie quantique, quand l'annihilation du photon est accompagnée d'une interaction avec un *troisième corps*, comme l'indique la figure 2. L'effet photoélectrique et l'ionisation d'un atome impliquent effectivement que l'électron était initialement lié. Dans une théorie quantique des universons, il ne faudrait pas non plus se préoccuper de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement dans l'état intermédiaire et il ne serait pas nécessaire d'imaginer le processus 3c, exigeant des *coïncidences* répétées, fort improbables.

L'interaction avec une particule matérielle au repos

Considérons maintenant le processus 3a dans son ensemble, en nous limitant au cas d'une particule matérielle qui n'est perturbée par rien d'autre que la capture temporaire d'un universon. Nous choisissons un référentiel d'inertie où la particule matérielle était *initialement au repos*. Les lois de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement peuvent alors être satisfaites de différentes manières, suivant les propriétés que nous attribuons aux universons. Ceci est explicité dans la figure 5. La situation initiale est représentée en 5a, en spécifiant l'énergie et la quantité de mouvement de l'universon au moyen du paramètre m . L'énergie de la particule matérielle se réduit à son énergie au repos Mc^2 . Sa quantité de mouvement est nulle. La situation finale pourrait être 5b, puisqu'il y aurait alors conservation de l'énergie totale et de la quantité de mouvement totale, mais cela exige que l'universon émis ait **exactement** la même énergie que celle de l'universon incident.

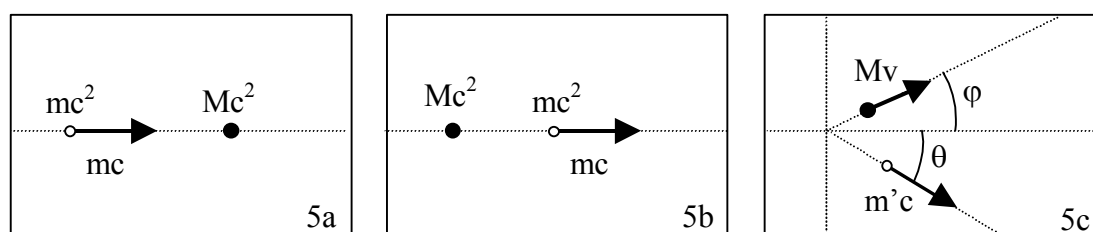


Figure 5 : La diffusion d'un universon par une particule matérielle, initialement au repos

Si l'universon pouvait *céder* de l'énergie à la particule matérielle pour la mettre en mouvement, nous aurions pu aboutir à un état final comme celui qui est représenté en 5c. Ce serait toujours le cas pour un traitement *quantique* de la diffusion des universons, puisque l'universon incident aurait été annihilé et un autre universon aurait été créé, sans qu'on puisse dire *a priori* quelle doit être la valeur de son énergie. Il faudrait seulement que la particule matérielle ait la même masse au repos M , puisqu'on suppose qu'elle n'a jamais cessé d'exister. Traitons d'abord le cas général 5c. La conservation de l'énergie totale et la conservation de la composante longitudinale et transversale de la quantité de mouvement totale fournissent trois relations :

$$mc^2 + Mc^2 = m'c^2 + Mc^2 + Mv^2/2$$

$$p = p' \cos \theta + P \cos \varphi \quad \text{et} \quad p' \sin \theta = P \sin \varphi$$

où $p = mc$, $p' = m'c$ et $P = Mv$. L'approximation de la mécanique classique est suffisante, puisque l'énergie des universons est très petite. La première relation s'écrit alors plus simplement : $p - p' = P^2/2Mc$. En isolant les termes en P dans les deux dernières relations et en prenant la somme des carrés, nous trouvons que

$$P^2 = 2Mc(p - p') = p^2 + p'^2 - 2pp' \cos \theta$$

Nous voyons maintenant que 5b est effectivement un cas particulier de 5c, parce que $P = 0$ quand $p' = p$, ce qui veut dire l'énergie de l'universon doit rester inchangée ($m' = m$). Dans ce cas, l'universon ne change pas non plus de direction ($\theta = 0$). Puisque Claude Poher permet aux universons d'avoir des énergies un peu différentes de E_u , nous devons aussi considérer le cas où l'universon libéré a cédé un peu d'énergie à la particule matérielle. Soit $m' = m(1 + \varepsilon)$, où $\varepsilon \ll 1$. Puisque $p = mc$ et $p' = m'c$, nous pouvons supprimer mc^2 des deux côtés de la dernière égalité, ce qui donne

$$2M\varepsilon = m + m(1 + \varepsilon)^2 - 2m(1 - \varepsilon) \cos \theta$$

Au premier ordre, $\varepsilon = x(1 - \cos \theta)$. Le changement d'énergie relatif ε est donc proportionnel à m/M et il augmente comme $\theta^2/2$ pour des petites valeurs de θ . La particule matérielle serait alors mise en mouvement de telle manière que $Mv \sin \varphi = mc \sin \theta$. Si elle s'était déplacée initialement à une vitesse constante suivant une direction donnée, elle aurait été déviée. Bien que ces effets soient minuscules (quand $m \ll M$), ils impliquent quand même un écart par rapport au principe d'inertie, pouvant devenir arbitrairement grand lors d'une succession continue d'interactions avec des universons ! Or, on n'a constaté aucune déviation de ce genre. Il faudrait donc que **le principe d'inertie reste valable**, malgré les interactions universon-matière.

D'après ce que nous venons de voir, cela exige cependant que cette interaction soit telle que l'énergie de l'universon émis soit **exactement** égale à celle de l'universon incident. « Tous les Universons réémis portent la même énergie que les Universons incidents » (p.117), Cela pose problème. Car d'une part, nous avons dû admettre que les universons peuvent avoir des énergies légèrement différentes de E_u , au moins dans un référentiel d'inertie donné. D'autre part, il n'y pas de mécanisme plausible qui justifierait l'idée que les universons capturés ne peuvent pas céder de l'énergie au moment de leur éjection. Supposer que « ce départ doit obligatoirement se faire de façon à ce que l'Universon retrouve *exactement* son énergie propre et son impulsion » (p.105) est une hypothèse **arbitraire**, justifiée uniquement par ce que l'on souhaiterait être vrai.

L'interaction avec une particule matérielle accélérée

Examinons l'interaction universon-matière, quand la particule matérielle est *soumise à une force appliquée*. Cette partie « revêt une importance capitale, car le phénomène qui y est représenté est véritablement à la base de la théorie des universons et de ses multiples conséquences » (p.125). L'affirmation fondamentale est que « **les Universons ne sont jamais**

réémis dans la direction de l'accélération » (p.131). Ceci est à considérer comme un *théorème*, qui devrait découler des hypothèses de base de la théorie des universons.

Nous pouvons tester sa validité d'une manière directe, en considérant un référentiel d'inertie R, où la particule matérielle était initialement au repos. Nous imaginons (comme M. Poher le fait) que la particule matérielle est uniquement accélérée pendant le temps de capture τ d'un universon particulier, mais nous considérons d'abord le cas particulier où l'universon incident se déplaçait *suivant la direction de la force appliquée*. Les figures 5a et 5b doivent alors être remplacées par 6a et 6b.

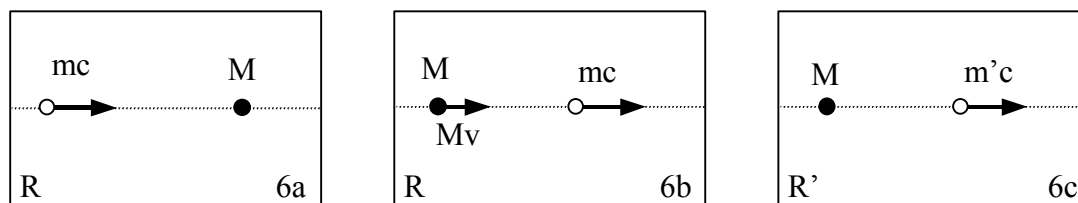


Figure 6 : L'état initial (6a) et l'état final (6b) pour l'interaction avec un universon incident qui se déplace suivant la direction de l'accélération, pour un même référentiel d'inertie R. On peut choisir un autre référentiel R', où la masse M est au repos dans l'état final (6c).

La particule matérielle acquiert une vitesse v , puisqu'elle a été accélérée. Nous avons admis cependant (comme dans le cas d'une particule libre) que l'universon émis doit avoir **exactement** la même énergie que l'universon incident. Admettons. Tout se passe alors pour la particule matérielle, dans le référentiel R, **comme s'il n'y avait pas eu d'interaction avec un universon**, parce que la vitesse v résulte uniquement de l'accélération que la particule matérielle a subie pendant le temps de capture τ . La figure 6c montre comment se présente l'état final, quand on choisit un autre référentiel d'inertie R', de telle manière que la particule matérielle y soit au repos. L'universon s'y déplace à la vitesse c , mais son énergie propre sera modifiée ($m' \neq m$). Vu l'importance de ce cas, nous allons détailler chacun de ces processus.

Nous ne tenons plus compte de la relation (4) pour le changement de la masse au repos de la particule matérielle dans l'état intermédiaire du processus 3a, soit parce que nous faisons appel (comme M. Poher) au processus 3c, soit parce que nous adoptons le point de vue des théories quantiques, où l'énergie est relativement indéterminée dans l'état intermédiaire. Cela ne nous empêcherait pas d'admettre que la particule matérielle a été accélérée en cours de route par l'application d'une force de grandeur donnée F . Nous pourrions alors dire que la particule de masse M acquiert une accélération moyenne « a » telle de $F = Ma$.

La figure 6b représente la situation juste après la libération de l'universon capturé, **en exigeant que la loi de Newton soit préservée**. La particule matérielle se retrouve avec la masse au repos initiale M et une énergie cinétique $Mv^2/2$, égale au *travail* Fd fourni par la force F qui a été appliquée continuellement au cours du déplacement d [puisque $F = Ma$ et $d = a\tau^2/2$, tandis que la vitesse finale $v = a\tau$]. La particule matérielle a également acquise une quantité de mouvement Mv , égale à l'*impulsion* $F\tau$ qui lui a été communiquée par la force F , agissant au cours du temps τ [puisque $F = Ma$ et $\tau = v/a$].

Ces effets s'ajoutent simplement à ceux qui sont produits par l'interaction avec l'universon, mais la loi de Newton peut seulement être préservée pour le processus global, si nous exigeons que l'universon émis doit avoir **exactement** la même énergie que l'universon incident. Ceci évitera des déviations latérales et l'apparition d'une sorte de mouvement

brownien (c'est-à-dire des variations aléatoires de la trajectoire) par suite d'un grand nombre de collisions successives avec des universons cosmologiques.

Tout s'est donc passé dans le référentiel R comme s'il n'y avait pas eu d'interaction universon-matière et *contrairement au théorème annoncé, l'universon n'a pas été dévié !* Ceci reste vrai quand le référentiel d'inertie R est remplacé par un référentiel d'inertie R' qui se déplace par rapport à R à la vitesse $-v$ suivant la direction de l'accélération que le corps matériel avait subie, pour compenser celle-ci. La particule matérielle y est alors au repos. Puisque R' est un référentiel d'inertie, l'universon s'y déplace à la vitesse c , mais la direction de son mouvement n'est pas modifiée. **Le théorème proposé n'est donc pas correct**, même quand les universons sont « vus depuis la particule » (p.131). Il y aura cependant une modification de l'énergie de l'universon, conformément à la transformation (3), comme ce serait également le cas pour des photons (Cours de Physique de Berkeley, Mécanique, 1972, p.361 et 404). Puisque nous pouvons admettre que la vitesse acquise $v \ll c$, la valeur de $\beta = v/c$ est très petite. Il en résulte que dans la formule (3), le facteur $\gamma(1 - \beta) \approx (1 - \beta)$. Donc $m' = (1 - v/c) m$

La cause de l'erreur

Le théorème énoncé par monsieur Poher est à la base de toute une série de développements impressionnants : une nouvelle interprétation de l'inertie des corps matériels, une nouvelle théorie de la gravitation, l'explication d'anomalies astronomiques sans faire appel au concept de la matière sombre et la possibilité de réaliser des voyages interstellaires ultra rapides. Si le théorème est faux, tout cela s'écroule. Il faut donc que nous en ayons une certitude mathématique et que nous puissions voir comment cette malheureuse erreur a pu survenir.

Pour cela, il suffit d'examiner le cas d'une **incidence oblique** de l'universon par rapport à la direction de la force appliquée. Quand ϕ désigne l'angle d'incidence (conformément aux notations de M. Poher), nous devons remplacer la figure 6 par la figure 7. L'état initial 7a et l'état final 7b sont tels que tout se passe dans le référentiel d'inertie R comme s'il n'y avait pas eu d'interaction universon-matière. Cela résulte du fait que nous voulons que la loi de Newton soit préservée, bien que l'universon émis doit alors avoir **strictement** la même énergie que l'universon incident.

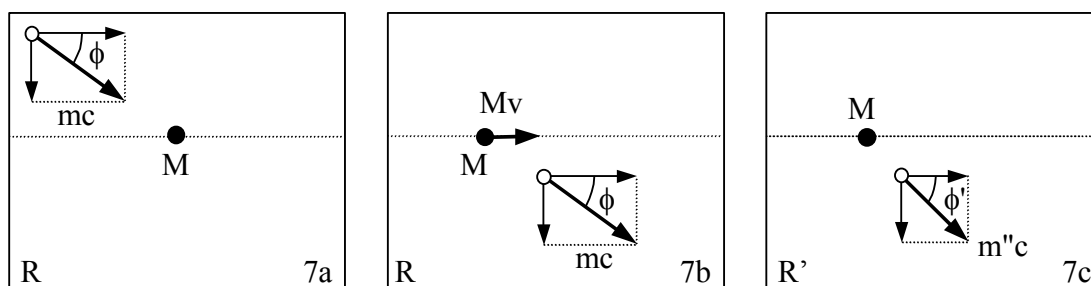


Figure 7 : La diffusion d'un universon par une particule matérielle accélérée, dans le cas d'une incidence oblique et d'un changement de référentiel pour observer l'universon depuis la particule matérielle.

Quand on passe du référentiel R au référentiel R', où la particule matérielle est au repos, la direction du mouvement de l'universon est cependant modifiée ! L'angle ϕ est à remplacer par ϕ' . Comme précédemment, le référentiel R' se déplace suivant la direction de la force accélératrice à la vitesse $-v$ par rapport à R. Puisque *la grandeur* de la vitesse de l'universon

est égale à c dans R' comme dans R , les composantes des vitesses suivant la direction de l'accélération y sont respectivement égales à $c \cdot \cos\phi$ et $c \cdot \cos\phi'$. Monsieur Poher affirme (p.130, relation 5.14) qu'on doit donc avoir

$$c \cdot \cos\phi' = c \cdot \cos\phi - v \quad \text{où} \quad v = at \quad (5)$$

Dans le cas particulier d'une incidence longitudinale ($\phi = 0$), nous *devons* en conclure que $\cos\phi' = 1 - v/c$ et donc que $\phi'^2/2 = at/c$ qui est très petit (p.131, relation 5-20), mais la loi d'addition des vitesses (5) est celle qui s'applique en mécanique *classique*. Elle n'est pas valable pour des vitesses qui sont proches de c . Dans ce cas, **on doit utiliser la loi d'addition des vitesses de la mécanique relativiste**. Posons $V = c \cdot \cos\phi$ et $V' = c \cdot \cos\phi'$. La loi d'addition des vitesses de la mécanique relativiste devient alors (Berkeley, mécanique, 1972, p.351), pour une vitesse relative $-v$:

$$V' = (V - v)/(1 - v \cdot V/c^2) \quad (6)$$

Quand $\phi = 0$, il en résulte que $V = c$ et $V' = c$. Donc $\cos\phi' = 1$ et $\phi' = 0$. Nous retrouvons ce que nous savions déjà : pour une incidence *longitudinale* par rapport à la direction de la force appliquée, il n'y a *pas* de déviation de l'universon après une capture passagère, même quand on regarde ce qui se passe depuis la particule matérielle. Le théorème proposé est indubitablement **faux**, parce que les universons se déplacent à des vitesses relativistes. Notons que dans la figure 7, la grandeur de la quantité de mouvement de l'universon émis a été désignée par $m''c$, parce qu'elle dépend de l'angle ϕ .

Il est maintenant certain que la théorie des universons est *mathématiquement incorrecte*, mais il est instructif de poursuivre notre analyse, puisque cela nous rendra nous-mêmes plus prudents et puisqu'il apparaîtra que la théorie est même *physiquement inadéquate*.

L'inertie et la gravitation

Persuadé que le théorème qu'il a énoncé est exact, M. Poher admet que les universons qui arrivent suivant la direction de l'accélération d'une particule matérielle et qui sont temporairement capturés par celle-ci ne peuvent pas continuer à se mouvoir suivant la même direction. Ils doivent être déviés, bien que l'angle de déviation soit très petit. En considérant ensuite *les effets statistiques* d'un très grand nombre de captures d'universons, prélevés au flux isotrope cosmologique, il affirme que cela devrait conduire à l'existence d'une sorte de *pression*. L'effet résultant sera nul pour une particule libre, se déplaçant dans un référentiel d'inertie à vitesse constante, mais d'après Claude Poher, il n'en serait pas de même pour des particules accélérées. Puisque les universons incidents ne peuvent pas être réémis dans un petit cône (ou angle solide) entourant la direction de l'accélération (p.133), il y aurait un déséquilibre !

Comment-est-ce possible ? Nous savons en effet que tout se passe pour la particule matérielle, comme s'il n'y avait pas eu d'interaction avec des universons, même quand la particule est accélérée. C'est très différent de ce qui se passe lorsqu'une particule donnée est continuellement bombardée par les molécules d'un gaz, parce que chaque collision lui transfère un peu de quantité de mouvement. Cela revient à exercer une force. Ce n'est pas le

cas pour les universons, puisqu'on a postulé qu'ils ne modifient pas la loi de Newton telle qu'elle doit être appliquée quand il n'y a pas d'universons.

Monsieur Poher affirme par contre qu'à cause du flux cosmologique des universons, « une force résultante s'exerce sur la matière, qui tend à *s'opposer* à son accélération » (p.134). La grandeur de cette force est calculée (p.136) et elle s'avère être proportionnelle à l'énergie (E_u) des universons, à leur flux (F_u) et à la section efficace de capture (S) d'un universon par unité de masse. Elle est également proportionnelle à la masse M et à la vitesse $v = at$ acquise par la particule matérielle. Il est *affirmé* que cette expression est « à rapprocher de la loi *d'inertie* $F = Ma$ » et de cette manière, on aboutit (p.137) à la relation remarquable $E_u F_u S \tau = 2c^2$. Cela revient à ajuster une série de paramètres pour aboutir à ce qu'on avait souhaité.

Notons d'ailleurs que les universons ne sont pas responsables de l'**accélération**, bien que finalement, ils semblent pouvoir être utilisés pour propulser un vaisseau spatial. Au contraire, si nous suivions le raisonnement de Claude Poher, à cet endroit, les universons seraient la cause de l'**inertie** de la matière (p.100 et 139) et donc du véhicule spatial. Il est utile à cet égard, de savoir que le concept de l'inertie résulte tout simplement de la relation (1). [En effet, quand la vitesse v d'un corps matériel varie au cours du temps, on définit son accélération instantanée par la relation $a = dv/dt$. Puisque $v = dE/dp$, l'accélération $a = (d^2E/dp^2) \cdot (dp/dt)$. Par définition, la grandeur de la force appliquée $F = dp/dt$, tandis que $a = F/M$, où M est la grandeur de la « masse d'inertie. » Il en résulte que $1/M = d^2E/dp^2$. Cette valeur peut être calculée à partir de (1) dans un référentiel d'inertie donné. Cela rend même compte du fait que la masse d'inertie M dépend en mécanique relativiste de la vitesse v . Elle est seulement égale à la masse au repos dans l'approximation de la mécanique classique.]

L'existence de la **gravitation** est « expliquée » par la théorie des universons d'une manière tout aussi étrange que l'inertie. En effet, des universons auraient été « prélevés au cours de la traversée de la matière de l'objet voisin » (p.140) et chacun des corps matériels considérés « prend alors un mouvement accéléré. » Quand nous sommes assis sur une chaise, nous sommes attirés par la Terre, sans être accélérés et quand la Lune s'interpose entre le Soleil et la Terre, cela ne modifie pas la force d'attraction que le Soleil exerce sur la Terre. Il n'y a pas d'écrans gravifiques ! Monsieur Poher retrouve apparemment la loi de Newton qui dit que la grandeur de la force d'attraction gravifique entre deux corps est proportionnelle à $1/d^2$, où d désigne la distance qui sépare (les centres de masse de) ces corps, mais cette loi a été injectée dans le raisonnement qui devrait la prouver. En faisant de nouveau appel au concept d'une « force d'inertie » (p.143), il semble finalement (p.144) que la constante de la gravitation universelle serait donnée par $G = E_u F_u S^2 / 4\pi c$. On disposait de trois paramètres, à ajuster.

Forces réelles et forces fictives

Il est essentiel, pour mieux comprendre la problématique qui est sous-jacente à ce qui vient d'être évoqué, de bien se rendre compte du fait que *la loi de Newton $F = Ma$ est ambiguë, quand on ne précise pas quel est le type de référentiel utilisé.* Ceci résulte du fait que la valeur de l'accélération du corps matériel considéré est différente dans deux référentiels qui sont accélérés l'un par rapport à l'autre. Par définition, un *référentiel d'inertie* est tel que l'accélération $a = 0$ pour n'importe quel corps matériel qui se meut *librement*, ce qui veut dire qu'il n'est pas perturbé par d'autres agents ou que la force appliquée $F = 0$. Il y a une infinité de systèmes d'inerties, tous *en mouvement relatif uniforme*, puisque l'accélération du corps considéré sera nulle dans chacun de ces référentiels.

Si nous considérons par contre un référentiel qui est accéléré par rapport à un référentiel d'inertie, le corps considéré y sera *accéléré*. Donc $a \neq 0$ et si nous continuons à penser que « toute accélération résulte de l'application d'une force », nous sommes amenés à penser qu'il doit y avoir une force appliquée $F \neq 0$. Cela revient à introduire *une force fictive*, puisqu'elle résulte uniquement du choix du référentiel et non pas d'une action physique exercée sur le corps lui-même. Autrement dit, notre Univers est tel qu'**il existe un ensemble de référentiels privilégiés**, où la loi de Newton $F = Ma$ est valable, quand F désigne la grandeur d'une force *réelle*. Elle résulte d'une interaction réelle (avec un échange de particules virtuelles).

Dans tout référentiel qui est accéléré par rapport à un référentiel d'inertie, l'application de la loi de Newton conduit donc à l'introduction de *forces fictives*. On les appelle parfois des *forces d'inertie*. C'est aussi le cas des « forces centrifuges » qui simulent simplement les effets d'une force réelle quand on se trouve dans un référentiel qui tourne autour d'un axe donné. Or, M.Poher applique son théorème à toute particule matérielle, du moment qu'elle est accélérée, sans préciser la nature du référentiel utilisé. Il le fait en particulier pour une *accélération centrifuge* (p.225) et donc aussi pour l'orbite terrestre. La « pression » qui résulterait alors du flux isotrope cosmologique des universons serait évidemment fictive.

L'énergie transportée par un universon

C'est le titre d'une note de calcul très importante, puisque Claude Poher y parvient (apparemment) à déterminer la valeur de *l'énergie E_n de n'importe quel universon libre* (p.110 et 111). Pour cela, il se réfère au résultat d'une très belle expérience de laboratoire, réalisée au moyen de neutrons ultra-froids (Nesvizhevsky et al. Nature, 415, 2002, pp.297-299). Ces neutrons peuvent se déplacer horizontalement, mais *verticalement, leur énergie est quantifiée*, comme l'indique la figure 8

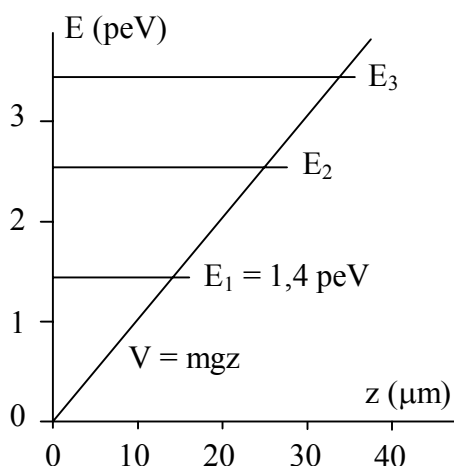


Figure 8 : Quantification de l'énergie cinétique verticale d'un neutron dans un puits de potentiel gravifique.

$V = mgz$ représente l'énergie potentielle d'une particule de masse m , située à une hauteur z au-dessus du miroir horizontal. La quantification de l'énergie résulte du fait que suivant l'axe des z , on peut seulement avoir des *ondes stationnaires* avec $n = 1, 2, 3, \dots$ maxima pour les niveaux d'énergie E_n . La résolution de l'équation de Schrödinger, définissant les états stationnaires possibles, démontre que le niveau fondamental (le plus bas possible) correspond à une énergie $E_1 = 1,4$ peV (1 *picoélectronvolt* = 10^{-12} eV). Cela exige que le neutron ait au

moins une hauteur z d'environ 14 micromètres à sa disposition, pour pouvoir y étaler sa fonction d'onde. Cela veut dire que ce système peut être utilisé comme *filtre*, puisque des neutrons qui y pénètrent un peu obliquement ne peuvent pas passer à travers la fente quand sa hauteur est inférieure à 1,4 peV. Ils doivent être renvoyés à l'entrée. C'est ce qui a été observé ! On a même constaté l'existence deux paliers supplémentaires, associés aux niveaux d'énergie E_2 et E_3 (Schwarzschild, Physics Today, March 2002, 20-23).

La réalisation de cette expérience était assurément un grand exploit technique, mais du point de vue théorique, ceci est simplement conforme aux lois de la mécanique quantique. Elles sont applicables d'une manière générale, quelle que soit la nature des forces qui agissent sur la particule considérée. Claude Poher estime par contre qu'on « peut *chercher à interpréter* cette expérience dans le cadre de la théorie des Universons. » Il postule qu'un neutron qui touche le miroir et qui est soumis à un bombardement d'universons non isotrope (parce qu'il est soumis à la force de la pesanteur) peut *capturer un universon*, qui lui permettra de passer le filtre quand l'énergie de l'universon est au moins égale à E_1 . Cette énergie, déterminée empiriquement, serait donc égale à E_u . Cela revient à **s'opposer à la mécanique quantique** pour pouvoir affirmer (p.111) que

$$E_u \approx 1,5 \text{ peV}$$

Ceci entre également **en conflit avec la mécanique relativiste**, puisque cela implique que cette énergie devrait être une constante universelle. Nous avons montré au début que cela n'est pas possible. On ne peut pas admettre non plus que le laboratoire de l'Institut Laue-Langevin à Grenoble, où cette expérience fut réalisée, puisse définir un référentiel d'inertie privilégié. Notons que la valeur de E_u a été utilisée (p.144) pour évaluer la durée de capture $\tau \approx h/E_u$, où h est la constante de Planck. On a donc fait appel à la relation d'incertitude de Heisenberg, mais cette intervention (unique) de la mécanique quantique dans la théorie des universons n'est **pas logiquement cohérente**. Il est vrai que la relation d'incertitude s'appliquerait à l'état intermédiaire du processus de diffusion de la figure 2, mais pour la capture d'un universon, M. Poher a supposé que la loi de conservation de l'énergie s'applique aussi à l'état lié, en admettant donc que l'énergie y est bien définie.

Conclusions et perspectives

Etant donné que la théorie des universons concerne des parties essentielles de la physique et quelle a été rendue publique, il était indispensable de procéder à un examen rigoureux et impartial de ses fondements. Nous avons essayé de le faire de telle manière que chacun puisse en tirer lui-même les conclusions qui s'imposent. Il est apparu surtout que l'interaction universon-matière devrait être telle que le principe d'inertie et la loi de Newton soient respectés, mais cela implique que **pour les particules matérielles, tout se passe comme si les universons n'existaient pas**. Dès qu'on a constaté cela, on ne peut plus admettre qu'un corps matériel quelconque puisse subir une sorte de *pression*, exercée par un flux isotrope d'universons cosmologiques. Même s'il existait, il ne pourrait pas rendre compte de l'inertie de la matière, de la gravitation et de voyages interstellaires à forte accélération continue.

La théorie des universons de Claude Poher donnerait seulement lieu à **une petite déviation des universons** qui arrivent suivant la direction de l'accélération d'une particule matérielle, quand on adopte le point de vue de celle-ci, mais **ceci n'est pas vrai**. L'erreur provient du fait que pour des composantes de vitesse proches de la vitesse de la lumière dans le vide, on a

appliqué la loi d'addition des vitesses de la mécanique classique, au lieu de celle qui est exigée par la théorie de la relativité.

En traitant d'un problème semblable, M. Poher m'a écrit (le 4 novembre 2003) : « *il s'agit de physique et de science* » et non pas de telle ou telle personne. C'est effectivement pour cette raison, que cette analyse était justifiée. D'autres scientifiques sont également invités à prendre position, mais il importe de constater que Claude Poher a quand même soulevé un problème important. Il s'agit du **problème des ovnis** et même plus spécifiquement du problème des voyages interstellaires. Il nous semble utile de saisir cette occasion pour attirer l'attention des scientifiques sur ce type de questions, en essayant de dégager **des pistes de recherche** et des perspectives d'avenir.

A l'échelle mondiale, on a accumulé au moins de l'ordre de 100.000 observations d'objets volants non identifiés. Ce qui en résulte est fort cohérent, du moment qu'on admet qu'il pourrait s'agir de manifestations d'une **technologie extraterrestre** et donc de civilisations beaucoup plus avancées que la nôtre. Ceci n'est pas prouvé, mais probable. Il y a toutefois une objection qui semble être capitale aux yeux de certains. Au lieu de partir des faits observés, ils affirment en effet que **des voyages interstellaires sont inconcevables** ou du moins hautement improbables. C'est exact, quand nous nous basons sur nos connaissances scientifiques et techniques actuelles, mais que savons-nous de ce qui est éventuellement possible pour des civilisations qui ont pu émerger dans d'autres systèmes planétaires ? L'évolution cosmologique est telle que ces civilisations pourraient avoir **des millions d'années d'avance sur nous**. Il est donc plus réaliste d'admettre que nous ne sommes pas en mesure de juger de *leurs* capacités techniques et scientifiques.

Nous pouvons faire valoir tout au plus quelques arguments, basés sur la théorie de la relativité, pour montrer que *des voyages interstellaires pourraient être réalisés dans un temps raisonnable pour les astronautes, si leur véhicule spatial pouvait être accéléré de manière continue dans l'espace interstellaire* (Auguste Meessen : Vague d'OVNI sur la Belgique, vol.2, SOBEPS 1994, p.414-425). Des résultats partiels de même type ont été obtenus indépendamment par d'autres auteurs (voir par exemple le Cours de physique de Berkeley, mécanique, 1972, pp. 418-419), mais c'est **le calcul de l'énergie nécessaire** qui est le plus important. Il montre qu'il est impossible d'emporter toute l'énergie nécessaire au départ ! Il faudrait donc pouvoir trouver l'énergie nécessaire en cours de route, ce qui veut dire qu'on devrait l'extraire de ce que nous considérons comme étant « le vide interstellaire. »

Nous pourrions penser à *la matière sombre* ou même à *l'énergie sombre* dont on parle de plus en plus en cosmologie. Certains auteurs auront plutôt tendance à considérer *l'énergie au point zéro*, liée à des effets quantiques pour n'importe quel type d'ondes, quand le nombre des particules correspondantes est nul, mais tout cela est hautement spéculatif. La théorie des universons était une autre variante, *a priori* intéressante, mais nous venons de constater qu'elle ne convient pas. Des projets de voyages interstellaires que des humains pourraient entreprendre ne sont pas urgents non plus. C'est très différent pour le problème des ovnis, si nous partons de l'étude des faits observés **près de la surface de la Terre**. Il faut arriver à comprendre ce qui se passe !

Laissons pour l'instant le problème des voyages interstellaires de côté, mais rassemblons des informations aussi fiables et détaillées que possible concernant les comportements possibles et les propriétés caractéristiques des ovnis. Intéressons-nous surtout aux effets physiques et physiologiques qu'ils produisent, aux traces qu'ils laissent parfois et aux

détections instrumentales de différents types. Analysons ces données de manière approfondie et essayons de comprendre tout cela, **en partant des lois physiques connues**. Il faudra éventuellement modifier certaines parties de nos théories actuelles, mais dans ce cas, il importe de veiller à *la continuité logique* des généralisations par rapport à ce qui est bien établi. Tout cela prendra du temps, mais c'est parfaitement réaliste et puisque nous sommes confrontés à des phénomènes que nous ne comprenons pas, il est certain qu'il y a des choses à découvrir.

Quand nous aurons compris comment fonctionne **le système de propulsion** que les ovnis mettent en œuvre dans l'atmosphère terrestre et pourquoi ils produisent certains effets physiques, constatés de manière répétée, alors nous serons peut-être mieux armés pour attaquer des problèmes plus complexes, tels que ceux qui sont liés à la traversée de l'immensité des espaces interstellaires. Pour l'instant, nous ne disposons que de très peu de renseignement sur des ovnis qui seraient apparus au-delà des limites de notre atmosphère. Citons cependant l'exemple d'une recherche récente qui pourrait stimuler nos réflexions et inciter plus de scientifiques à s'investir dans ces investigations.

Il s'agit de l'analyse d'une séquence vidéo, prise au cours de **la mission Apollo 16** (H. Nakamura, Journal of Scientific Exploration, 17, pp. 409-433, 2003). Le 25 avril 1972, quand le module quittait la partie arrière de la Lune, John Young filma la Lune et un objet qui s'approcha rapidement du sol lunaire. La question était de savoir ce que cela pourrait être, en tenant compte de tout un ensemble de données objectives. De nombreuses hypothèses ont été envisagées, mais écartés. Il ne s'agit pas d'une image de la Terre ou du module de commandement, ni d'une réflexion dans la vitre ou d'un objet externe, proche de la cabine spatiale. Il ne s'agit pas non plus d'une blague ou d'une aberration optique à l'intérieur de la caméra. La cabine se trouvait au moment de la prise de vues à près de 2200 km au-dessus du sol lunaire et l'objet était situé au-delà du bord de la lune, près de la zone d'ombre, à une distance de 3300-3400 km de la caméra. Un ensemble de données a permis de dire que **le diamètre de l'objet était de l'ordre de 100 km !** Il devait être compris entre 60 et 120 km. La vitesse était très élevée : 20 à 40 km/s.

Ces données écartent aussi l'hypothèse d'un débris spatial. Si c'était un astéroïde, la trajectoire aurait dû donner lieu à un impact lunaire très marqué, mais les 4 sismographes déjà installés sur la Lune à cette époque n'ont révélé aucune secousse sismique et plus tard, on n'a pas trouvé de cratère près du point d'impact attendu. *L'objet avait d'ailleurs une forme discoïdale et il effectuait des oscillations semblables à celles de la chute d'une feuille morte*, ce qui est un des mouvements caractéristiques possibles des ovnis. L'ensemble de ces données amène le chercheur japonais à conclure que cela « suggère que cet objet est une sorte de **vaisseau spatial extraterrestre de très grande taille.** »

A ce stade, ce n'est qu'un indice, à confirmer par d'autres analyses, mais il tend à justifier l'idée (par ailleurs très logique) que les voyages interstellaires ne sont pas effectués séparément par des petits ovnis, comme ceux qui ont été observés près de la surface de la Terre. Des vaisseaux spatiaux d'une taille beaucoup plus grande pourraient disposer aussi de moyens beaucoup plus puissants. Quoi qu'il en soit, il faut que plus de scientifiques prennent les faits observés au sérieux et qu'ils **se posent des questions**. L'étude du phénomène est possible et elle peut être menée de manière scientifique.