

Les conséquences d'une mécanique newtonienne généralisée



Mercure newtonien.

La masse pseudo-scalaire.

Mécanique classique ou relativiste ?

Une unification intégrale.

"Matière et énergie noires" révélées.

Une gravitation inertielle.

L'énergie du "vide" réinterprétée.

Table des matières

Résumé.....	5
Summary.....	7
Introduction.....	9
Prologue L'histoire d'une station spatiale avec un centre de masse rebelle.....	14
Chapitre 1 Une considération critique de la notion "valeur inertielle de la masse"	17
1.1. La notion masse.....	17
1.2. La force	17
1.3. Le théorème du centre de masse	17
1.4. L'équation fondamentale dans un repère mobile.....	18
1.5. La notion 'masse' est donc une valeur algorithmique pseudo-scalaire dans un espace 'axial'.....	23
Chapitre 2 La masse 'variable' et le théorème du centre de masse. Deux concepts, celui de Einstein et celui de Newton. L'équation fondamentale généralisée.	25
2.1. La masse variable de Newton.....	25
2.2. Certaines particularités des forces de Coriolis.....	25
2.3. L'aspect tensoriel de la valeur pseudo scalaire de la masse.....	27
2.4. La masse variable relativiste.....	31
2.5. Le principe du calcul newtonien du décalage du périhélie de Mercure.....	34
Chapitre 3 Une unification de la nature corpusculaire et ondulatoire de la matière. L'énergie du vide et l'origine de la matière.	37
3.1. Une physique inertielle et le "vide".....	37
3.2. Les condensats d'atomes.....	40
3.3. Les condensats des particules élémentaires.....	41
3.4. La genèse des particules élémentaires.....	42
3.5. La vorticité et le tourbillon "mat�re".....	43
Chapitre 4 Les effets d'interactions dans le fluide parfait universel. La gravitation.	48
4.1. Les forces interactives dans l'espace fluide.....	48
4.2. Le principe de Bernoulli.....	49
4.3. Les forces d'Archimède.....	51
4.4. La gravitation inertielle.....	52
Chapitre 5 L'expansion de l'univers et de la matière. L'atome et l'électromagnétisme dans l'univers fluide.	54
5.1. Le substrat fluide universel.....	54
5.2. La dualité matière/ondes.....	54
5.3. Le suprafluide.....	55
5.4. L'expansion de l'univers et de la matière.....	55
5.5. L'expansion et l'effet Doppler.....	56
5.6. L'atome.....	57
5.7. Les �lectrons.....	58
5.8. Les lentilles gravitationnelles.....	58
5.9. L'�lectromagn�tisme.....	58
5.10. Le fluide universel et la propagation des ondes électromagnétiques.....	59
5.11. L'onde électromagnétique et la masse variable newtonienne.....	59
5.12. Vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le fluide universel.....	60
5.13. L'expérience Michelson et Morley.....	60
Chapitre 6 Synthèse. L'unification de la matière et des forces. L'atome.	62
Figures.....	72
Références bibliographiques.....	84

Index des figures

Figure 1 : Satellite. Cinématique : Trajet du centre des masses réelles des astronautes mobiles.....	68
Figure 2 : Satellite. Cinématique : Trajet du centre des masses réelles des astronautes mobiles complété des masses complémentaires "de Coriolis".....	69
Figure 3 : Satellite. Dynamique : Forces d'entraînement, relatives et de Coriolis. Détermination des positions du centre des masses réelles et du centre de masse complété des masses complémentaires "de Coriolis" conforme au théorème du centre de masse. (Cf. Tableau 1 page 20).....	70
Figure 4 : Répartition des valeurs inertielles instantanées des masses au repos m_0 et complémentaires m_C des astronautes de la figure 3.....	71
Figure 5 : Forces de Coriolis. Exemple d'application des formules (4) à (7) du chapitre 1.....	72
Figure 6 : Particule de masse variable newtonienne schématisée, soumise à une accélération relative et à une force de Coriolis F_C dans un espace à rotation d'entraînement de vitesse angulaire. La "brisure de la symétrie dynamique dans l'espace".....	73
Figure 7 : Décalage du périhélie de la planète Mercure.....	74
Figure 8 : Cinématique d'un tube tourbillon (vortex) de fluide parfait.....	75
Figure 9 : Dynamique du tourbillon de fluide parfait.....	76
Figure 10 : Composante gravitationnelle par l'effet de la pression de Bernoulli dans le fluide parfait en expansion.....	77
Figure 11 : Composante gravitationnelle par l'effet de la pression d'Archimède dans le fluide parfait en rotation.....	78
Figure 12 : Condensat d'hélium 4 superfluide dans un récipient à la température approchant du zéro absolu (cf. §3 du chapitre 5).....	79

Liste des annexes.

Annexe 1 et 1a – 1: Le satellite. Exemple de calcul comparatif de l'application des concepts de la mécanique classique de Newton et relativiste de Einstein. – 1a: Calcul du trajet des positions des centres de masse au repos Σm_0 , des masses "Coriolis" Σm_C et de l'ensemble des masses $\Sigma(m_0 + m_C)$ par rapport au repère mobile $O'x'y'$ du satellite

Annexe 2. - Calcul de la précession des périhélies. Exemple appliqué au couple Mercure /Soleil

Annexe 3. - Gravitation résultant des pressions induites dans le fluide parfait universel. Application des principes de Bernoulli et d'Archimède.

Résumé

Note : Cette étude comprend deux parties. La première, chapitres 1 et 2, annexes 1, 1a et 2, concerne une généralisation de l'équation fondamentale de Newton. La seconde, chapitres 3 à 6, annexe 3 a pour objet les conséquences qui en découlent dans le cadre de la physique théorique en général.

Première partie

Lorsqu'on applique la mécanique newtonienne à certains systèmes isolés comprenant des composantes à vitesses relatives, les calculs aboutissent à une contradiction avec le théorème du centre de masse donc avec l'équation fondamentale de *Newton*. Le centre de masse se déplace par rapport à un repère fixe (sans accélération). On peut cependant rétablir la cohérence en tenant compte d'une masse complémentaire correspondant à l'effet inertiel des forces de Coriolis tangentielles des composantes à trajectoire relative. Ceci revient à attribuer à la masse newtonienne une nature pseudo-tensorielle variable et non scalaire. Il s'est avéré au fil des recherches sur les conséquences de la mobilité des centres de masse une analogie surprenante entre les solutions newtoniennes et relativistes. Le fait tient à une similitude formelle mais non conceptuelle des formulaires. La variante newtonienne respecte les principes de conservation de l'énergie et de la masse. Cette généralisation de l'équation fondamentale de Newton constitue une alternative à la théorie de la relativité pour l'explication de nombreux phénomènes physiques comme celle du décalage de la précession de la planète Mercure et des vitesses de rotation des étoiles dans les galaxies.

Deuxième partie

Cette mécanique newtonienne généralisée nécessite une dynamique intégralement inertielle dans l'espace y compris les effets gravitationnels. Elle implique donc l'existence d'une structure inertielle de l'espace interactive avec les objets matériels, c'est à dire un milieu inertielle. Un fluide parfait, limite ultime des condensats d'atomes à la température du zéro absolu remplit toutes les conditions d'un tel milieu. Ce milieu est isotrope, homogène donc non particulière, à viscosité nulle, compressible et possède un potentiel de densité au moins égal à la densité réelle du noyau de l'atome. En effet la matière est constituée de parcelles de ce fluide en mouvement tourbillonnaire ayant acquis du fait de leur mouvement les propriétés de 'masse inertielle'. La pérennité des particules élémentaires est illimitée en vertu du principe de Helmholtz en mécanique des fluides. L'ensemble des interactions dans ce fluide, c'est à dire les forces fondamentales à l'œuvre dans l'univers (interaction forte et faible, gravité, forces électromagnétiques) s'interprètent de façon cohérente par le jeu combiné des forces de

Bernoulli, d'Archimède et des effets centrifuges et centripètes. Ce fluide universel est donc responsable de la gravitation: un flux expansif du fluide détermine une poussée centrale par l'effet Bernoulli. La dualité matière/onde et la quantification des interactions se conçoivent aisément dans ce cadre si on applique les principes et les formules de la mécanique des fluides.

Summary

Note : This study consists of two parts. The first one, chapters 1 and 2, annex 1, 1a and 2, concerns a generalization of the fundamental equation of Newton. The second (chapters 3 to 6, annex 3) deals with the consequences which follow from it within the framework of theoretical physics in general.

First part

When we apply the Newtonian mechanics to certain isolated systems including constituents with relative speeds, the calculations end in a contradiction with the theorem of the center of mass thus with the fundamental equation of Newton. The center of mass moves with regard to a fixed mark (without acceleration).

We can however restore the coherency by taking into account an additional mass corresponding to the inertial effect of the tangential Coriolis forces of constituents with relative trajectory. This means to grant a variable pseudo-tensorial nature to the Newtonian mass instead of a scalar nature.

There was in the course of the researches on the consequences of the mobility of the centers of mass a surprising analogy between the Newtonian and relativist solutions. This relies on the formal but not conceptual similitude between formulary. The Newtonian variant respects the principles of conservation of energy and mass.

This generalization of the fundamental equation of Newton gives an alternative to the theory of relativity for the explanation of numerous physical phenomena like the gap of the perihelia of the planet Mercury and the rotation speeds of stars in the galaxies.

Second part

This generalized Newtonian mechanics requires an full-inertial dynamics in the space including the gravitational effects. It thus implies the existence of an inertial structure of the space in interaction with the materials objects, i.e. an inertial environment.

A perfect fluid, ultimate limit of the condensat of atoms at the temperature of the absolute zero fulfills all the conditions of such an environment. This environment is isotropic, homogeneous thus non-corpuseular, has a null viscosity, is compressible and has a potential of density at least equal to the real density of an atom. Indeed the matter is constituted of morsels of this fluid in whirling movement having acquired the properties of 'inertial mass' because of their movement.

The durability of the elementary particles is unlimited according the principle of Helmholtz in fluids mechanics. All interactions in this fluid, that is the fundamental strengths at work in the universe (strong and weak interaction, gravity, electromagnetic strengths), can be interpreted in a coherent way by the combined action of the strengths of Bernoulli, Archimedes and the centrifugal and centripetal effects.

This universal fluid is thus responsible for the gravitation : an expansive stream of the fluid determines a central push due to the Bernoulli effect. The duality matter/wave and the quantification of the interactions can easily be imagined in this frame if we apply the principles and the formula of the fluids mechanics.

Introduction

Première Partie

Il s'avère que l'application de la mécanique newtonienne à un système matériel isolé incluant des objets à mouvements relatifs aboutit de façon incontournable à une contradiction avec le théorème du centre de masse et par voie de conséquence avec le principe de conservation de l'énergie. Les calculs concluent à une mobilité du centre de masse de ce système considéré comme libre de toute force extérieure. Ce point, censé concentrer toute la masse du système devrait être immobile par rapport à un repère galiléen, c'est à dire dépourvu d'accélération instantanée tant qu'il n'est pas soumis à une force extérieure.

En effet, on postule en mécanique rationnelle que les forces intérieures au système matériel n'ont aucune influence sur le comportement cinétique du centre de masse. Par contre, toute interaction provenant de l'extérieur imprime à cette masse ponctuelle un effet inertiel défini par l'équation fondamentale de Newton, $\mathbf{F} = m\boldsymbol{\gamma}$. Cette force \mathbf{F} , appliquée au centre de masse, transmet une accélération $\boldsymbol{\gamma}$ à tout le système représenté par son centre de masse. Elle est donc représentative du comportement cinématique et dynamique de l'ensemble du système.

Des observations et résultats expérimentaux en astronomie et dans le domaine des particules élémentaires ainsi que l'application rigoureuse des mathématiques différentielles confirment cependant que les centres de masse réel de systèmes matériels bougent sous l'effet des seules forces intérieures au système. Ces anomalies ont été interprétées comme des conséquences de la théorie de la relativité de Einstein. (décalage des périhélie des planètes, variabilités des masses des particules élémentaires etc.) Pourtant, elles s'expliquent parfaitement par une application cohérente des principes de la mécanique classique de Newton, développée dans la première partie de cette étude.

Dans un système matériel isolé sujet à des mouvements relatifs, les forces de Coriolis engendrent des mouvements (accélérations) du centre de masse par rapport à un repère fixe. Il s'avère que le rôle complémentaire des forces de Coriolis dans le bilan inertiel interne de tels systèmes est à l'issue de ces mouvement apparemment en contradiction avec le principe du centre de masse.

Or, à toute force dans un système inertiel il est possible d'associer une masse correspondante. L'équation fondamentale de Newton nous fournit facilement la valeur de la masse correspondant aux forces de Coriolis. Ces masses complémentaires correspondent aux effets inertiels liés aux mouvements relatifs des composantes du système matériel. Il suffit d'introduire cette fraction de masses de "Coriolis" dans le bilan des masses pour compenser la répar-

tion des asymétries inertielles des masses réelles. La répartition de ces masses complémentaires dans le système rétablit la fonction du théorème du centre de masses qui semblait être mis en défaut par ces mouvements inattendus. Elles permettent en même temps de quantifier ces mouvements en appliquant strictement les principes fondamentaux de Newton.

Ce sont les échanges de quantités de mouvement lors d'interactions entre des composantes à l'intérieur du système qui se répercutent sur le comportement cinématique du centre de masse. Ceci est le cas en particulier pour des trajectoires courbes de parcelles matérielles à la suite d'un effet d'interaction interne dans le système. L'un des fragments gagne en vitesse, l'autre en perd par rapport à sa vitesse initiale lors de l'interaction. L'un gagne un potentiel d'énergie cinétique par rapport aux autres composantes du système alors que l'autre fragment en perd autant.

La masse d'un corps étant définie par son inertie, le centre de masse d'un système matériel devrait donc correspondre à son centre d'inertie. Ceci est vrai tant que la vitesse d'un objet n'est pas une vitesse relative dans un système physique. Deux objets de même masse à vitesses relatives différentes n'ont pas la même valeur inertielle. Leur centre de masse ne correspond donc pas à la position du centre de masse réel. Les déplacements relatifs de parcelles d'un système entraînent une asymétrie des effets inertiels qui sont précisément quantifiées par les forces de Coriolis ! Ces forces permettent d'attribuer une masse complémentaire à l'un des fragments et un déficit de masse à l'autre fragment en mouvement relatif.

Ces masses spécifiées dans cette étude comme "masses de Coriolis" ont quelques propriétés particulières démontrées dans le chapitre 2 et dans l'annexe 1. Issues d'un échange de quantité de mouvement, elles sont toujours égales et de valeur algébrique opposée. Elles sont donc de nature pseudo-scalaire ou, en généralisant, pseudo-tensorielle. En particulier la *somme scalaire* des "masses de Coriolis" dans un système isolé est nulle contrairement à leur *somme vectorielle*. L'utilisation de leurs valeurs négatives est mathématiquement correcte. Pratiquement, elles représentent une masse positive positionnée à l'opposé de leur centre de rotation. Ce fait introduit une asymétrie dynamique dans le système dont ils dépendent. Etant donné que leur somme scalaire est nulle, la somme des énergies potentielles des masses dans l'ensemble du système matériel dont ils dépendent est invariante. Il n'en est pas de même de l'énergie individuelle de l'objet à mouvement relatif.

Peu à peu, lors de l'élaboration, de la présentation, de la discussion de ces travaux, il s'est avéré que les formulaires et les résultats obtenus avaient une similitude frappante avec les formulaires relativistes de Einstein et constituaient une alternative newtonienne à cette théorie pour l'explication de nombreux phénomènes physiques. A citer le calcul du décalage du péri-

hélium de Mercure, la correction dans le calcul des trajectoires de satellites et la variabilité de la masse des particules élémentaires. En effet, la forme des équations des masses variables d'objets à mouvements relatifs coïncident de façon frappante avec celles de la relativité de Einstein et l'adjonction de masses complémentaires variables de type "Coriolis" aboutissent à des courbes qui suivent de très près celles qui dérivent des hypothèses relativistes. Il s'avère finalement que ces similitudes ne sont pas les faits du hasard. En effet, le formalisme relativiste se fonde sur celui de Newton ajusté à une quatrième dimension (espace-temps) qui tient compte de l'invariabilité et la vitesse de la lumière dans le vide. Elles reposent sur des considérations conceptuelles différentes sur un formalisme mathématique bilatéral.

Deuxième Partie

Une mécanique newtonienne généralisée intégralement inertielle (sans effet inertiel, pas d'effet dynamique) telle qu'elle est proposée et développée dans la première partie implique, contrairement à la notion du vide de la relativité de Einstein, un milieu physique de transmission de tous les effets dynamiques y compris ceux de la gravitation et de l'électromagnétisme.

Le seul substrat qui réponde aux conditions requises est un fluide parfait de viscosité nulle, isotrope, homogène, donc non corpusculaire. Cette substance est au repos à la température du zéro absolu. Elle est alors indétectable par quelque moyen que ce soit (d'où l'échec de mise en évidence de "l'éther") et correspond au vide absolu tant qu'elle n'est pas mobilisée par des circulations et des turbulences. Dans ce cas elle se matérialise en matière pesante ou donne naissance à des ondes mesurables.

La "matière" est donc constituée par des parcelles de ce même fluide ayant acquis, du fait de leur mise en mouvement, les propriétés de "masses inertielles." Conformément aux propriétés d'un fluide parfait, il en résulte des particules élémentaires sous forme de tourbillons à pérennité stable (constituants des atomes, électrons) ou d'existence temporaire (photons, particules élémentaires transitoires fugitives.) Le phénomène correspond au développement par turbulence d'une gamme de tourbillons conformément aux lois de la mécanique des fluides. Le processus évoque le développement de la cascade de tourbillons dont les tailles sont échelonnées suivant la théorie de *Kolmogorov* en adoptant le point de vue de *Swift* adopté à un liquide parfait.

La dualité matière/onde et la quantification des interactions se conçoit aisément dans ce cadre si on applique les principes et les formules de la mécanique des fluides. L'énergie de la matière et des ondes n'est autre que la transformation en énergie cinétique de l'énergie potentielle dérivant de la densité latente du fluide parfait universel. Cette dernière est au moins

égale à la densité la plus élevée connue de la matière, par exemple celle du noyau de l'atome ou celle des étoiles à neutrons dans l'espace.

Ce milieu est compressible. Les différences de pression induites en son sein en vertu des principes de Bernoulli, d'Archimède par les forces centrifuges, de Coriolis, des turbulences et de phénomènes ondulatoires entraînent des expansions locales qui se répercutent finalement par une cinématique complexe sur l'ensemble de cet univers fluide. L'expansion de l'univers est une conséquence directe de la création de matière dans l'univers. En effet, les "tourbillons-matière", phénomènes dynamiques, constituent des zones de minimum de pression donc de densité réduite du fluide universel. Ainsi la conception de création de la matière dans un univers chaud à la suite du Big Bang pourrait être remplacée par celle d'une création intermittente de matière dans un univers froid.

L'hypothèse selon laquelle l'espace vide aurait les propriétés d'un fluide parfait se confirme de plus en plus en conclusions des progrès et résultats récents de la physique expérimentale dans le domaine des très basses températures. (Hélium liquide suprafluide, condensats de matière, supraconducteurs, plasma.

Les forces fondamentales à l'œuvre dans l'univers (interactions forte et faible, gravité, forces électromagnétiques) s'interprètent de façon cohérente par le jeu combiné des forces de Bernoulli, d'Archimède et des effets inertiels centrifuges ou centripètes au sein du fluide universel. Un flux expansif du fluide détermine une poussée centrale par l'effet Bernoulli. Le formulaire des forces qui en résultent est équivalent à l'expression de la gravitation universelle.

Un atome (tourbillon-matière) dont le centre de masse est fixe par rapport à un repère galiléen ne dissipe pas d'énergie dans le milieu environnant. Il n'en est pas de même du tourbillon soumis à une trajectoire courbe dans ce milieu du fait, par exemple de l'agitation thermique. Le mouvement relatif se combine alors au mouvement d'entraînement. Il en résulte un mouvement du centre de masse conforme à la somme des masses variables newtoniennes, clefs de voûte de la première partie de cette étude. L'atome dissipe alors une énergie quantifiée par les caractéristiques du tourbillon et des forces de Coriolis. Ces mouvements relatifs du centre de masse se répercutent sur le fluide ambiant et provoquent les ondes électromagnétiques (interprétation physique du rayonnement d'un corps noir.) Les effets Coriolis sont donc le moteur de l'énergie dans l'univers.

La notion du fluide parfait universel permet d'interpréter certains phénomènes n'ayant pas d'explication satisfaisante dans le cadre des théories actuellement en vigueur. Ainsi, elle concrétise la "masse noire" et "l'énergie noire". Elle explique la vitesse de rotation des étoiles

dans les galaxies non conforme aux courbes théoriques déterminées dans la cosmologie actuelle. C'est l'effet de l'expansion du fluide parfait qui explique ces phénomènes.

La vitesse de la lumière dans le "vide" en tant que vitesse limite de transmission d'un signal quelconque est une caractéristique physique du fluide parfait universel. Les lentilles gravitationnelles correspondant à la réfraction consécutive aux variations de densité de ce même milieu en interaction avec la présence et/ou la formation de matière.

L'ensemble des effets dynamiques du fluide parfait se substitue aux interactions hypothétiques d'attraction, d'appariement ou de répulsion réciproque invoqués en physique courante atomique et en physique des particules élémentaires courante.

Les hypothèses proposées permettent donc de construire une théorie cosmologique alternative à celles qui sont en vigueur à l'heure actuelle et contribuent ainsi à la résolution du vieil énigme de l'unification des forces et de la matière. Elle amène une solution intégrale du problème de l'équivalence dynamique des mouvements inertiels et du repos. Elle implique un mécanisme une interaction réciproque d'un milieu réel universel sur les objets de notre univers. Einstein avait reproché l'absence de cette conception dans les travaux de Newton. Dans cette étude ce concept est réalisé est par les principes de ce dernier.

Prologue

L'histoire d'une station spatiale avec un centre de masse rebelle.

"C'est indéniable, vous avez raison. Notre force de Coriolis fait bouger le centre de masse dans notre repère galiléen. Vous avez maintenant deux possibilités : soit, vous renouvelez toute la physique, soit, vous reniez Fermat, Pascal, Newton et Leibniz. Je préférerais que vous changiez la physique."

Telle était la conclusion d'un de mes professeurs de mécanique rationnelle lors de mes études, il y a quelque soixante-cinq ans, à la fin de la discussion d'un problème relatif à un exercice de mécanique rationnelle.

Il s'agissait de calculer les effets d'interactions provoquées par les déplacements d'astronautes se déplaçant dans une station spatiale. Le spationef était considéré comme **intégralement isolé** dans l'espace. A cette époque les satellites de construction humaine n'existaient que dans la littérature futuriste. On doutait encore, entre autres prob-



lèmes, de l'aptitude de la physiologie humaine à supporter les effets de *l'apesanteur*. Afin de contourner cette difficulté, la station de forme torique était sensée tourner dans l'espace autour de son axe central. Cette rotation provoquait des forces centrifuges simulant un *pseudo-poids* radial aux astronautes et à tout élément propre à la station.

Deux astronautes (de même masse) se déplacent simultanément, avec des vitesses égales mais de sens opposé, le long de la paroi courbe en même temps que le satellite tourne autour de son axe central (figures 1, 2 et 3, exemple de calcul voir annexe 1 et 1a). Les forces centrifuges qui les plaquent contre la paroi simulent un pseudo-poids. La vitesse de rotation du premier astronaute dans l'espace s'ajoute à celle de la rotation du satellite, celle du second s'en déduit. Il en résulte des différences des forces centrifuges. Le premier astronaute dira peut-être, "tiens, je suis tout à coup moins lourd que toi, toi tu tombes, moi je m'envole". On peut considérer ces effets momentanés agissant sur les deux cosmonautes comme des variations passagères de leurs "pseudo-poids", variables lors de leurs mouvements relatifs par rapport à leur station.

La position du centre de masse de cette station par rapport à son axe géométrique central, figure 2, (calculs : annexe 1a) dépend des positions instantanées de ses éléments constitutifs, y compris les astronautes. Elle varie en fonction des effets des forces internes induites par des déplacements réciproques relatifs d'objets mobiles et des personnes. Le centre de masse d'un système matériel supposé absolument isolé dans l'espace, comme notre satellite, est censé rester immobile par rapport à un repère fixe, indépendant de la station.

Or, mes calculs prouvaient qu'il vagabondait (calculs : annexe 1a) par rapport à un tel référentiel (nommé galiléen), ce qui est strictement en contradiction avec le théorème du centre de masse, l'un des principes de conservation fondamentale en physique. Pourtant mes calculs étaient reconnus comme absolument corrects.

Le problème discuté était de taille, pour ne pas dire quasi-dramatique à cette époque. L'analyse des résultats réfutait le *théorème du centre de masse*, principe équivalent à *l'équation fondamentale* de la mécanique rationnelle de Newton, $\mathbf{F} = m\boldsymbol{\gamma}$ qui lie le concept force \mathbf{F} à la valeur inertielle m de la masse et à $\boldsymbol{\gamma}$, son accélération.

Je ne pouvais me douter à cette époque que cet entretien serait le prologue d'une suite de discussions et de débats plus ou moins intenses avec des physiciens, astronomes et mathématiciens au fil des années durant ma vie. J'avais exposé le problème à l'occasion d'un congrès de didactique de physique international à l'université de Giesen en Allemagne et lors d'une conférence devant la société astronomique de Strasbourg.

Certains de mes interlocuteurs considéraient le problème du centre de masse vagabond, incontestable sur le plan mathématique, comme une sorte de singularité de la physique qui devrait se révéler tôt ou tard comme une simple erreur de raisonnement.

La notion d'un "système étendu" a été évoquée à une certaine époque dans les discussions. Ce concept s'accommoderait avec les dérives du centre de masse dans un système à "parties mobiles complexes". Le problème restait cependant entier.

Notons que les mathématiciens *Fermat, Pascal, Newton et Leibniz* cités par mon professeur lors de la discussion de notre problème avaient développé le calcul différentiel dans le but de déterminer :

- a) la tangente à une trajectoire courbe quelconque.
- b) la vitesse et l'accélération d'un objet à mouvements quelconques.

L'application du calcul différentiel à la mécanique rationnelle conduit de façon incontournable à **l'identité de la notion du théorème du centre de masse et de l'équation fon-**

damentale de *Newton*. Elle est indépendante de l'étendue et de la complexité d'un système matériel.

Divers arguments avaient fait apparaître, déjà à une période assez précoce, une similitude formelle mathématique avec les principes de la théorie de la relativité d'*Einstein*, hypothèses qui ne manquaient de créer parfois un climat d'entretien assez controversé, souvent passionné. Je n'oublierais jamais un chercheur qui avait étudié mon manuscrit sans trouver d'objections formelles, me conjurant, les bras levés vers le ciel, avec les mots: "faites tout ce que vous voulez, mais n'attaquez jamais *Einstein*".

Je ne cite pas cet épisode pour la petite histoire. L'émergence d'une équivalence d'application de certains principes de la mécanique *newtonienne* et de celle d'*Einstein*, lors de mes discussions concernant le comportement réfractaire du centre de masse de mon satellite était inévitable. Il s'avérait que certaines notions newtoniennes divergentes de celles relativistes concernant la **valeur inertielle et gravitationnelle de la masse**, explicitaient aussi bien les déplacements inattendus du centre de masse de mon satellite que les décalage des périhélie des planètes comme notamment celle de la planète Mercure, la variabilité de la masse des particules élémentaires en fonction de leurs vitesses relatives et d'autres phénomènes physiques en discussion.

En particulier la variabilité de la valeur inertielle de la masse, qui semblait être une notion purement relativiste, se vérifie tout autant en mécanique newtonienne en relation avec la mobilité du centre des masses lors de mouvements relatifs des composantes.

Chapitre 1

Une considération critique de la notion "valeur inertielle de la masse"

1.1. La notion masse

La notion 'masse' définit une propriété fondamentale de la matière. On distingue la masse inerte et la masse gravitationnelle. Le poids, est une grandeur liée à un phénomène physique particulier, la pesanteur. Le concept *masse* admet qu'on peut faire correspondre à toute particule m_i existant dans l'univers, une grandeur *scalaire "masse"* liée à l'équation fondamentale de *Newton* $F=m\gamma$, définissant ainsi le comportement dynamique d'une particule. Elle se calcule donc par $m_i = |F_i/\gamma_i|$. Cette forme traduit le rôle de la valeur masse comme coefficient inertielle en caractérisant la résistance d'un corps au changement de son état de mouvement instantané, c'est à dire à une accélération ($\gamma = F/m$) quelconque. La valeur de la masse est considérée comme invariante en physique classique.

1.2. La force

La force $F=m\gamma$ agissant sur une particule de valeur de masse m_i , déterminée par un pesage sur une balance, par le calibrage des forces d'extension d'un ressort dynamométrique ou par toute autre méthode, quantifie la valeur inertielle d'une particule au sein d'un système matériel. La masse se définit sous cette forme par la réponse dynamique d'un corps à une force absolument quelconque, d'origine inertielle, gravitationnelle, électrique, magnétique ou autre. L'inertie totale d'un système matériel de masse M correspond à celle de la somme de ces particules, donc à $M = \sum m_i = \sum |F_i/\gamma_i|$.

1.3. Le théorème du centre de masse

Ce théorème, **un des principes de conservation de la physique**, est équivalent à celui de la **conservation de la quantité du mouvement** $p = mv$ dans un système isolé. La relation

$$M_r = \sum_{i=1}^n m_i r_i \quad \text{détermine la position du centre de masse d'un système de masse } M \text{ consti-}$$

tué de n particules de masses $m_i (i=1,2,\dots,n)$ dont les r_i sont les vecteurs-position dans le repère choisi. Dérivons successivement deux fois par rapport au temps la relation en calculant la position du centre des masses m_i défini par le vecteur de position r_i dans un système matériel

quelconque : \mathbf{r}_i : rayon vecteur par rapport à l'origine du repère ; m_i : valeur de la masse i en question, \mathbf{v}_i : vecteurs vitesse ; $M : (\Sigma_i) =$ somme des masses $i = 1,2,3,\dots$; γ_i : accélération ; F : Force

$$M \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \sum m_i \mathbf{v}_i \text{ et } M \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2} = \sum_{i=1}^n m_i \gamma_i \equiv \Sigma \mathbf{F}_i \equiv \text{deuxième loi de Newton.} \quad (1)$$

Donc : *Le mouvement du centre de masse d'un système est identique à celui d'un point matériel de masse $M = \Sigma m_i$, soumis à la résultante des forces qui lui sont appliquées.*

Cette démonstration prouve que le concept du centre de masse est équivalent à la notion de l'équation fondamentale de *Newton*. Elle se base sur une double dérivation, procédé mathématique découvert par *Newton, Leibniz, Ferma et Pascal*, d'où la remarque de mon professeur citée précédemment, proposant "d'essayer plutôt de renouveler la physique que la mathématique afin d'expliquer le comportement illégitime de mon centre de masse".

1.4. L'équation fondamentale dans un repère mobile

Dans un repère mobile (non galiléen) la forme de l'expression de la force inertielle \mathbf{F}_i se transforme comme suit par rapport à un référentiel galiléen :

$$m_0 \gamma_r = m_0 \gamma_{r'} + m_0 \left[\frac{d^2 \mathbf{s}}{dt^2} + \frac{d\mathbf{\Omega}}{dt} \wedge \mathbf{r} + \mathbf{\Omega} \wedge (\mathbf{\Omega} \wedge \mathbf{r}) \right] + m_0 2\mathbf{\Omega} \wedge \mathbf{v}_r \quad (1b)$$

\mathbf{F}_I : Abs. ↑ Rel. ↑ d'entraînement ↑ de Coriolis ↑

Sous forme analytique tensorielle elle se présente comme suit:

$$m_0 \gamma^i = m_0 \left[\frac{d^2 y^i}{dt^2} + \varepsilon^{ijk} \frac{d\Omega_j}{dt} - r_{ke} \varepsilon^{ijk} \Omega_j \varepsilon^{klm} \Omega_l r_m \right] + m_0 \frac{dv_{rel}^i}{dt} + m_0 2\varepsilon^{ijk} \Omega_j v_r r_k \quad (1c)$$

\mathbf{F}_{Iabs} : Abs ↑ [\mathbf{F}_{entr} (d'entraînement)] ↑ \mathbf{F}_{rel} (Relative) ↑ \mathbf{F}_{Cor} (de Coriolis)

La forme la plus générale de l'équation $\mathbf{F}_i = m_i \gamma_i$ pour le calcul de l'action inertielle instantanée d'un point matériel animé d'une vitesse \mathbf{v} sur une **trajectoire courbe quelconque** est donnée par la relation tensorielle suivante (2a): où Γ_{kh}^i : symbole tensoriel de Christoffel défini

la courbure de la trajectoire d'un objet et $\frac{dy^h}{dt} \frac{dy^k}{dt}$ sont les composantes vitesses de l'objet sur les bases \mathbf{e}_r et \mathbf{e}_n .

$$f^i = m \gamma^i = m \frac{d^2 y^i}{dt^2} + m \Gamma_{kh}^i \frac{dy^h}{dt} \frac{dy^k}{dt} \quad (2a)$$

$$\text{Forme vectorielle équivalente : } F = m \left(\frac{dv}{dt} e_t + \frac{v^2}{\rho} e_n \right) \quad (2b)$$

Dans la forme (2b) le terme $F_t = m \frac{dv}{dt} e_t$ calcule la force tangentielle à la trajectoire, le terme $F_n = -m \frac{v^2}{\rho} e_n$ la force centripète perpendiculaire (normale) à cette trajectoire.

Appliquons cette formule, sous diverses variantes équivalentes, au calcul des forces appliquées à nos astronautes. Ils viennent de se quitter simultanément (accélérations réciproques du départ) : $F_t = \pm m \frac{dv}{dt} e_t$ pour se déplacer en sens opposés à vitesses uniformes v_s le long de la paroi circulaire de leur station tournant conjointement avec une vitesse angulaire de $\Omega = v_e \cdot \rho$ où (v_e = vitesse d'entraînement) autour de son axe de rotation central.

Il y a échange de quantités de mouvement des $p_i = m_i v_i e_t$, au départ des deux astronautes. Donc, conformément au principe de la conservation des *quantités de mouvement*

$$p_1 m_1 = p_2 m_2 \quad (3)$$

La composante tangentielle $F_t = m \frac{dv}{dt} e_t$ est nulle étant donné que la vitesse de déplacement des astronautes le long de la paroi est uniforme (accélération tangentielle admise nulle). Nous ne considérons donc que la seconde composante de la formule (2).

$$1^{\text{ère}} \text{ forme : } F_t = m \frac{v^2}{\rho} e_n \quad (4)$$

Où v est la vitesse tangentielle absolue d'un astronaute dans le système, F la force centrifuge et ρ le rayon de courbure de la paroi.

Substituons les vitesses d'entraînement et relative à la vitesse absolue : $v_e \pm v_r = v_{\text{abs}}$.

Le terme v_e étant la vitesse de rotation tangentielle de la station, $\Omega = v_e / \rho$ et v_r la vitesse relative d'un astronaute. Considérons en même temps l'exemple de la figure 5.

$$2^{\text{ème}} \text{ forme équivalente : } F_t = m \frac{(v_e \pm v_r)^2}{\rho} e_n \quad (5)$$

$$\text{Nous développons le polynôme } (v_e + v_r)^2 = v_e^2 + v_r^2 \pm 2v_e v_r \text{ donc :} \quad (6)$$

$$3^{\text{ième}} \text{ forme équivalentes : } \mathbf{F}_t = m \frac{(v_e^2 + v_r^2 \pm 2v_e v_r)}{\rho} \mathbf{e}_n \equiv \mathbf{F}_t = \frac{m(v_e^2 + v_r^2) \pm 2m v_e v_r}{\rho} \mathbf{e}_n \quad (7)$$

Nous trouvons donc par un simple développement du polynôme (6), une expression **partielle** (7) de la forme quadratique complète (8) correspondant à la décomposition de l'équation $\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}(\mathbf{v}_e^2 + \mathbf{v}_r^2) \equiv \frac{d\mathbf{p}}{dt}(\mathbf{v}_{abs}^2)$ en composantes de forces d'entraînement, relatives et complémentaires, dites de Coriolis : (vitesse entr.: $\boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{r} = \mathbf{v}_e$; vitesses relatives \mathbf{v}_{rel})

$$\mathbf{F}_{abs} = m\boldsymbol{\gamma}_{abs} = m\boldsymbol{\gamma}_{rel} + m \left[\frac{d^2 \mathbf{s}}{dt^2} + \frac{d\boldsymbol{\Omega}}{dt} \wedge \mathbf{r} + \boldsymbol{\Omega} \wedge (\boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{r}) \right] + 2m \boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{v}_{rel} \text{ équivalente à } \mathbf{F} = m\boldsymbol{\gamma} \quad (8)$$

La force de Coriolis complémentaire $2m\boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{v}_{rel}$ est donc implicite dans $\mathbf{F} = m\boldsymbol{\gamma}$ et par conséquent pareillement dans la forme $\mathbf{F}_t = m \frac{v^2}{\rho} \mathbf{e}_n$, expression quantifiant la composante de l'effet inertiel normal (cf. formule (1)) de $\mathbf{F} = m\boldsymbol{\gamma}$ sur une trajectoire courbe.

Appliquons ces formules au calcul des forces centrifuges agissant sur les astronautes dans notre station spatiale, figure 3, ($\rho = r =$ rayon au centre de la station) et $\mathbf{v} = (\boldsymbol{\Omega} \pm \boldsymbol{\omega}) \wedge \mathbf{r}$.

Le tableau 1 résume les effets dynamiques internes à la station spatiale dues aux déplacements relatifs des quatre astronautes dont deux mobiles. Chaque figure (astronaute) incolore est représentative pour une masse (au repos) d'une valeur de 80kg. Celles en rouge sont spécifiques des valeurs de masses complémentaires compensatrices des effets relatifs 'de Coriolis'. La résultante des forces, induites par la rotation du satellite et par les mouvements des astronautes passe par le *centre de masse* du système matériel. Le point Cdm2 dans la figure figure 3 et 4 représente le centre de masse classique des 4 astronautes au repos (tableau : colonne 2 et 3). Le centre Cdm1 correspond aux valeurs de masse complémentaires "de Coriolis" (tableau : colonne 4) et le centre instantané CDM 3 (colonne 5 du tableau) à l'action des masses au repos combinée aux effets des forces de Coriolis.

Or le centre Cdm3 correspond au théorème du centre de masse !

Ecrivons la formule (8) sous une forme simplifiée en fonction des données sur la figure 3 associée aux formules résultant de la décomposition des accélération dans des mouvements relatifs (Les couleurs titres correspondent à celles des vecteurs forces de la figure 2) :

$$\mathbf{F}_{\text{abs}} = \left[m \frac{v_e^2}{\rho} \mathbf{e}_n + m \frac{v_r^2}{\rho} \mathbf{e}_n \right] \pm \frac{2m v_e v_r}{\rho} \mathbf{e}_n \quad (9)$$

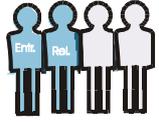
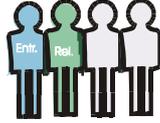
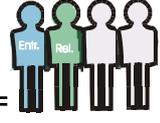
	↓	↓	↓	↓		
Forces (Effets Inertiels) $\mathbf{F} = m\mathbf{y} =$	$\mathbf{F}_{\text{abs}} \text{ Absolue}$ $m \mathbf{v}_{\text{abs}}^2 / r$	□	$\mathbf{F}_e \text{ entraîn.}$ $m_0 v_e^2 / \rho$ $m(\boldsymbol{\Omega} \wedge (\boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{r}))$ $m(\boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{v}_e)$ 40kg	$\mathbf{F}_r \text{ relatives}$ $+ m_0 v_r^2 / \rho$ $+ m(\boldsymbol{\omega} \wedge (\boldsymbol{\omega} \wedge \mathbf{r}))$ $+ m(\boldsymbol{\omega} \wedge \mathbf{v}_{\text{rel}})$ 40kg	$\mathbf{F} \text{ Coriolis}$ $+ 2m v_e \wedge v_r / \rho$ $+ 2m \boldsymbol{\Omega} \wedge (\boldsymbol{\omega} \wedge \mathbf{r})_{\text{Cor}}$ $+ 2m \boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{v}_{\text{rel}}$ $\pm 80\text{kg}$	$= \mathbf{F}_{\text{abs}} \text{ Absolue}$ $= m \mathbf{v}_{\text{abs}}^2 / r$ $= m(\boldsymbol{\Omega} \pm \boldsymbol{\omega})^2 \wedge \mathbf{r}$
masse $m = F/\gamma$	Scalaire. m		Scalaire : m_0	Pseudo.scal. : m	Pseudo.scal. : m	
Astron. 1	80kg		80kg	+ 80kg	= 160kg	
Astron. 2	80kg	□	80kg	+ (-80kg)	= 0kg apesanteur	
Astron. : 3 et 4 immobiles Ast	2x80kg		2x80kg $\Sigma = 320\text{kg}$	0kg	160kg (scalaire) $\Sigma = 320\text{kg}$	
Position du centre de masse Cdm1,2,3 dans fig. 4	Cdm2 = centre de masse réel des 4 astronautes en blanc 		Cdm2 = centre de masse réel des 4 astronautes en blanc 	Cdm3 = centre de masse des 2 astronautes représentant les masses Coriolis complémentaires: 	Cdm1 = Centre masse inertielle  + 	

Tableau 1 : Forces d'entraînement, relatives et de Coriolis.

La colonne (4) de ce tableau mentionne une valeur de masse "Coriolis" de -80kg (unité masse : MKS) par personne. Il n'existe évidemment pas de masse 'négative'. Cette valeur **pseudo-scalaire** (\equiv pseudo-vectorielle) **inverse la direction du vecteur de la force centrifuge** agissant sur le second astronaute (figures 2, 3 et 4) qui se déplace en direction rétrograde par rapport à la rotation d'entraînement de la station spatiale. Sa masse "Coriolis" complémentaire apparaît sous forme d'un astronaute N°2 'supplémentaire' de couleur rouge, **situé en position diamétralement opposée à sa vraie position en blanc. C'est à dire que l'effet centrifuge de la masse complémentaire 'de Coriolis' est inversé par rapport au centre de rotation de cet astronaute.**

Dans le cas spécifique des vitesses adoptées dans la figure les forces "de Coriolis" correspondent à des masses complémentaires de $\pm 80\text{kg}$. Leurs actions inertielle, dues à leurs

mouvements relatifs, se manifestent par **80kg de masse additionnelle** à celle du premier astronaute et de **80kg de masse déductible** de celle du second. Ce dernier est d'ailleurs à ce stade en état 'd'apesanteur' dans les champs de pseudo-pesanteur développé par les forces centrifuges.

A noter que les valeurs des forces de Coriolis résultant d'un échange de quantités de mouvements sont toujours égales et de signe contraire.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau 1 ci-dessus, ainsi que sur les figures 2, 3 et 4 pour constater une antinomie manifeste entre la notion de la valeur inertielle d'une masse exprimée dans l'équation fondamentale $F=m\gamma$ et utilisée moyennant ses différentes formes équivalentes (4), (5) et (7) :

Masse au repos astronautes (1) et (2) : colonne (1) est de: N°(1) 80kg et N°(2)= 80kg

Masse relatives astronautes (1) et (2) : colonne (5) est de: N°(1) 160kg et N°(2) = 0kg

Or la valeur d'une masse est définie par celle de son action inertielle donc par définition pour le même objet : une fois au repos 80kg et une fois 160kg et 0kg.

Il s'agit dans les deux lignes des valeurs inertielles (=masses par définition conventionnelles) des mêmes personnes strictement en même situation de déplacement (vitesse, position etc.) mais de valeurs inertielles actives dissemblables.

Il y a donc une divergence de définition fondamentale dans l'application de la valeur apparente de la masse d'un seul et même astronaute (dans le cas général d'un même objet), se trouvant dans les mêmes conditions physiques, moyennant deux formulations équivalentes résultants de la même forme fondamentale $F = m\gamma$.

A noter que la somme des masses au repos des astronautes (160kg) est identique dans les deux cas. Donc la somme des masses dans le système isolé est invariante alors que leurs valeurs dynamiques par rapport au centre de masse général varie.

Résumons, figures 3 et 4 : Les interactions des deux astronautes avec le centre de masse de la station correspondent aux valeurs de masses de base au repos (m_0) + les masses 'Coriolis' 160kg et 0 kg. Le centre des masses 'Cdm2' des quatre astronautes (4 x 80kg), correspondant à leurs positions instantanées réelles est situé sur l'axe de symétrie Ox de l'ensemble du système 'satellite'. Il est mobile et ne coïncide pas avec le vrai centre d'inertie (= centre de rota-

tion). Les effets inertiels, induits par leurs mouvements relatifs, sur l'équilibre de la station dans l'espace sont initiés par leurs pseudo-poids et non par leurs masses réelles 'au repos'. Ils varient en fonction des forces de Coriolis. Le mouvement du centre de masse du satellite se comporte en fonction **des poids [80kg+80kg+160kg+0kg] et non des masses m_0 de 4x80kg.**

Donc dans le "petit monde à part de ce satellite" isolé dans l'espace, la valeur de la masse (définition : masse = valeur inertielle) est variable. La valeur de la masse au repos est par contre invariante.

La somme m des masses réelles, $\sum_n m_0$, ($n_i = n$ particules de masse m_{i0}) d'un système matériel et des masses complémentaires fictives $\sum_n m_{Coriolis}$ (n_j particules de masse correspondant à la force de Coriolis) constitue la masse algorithmique variable d'un système matériel à mouvements relatifs. Ce principe est applicable, qu'il s'agisse du calcul du comportement dynamique de planètes, de galaxies, de particules élémentaires, d'une station spatiale ou des éléments d'un moteur.

1.5. La notion 'masse' est donc une valeur algorithmique pseudo-scalaire dans un espace 'axial'

Elle est définie en physique *newtonienne* par

$$m_0 = \| F / \gamma \| \quad (10)$$

Elle est considérée dans la mécanique classique comme scalaire par postulat étant donné que les vecteurs \mathbf{F} et γ sont par définition colinéaires. La masse inertielle d'un corps matériel est la cause et la valeur de son inertie, c'est à dire de son opposition à une accélération quelconque. Elle est donc définie par sa valeur m dans l'équation $\mathbf{F} = m\gamma$. On peut se poser la question de la pertinence d'un concept "scalaire" lié à deux espaces vectoriels "force" et "accélération". Considérons le problème de façon analytique :

Posons $\mathbf{F} = m\gamma$, opération nommée parfois *division vectorielle* en substituant l'étiquette vectoriel \mathbf{m} ($= m_0 \cdot \mathbf{e}_x$) à la valeur scalaire m_0 de la masse considérée. Une solution réelle de l'équation exige l'orthogonalité des vecteurs \mathbf{F} et γ^{-1} . La valeur de \mathbf{m} , considérée comme l'inconnue, est définie par :

$$\mathbf{m} = \mathbf{m} = \mathbf{F} \wedge \gamma^{-1} \quad (11)$$

Le terme γ^{-1} est le vecteur réciproque orthogonal au vecteur-accélération et colinéaire par définition au vecteur vitesse \mathbf{v} correspondant. Or, **dans un mouvement central** les *vecteurs-positions unitaires de vitesse et d'accélération* d'un point-masse, \mathbf{e}_v , \mathbf{e}_γ (et par conséquent \mathbf{e}_F)

ainsi que le vecteur de rotation d'entraînement instantané Ω sont par définition **orthogonaux**. Ils constituent une base naturelle \mathbf{e}_v (colinéaire à $\mathbf{e}_{\gamma-1}$), \mathbf{e}_F et \mathbf{e}_Ω **orthonormée**. Il en résulte : $\mathbf{e}_F \wedge \mathbf{e}_{\gamma-1} = \mathbf{e}_\Omega$. On peut donc écrire en utilisant la relation (a) ci-dessus :

$$F\mathbf{e}_F \wedge \gamma^{-1}\mathbf{e}_{\gamma-1} = m_0 \mathbf{e}_\Omega = \mathbf{m} \quad (12)$$

La notation \mathbf{m} en italique gras est proposée pour caractériser conjointement sa valeur *pseudo-scalaire*. Cette valeur est positive ou négative en fonction de la rotation directe ou rétrograde du repère mobile par rapport au référentiel axial défini soit de sens droit ou respectivement gauche. La notion *masse* est donc définie dans un espace lié à un référentiel axial par une valeur *pseudo-scalaire* \mathbf{m} .

Donc toute masse se déplaçant, suite à un échange de quantités de mouvement, sur une trajectoire courbe, hérite d'une valeur inertielle et d'une énergie potentielle complémentaires (= par définition : masse complémentaire) correspondant aux effets des forces de Coriolis dérivant d'un potentiel.

L'application de la notion newtonienne de cette variabilité de la masse complémentaire (de Coriolis) explique et quantifie le phénomène du déphasage des trajectoires d'objets à mouvements relatifs et en particulier, par exemple, celui du décalage du périhélie de la planète Mercure.

Cette notion de masse variable newtonienne appliquée, entre autres, au calcul du décalage du périhélie de la planète Mercure conduit à des résultats équivalents à la solution relativiste.

Chapitre 2

La masse 'variable' et le théorème du centre de masse. Deux concepts, celui de Einstein et celui de Newton. L'équation fondamentale généralisée.

2.1. La masse variable de Newton

Le centre de masse de ma station spatiale semblait donc récuser l'une des lois des plus fondamentale de la mécanique rationnelle de *Newton*. Il se comportait comme si **des masses fantômes se greffaient temporairement aux astronautes**, faussant ainsi leurs positions. Ces **masses complémentaires** et variables n'étaient, à première vue, pas moins hypothétiques que les masses matérielles-immatérielles relativistes.

Il s'avérait que ces masses problématiques n'étaient ni imaginaires ni fictives. Il s'agissait de fractions de valeurs de masses réelles des astronautes correspondant au gain ou à la perte **d'un potentiel inertiel et d'énergie** en fonction des variations de leurs vitesses de déplacement relatives par rapport à la rotation de la station. **Elles concordaient physiquement avec le terme "de Coriolis", dans les formules du calcul des forces centripètes (des pseudo-poids) des astronautes.**

2.2. Certaines particularités des forces de Coriolis

Les forces de Coriolis perpendiculaires à la vitesse radiale d'un corps, en rotation autour de son centre de masse, sont bien connues par leurs effets sur les mouvements du patineur lors d'une pirouette, figure 5A. Sa rotation est accélérée quand il ramène les bras au corps et ralentie quand il les écarte. Leurs influences sur les mouvements de l'atmosphère déterminent l'évolution du temps. Elles sont responsables de la formation des tornades dans l'atmosphère et on pourrait bien allonger la liste de leurs effets manifestes dans la nature. **Les effets inertiels "Coriolis" perpendiculaires à un mouvement tangentiel, figure 5B**, sur une trajectoire courbe échappent par contre parfois même à l'attention du physicien ou de l'ingénieur dans leurs calculs. Le fait est que, dans ces cas, leurs effets *complémentaires* sont **implicites dans les formules** du calcul des forces centripètes, donc du comportement dynamique.

Ce terme *complémentaire*, propre à la décomposition des accélérations dans un repère mobile, m'avait déjà intrigué la toute première fois qu'il apparaissait sur le tableau noir de notre salle de physique. L'incompatibilité avec le théorème du centre de masse était manifeste.

Les forces de Coriolis ont trois particularités qui s'avèrent d'une importance capitale :

- a) Elles sont toujours la conséquence d'effets dynamiques suite à des mouvements relatifs dans un système complexe cinématique.
- b) Elles résultent nécessairement de l'interaction entre deux ou plusieurs objets c'est à dire lors d'un échange de quantités de mouvement.
- c) Les forces de Coriolis résultant d'une interaction sont toujours égales mais de valeurs algébriques opposées.

Leurs effets inertiels, définissent la position du centre des masses réel du satellite, figures 3 et 4. Elles sont **asymétriques par rapport à la symétrie des masses réelles**, ce qui explique les déplacements inopinés du centre de masse de l'exercice d'antan de mes études.

Il n'était donc, comme mon professeur avait suggéré nécessaire de modifier ni les bases des mathématiques différentielles, ni celle de la physique. Il suffit de tenir compte de la complémentarité des masses "de Coriolis" dans les calculs dynamiques des systèmes matériels.

Considérons l'asymétrie de la position du centre des masses réelles par rapport à celle du centre d'inertie des astronautes dans les figures 3 et 4. Elle est déterminée par l'association des valeurs des masses de Coriolis (réelles) antisymétriques à la position de celle des masses réelles. Ce centre d'inertie correspond néanmoins à la définition du vrai centre de masse d'un système matériel, qui dit que: *le mouvement du centre de masse d'un système matériel (n particules ou solide) est identique à celui d'un point matériel de masse M ($M = \Sigma m_i$), soumise à la résultante des forces extérieures appliqués.* A noter que la résultante (vecteur-force) des forces d'entraînement et relatives passe par ce centre d'inertie et non par le centre des masses m_0 .

Dans un système matériel dont on connaît les positions, les vitesses et la géométrie des mouvements des masses, un intérêt majeur de la transformation des forces de Coriolis en composantes de masses fictives complémentaires consiste dans l'applicabilité d'un simple calcul de centre de masse pour déterminer la position du centre instantané d'inertie et donc centre de rotation du système. La position instantanée de cette masse ponctuelle est représentative pour l'ensemble du système.

2.3. L'aspect tensoriel de la valeur pseudo scalaire de la masse

La présentation de la démonstration vectorielle précédente sous forme tensorielle concrétise la nature tensorielle de la masse sous un aspect particulièrement intéressant.

On considère en général en physique les composantes du vecteur-position \mathbf{X} comme *contravariantes*. Les composantes des *vecteurs-vitesses* et *accélérations* (\mathbf{v} et $\boldsymbol{\gamma}$) liées à la notion *temps* de nature scalaire et à une position instantanée, sont par conséquent *contravariantes* ce qui implique la *covariance* aux composantes $\boldsymbol{\gamma}$ dans la relation $\mathbf{F} = m\boldsymbol{\gamma}$, ce qui est **en contradiction avec le constat précédent**. La valeur m ne peut donc être considérée avec certitude comme strictement scalaire.

Ecrivons l'équation $\mathbf{F} = m\boldsymbol{\gamma}$ sous la forme tensorielle $f^i \mathbf{e}_i = m_0 m^i_j \gamma^j \mathbf{e}_j$ soit :

$$f^i = m_0 \mathbf{e}^i \mathbf{e}_j \gamma^j \equiv \mathbf{f} = m_0 \mathbf{g}^i_j \gamma^j \quad (13)$$

Considérons la relation (c) sous la forme tensorielle $\mathbf{T} = \mathbf{f} \otimes \boldsymbol{\gamma} \in \mathbf{R}^3 \otimes \mathbf{R}^{3*}$ dont les composantes dans une base particulière sont les δ^i_j .

$$\text{On a: } \mathbf{T} = t^i_j (\mathbf{e}_i \otimes \mathbf{e}^{*j}) \quad \text{avec } t^i_j = \delta^i_j \quad (14)$$

Lors d'une transformation dans une autre base quelconque (\mathbf{E}_I) avec $\mathbf{E}_I = \mathbf{a}^i_I \mathbf{e}_i$, les nouvelles composantes de \mathbf{T} viennent.

$$T^I_J = b^I_i \mathbf{a}^i_J t^i_j = b^I_i \mathbf{a}^i_J \delta^i_j \quad (15)$$

Etant donné la forme de la suite de Kronecker δ^i_j mixte il ne subsiste que les termes pour lesquels $j = i$, les termes $i \neq j$ sont nuls, donc : $\delta^i_j = 1$

$$T^I_J = b^I_i \mathbf{a}^i_J . 1 \quad (16)$$

La somme sur i est équivalente au produit des matrices B et A (matrices vecteurs \mathbf{f} et $\boldsymbol{\gamma}$) où $B = A$. On constate dans la somme sur i , le produit des matrices B et A

$$T^I_J = b^I_i \mathbf{a}^i_J = [BA]^I_J = \delta^I_J \equiv \mathbf{m}/m_0 \quad (17)$$

Etant donné que $B = A^{-1}$ le produit BA est équivalent à la matrice δ^i_j et on a $T^i_j = \delta^i_j$.

Il existe donc un tenseur qui admet δ^i_j (opérateur-unité) comme suite de composantes dans toute base.

Le tenseur Euclidien $g^j = g^j$ équivalent à la suite de Kronecker δ^i_j est tensoriel. Il en est de même de la matrice-unité d'éléments δ^i_j , qui peut être considérée comme la matrice associée

dans toute base à l'opérateur unité. **Le tenseur (g^i_j), détermine la base (e^i_j) à une rotation près du trièdre de référence (direct ou rétrograde). Cette base est définie à un isomorphisme près.**

Une transformation des coordonnées ${}^3e_i \equiv -{}^3e_i$, les deux autres coordonnées restant fixe, c'est à dire une réflexion du système par rapport au plan O, x_1, x_2 , (symétrie orthogonale) détermine le passage d'un système axial gauche à un système axial droit. La matrice unité définie dans (11) se transforment comme suit.:

$$\text{Système: droit} \Rightarrow \delta_j^i = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad \text{gauche} \Rightarrow \delta_j^{i'} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \equiv \delta_j^i \cdot \delta_j^{i'} \quad (18)$$

On peut donc caractériser le concept masse (m_0, m) en l'assimilant à un opérateur unité de caractère tensoriel, δ_j^i , associé au scalaire m_0 de la relation (17) dans un espace $\mathbb{R}^3 \otimes \mathbb{R}^{3*}$.

Une rotation éventuelle du repère R autour de l'axe Ox^3 , par rapport à la base fixe (Galiléenne) R^3 , entraîne celle du repère R . Dans ce cas les variations élémentaires de_i des vecteurs de base réciproques sont définies par différentiation comme suit :

$$e_i \cdot e^k = \delta_i^k \quad (19)$$

$$d(e_i \cdot e^k) = e_i \cdot de^k + e^k \cdot de_i = 0 \quad (20)$$

Etant donné que $de_i = \omega^j_i \cdot e_j$ la relation (18) s'écrit. comme suit :

$$e_i \cdot de^k = -e^k \cdot (\omega^j_i \cdot e_j) = -\omega^j_i \cdot \delta_j^k = -\omega^k_i \quad (21)$$

Les quantités $-\omega^k_i$ constituent les composantes covariantes du vecteur de^k sur la base e^i . Il s'agit donc des composantes contravariantes sur la base réciproque e^i . On a donc :

$$de^k = -\omega^k_i \cdot e^i \quad (22)$$

La différentielle (de_i) du vecteur de la base e_i égale à $\omega^k_j e_k$ définie un axe orthogonal aux bases e_i et e_j . On reconnaît le produit extérieur $e_i \wedge e_j$ antisymétrique dans l'espace à 3 dimensions en coordonnées cartésiennes orthogonales. La base e_k correspond à l'axe de la *rotation d'entraînement* du système définissant un *tenseur* nommé *vecteur axial*. **Un tel système 'axial' change de signe en fonction d'un sens conventionnel d'une permutation circulaire**

entre les indices. Notre station spatiale est, par exemple, repérée dans un référentiel "gauche" conformément aux conventions usuelles mathématiques.

Le repère naturel de base $\mathbf{e}_r, \mathbf{e}_{\gamma-1}$ et \mathbf{e}_Ω ($\equiv \mathbf{e}_p, \mathbf{e}_v$ et \mathbf{e}_Ω) sur la trajectoire en question **est donc orthogonal par définition**, les trois bases résultant de la dérivation successive du vecteur de base \mathbf{e}_r de position de l'objet.

En se limitant à ce système droit et à une transformation orthogonale $|a_{pq}|$, le pseudotenseur $\varepsilon_{ijk} / |a_{pq}|$ du symbole d'antisymétrie (de permutation) de Levi-Civita (également nommé "système \mathbf{e} ") peut être exprimé par la déterminante nommée aussi système \mathbf{e} et correspondant au symbole d'antisymétrie ε_{ijk} :

$$\varepsilon_{ijk} = \begin{vmatrix} {}^1\mathbf{e}_1 & {}^1\mathbf{e}_2 & {}^1\mathbf{e}_3 \\ {}^2\mathbf{e}_1 & {}^2\mathbf{e}_2 & {}^2\mathbf{e}_3 \\ {}^3\mathbf{e}_1 & {}^3\mathbf{e}_2 & {}^3\mathbf{e}_3 \end{vmatrix} \equiv \mathbf{E}_{ijk} \equiv m \equiv V \equiv ({}^1\mathbf{e}_1 \wedge {}^2\mathbf{e}_1) \cdot {}^3\mathbf{e}_1 \quad (23)$$

où les indices supérieures ${}^1\mathbf{e}$, ${}^2\mathbf{e}$ et ${}^3\mathbf{e}$ sont respectivement associés aux vecteurs \mathbf{f} , $\boldsymbol{\gamma}^*$ et $\boldsymbol{\omega}$. Le pseudo-tenseur ε lie trois vecteurs x_i, y_j, z_k de façon à :

- 1) Constituer par une forme trilinéaire un produit de la forme de la relation (24) résultant en un scalaire équivalent **au volume du parallélépipède construit sur ces trois vecteurs.**
- 2) Créer par son action comme opérateur "bilinéaire" sur deux vecteurs un troisième vecteur perpendiculaire sur les deux vecteurs initiaux et dont la longueur correspond à la l'aire du parallélogramme formé par les vecteurs initiaux, soit :

$$x_i = \varepsilon_{ijk} y_j z_k \quad \text{où } \mathbf{x} \perp \mathbf{y} \text{ et } \mathbf{x} \perp \mathbf{z} \text{ et } x = yz \sin \varphi \quad (24)$$

où φ est l'angle entre y et z . (Dans notre cas $\varphi = \pi/2$ et $\sin \varphi = 1$).

Etant donné que les trois vecteurs ${}^1\mathbf{e}_i, {}^2\mathbf{e}_i, {}^3\mathbf{e}_i$ sont des vecteurs orthonormés de base, ils symbolisent **les arêtes d'un cube-unité dont le volume $V = 1$** , figure 6. Ce cube est construit sur une surface vectorielle, les côtés étant assujettis à des signes positifs ou négatifs.

Résumons l'incidence de la notion de la masse variable "de Coriolis" dans le contexte de la mécanique rationnelle. L'astuce de l'exercice de mécanique rationnelle du satellite consistait dans son isolement absolu dans l'univers, libre de toute interaction (force) extérieure. Ce centre doit être immobile, c'est à dire dépourvu de toute accélération. **Il a un défaut**, il ne correspond pas au centre des masses (masses au repos m_0) classique du système.

La masse ‘Coriolis’ joue donc le rôle d’une "masse variable" newtonienne dans la mécanique rationnelle classique identique quant aux conséquences physiques à celle de la théorie relativiste de *Einstein* mais conceptuellement différentes.

Cette masse complémentaire "de Coriolis" n'est pas seulement implicite, mais réellement *cachée* dans $\mathbf{F}_{\text{abs}} = m\boldsymbol{\gamma}_{\text{abs}}$. Sa valeur absolue est égale à m mais de nature pseudo-scalaire $\mathbf{m} = \pm m_0$ en fonction du rôle inertiel de la force de Coriolis \mathbf{F}_{Cor} impliquée dans \mathbf{F}_{abs} . La proportion potentielle inertielle de la masse \mathbf{m} dans $\mathbf{F}_{\text{abs}} = m\boldsymbol{\gamma}_{\text{abs}}$ se calcule à l'aide du coefficient κ . **Formules équivalentes :**

$$\kappa = \frac{m_{\text{Coriolis}}}{m_{\text{entr}} + m_{\text{rel}}} = \kappa = \frac{\gamma_{\text{Cor}}}{\gamma_{\text{entr}} + \gamma_{\text{rel}}} \equiv \kappa = \frac{2v_{\text{entr}}v_{\text{rel}}}{v_{\text{entr}}^2 + v_{\text{rel}}^2} \quad (25)$$

Appliquons ce coefficient au terme $2mv_e v_r / \rho$ de $\mathbf{F}_i = \frac{m(v_e^2 + v_r^2)r \pm 2mv_e v_r}{\rho} \mathbf{e}_n$, présentée sous

(7) page 19. Nous trouvons $\kappa = \frac{2\Omega v_{\text{rel}}}{v_{\text{entr}}^2 + v_{\text{rel}}^2}$ où le terme $2\Omega v_{\text{rel}}$ est l'expression classique de l'accélération de Coriolis. Lisons cette notion à l'équation fondamentale de *Newton*.

L'équation fondamentale de *Newton* généralisée

La masse dans l'équation de Newton prend la valeur pseudo-scalaire. Exemple d'application voir annexe 1.

$$\mathbf{m} = m_0 (1 + \kappa \mathbf{e}_\omega \cdot \mathbf{e}_\Omega) \quad (26)$$

Le coefficient $\kappa \mathbf{e}_\omega \cdot \mathbf{e}_\Omega$, appliqué à la valeur de la masse réelle, quantifie la masse fictive correspondant à la force de Coriolis (complémentaire) induite par la masse m_0 en question. Le terme \mathbf{e}_ω représente le vecteur de base de **rotation instantanée relative**, \mathbf{e}_Ω le vecteur de **rotation instantanée d'entraînement**. Le produit des vecteurs de base des rotations instantanées $\mathbf{e}_\omega \cdot \mathbf{e}_\Omega$ peut être exprimé par le tenseur euclidien fondamental g^i_j , soit δ^i_j dans un repère ortho-normé.

Le coefficient scalaire κ correspond au rapport de l'accélération de Coriolis à la somme des accélérations d'entraînement et relative. Il se calcule par la relation suivante :

$$\kappa = \frac{\gamma_{\text{Ci}}}{\gamma_{\text{ei}} + \gamma_{\text{ri}}} = \frac{2\Omega_0 r}{\Omega^2 R + \omega^2 r} \quad \text{soit aussi} \quad \kappa = \frac{2v_{\text{rel}}}{v_{\text{entr}} + \frac{\omega}{\Omega} v_{\text{rel}}} \quad (27)$$

où γ_{Ci} = Force de Coriolis, γ_{ei} = Forces d'entraînement et γ_{ri} = Forces relatives.

Ω = Vitesse angulaire d'entraînement, ω = vitesse angulaire relative.

R = Rayon de rotation instantanée d'entraînement et r = rayon de rotation instantanée relative.

v_{rel} = vitesse relative et v_{entr} = vitesse d'entraînement.

L'équation fondamentale de Newton généralisée se présente donc sous la forme suivante :

$$\mathbf{F} = m_0(I + \kappa \mathbf{e}_\omega \cdot \mathbf{e}_\Omega) (\gamma_e + \gamma_r) \text{ soit } \mathbf{F} = m_0(I + \kappa g_j^i) (\gamma_e + \gamma_r) \quad (28)$$

Dans un repère orthonormé le tenseur g_j^i prend la forme δ_j^i (symbole de Kronecker = 1 pour $i=j$ et 0 pour $i \neq j$) soit :

$$\mathbf{F} = m_0(I + \kappa \delta_j^i) (\gamma_e + \gamma_r) \quad (29)$$

Dans ces formules les termes γ_e et γ_r symbolisent les vecteurs des accélérations d'entraînement et relatives.

Dans le cas ou la vitesse angulaire relative ω est nulle on retrouve la formule classique de l'équation fondamentale de Newton $\mathbf{F} = m_0 \gamma$

La forme tensorielle de l'équation fondamentale cf. (2a), offre une variante particulièrement concise de généralisation de l'équation fondamentale en substituant au produit scalaire

de la forme classique $f^i = m \gamma^i = m \frac{d^2 y^i}{dt^2} + m \Gamma_{kh}^i \frac{dy^h}{dt} \frac{dy^k}{dt}$ (voir (2a)) **le produit tensoriel \otimes** ; soit:

$$f^i = m \gamma^i = m \frac{d^2 y^i}{dt^2} + m \Gamma_{kh}^i \frac{dy^h}{dt} \frac{dy^k}{dt} \text{ équivalent en vectoriel à : } \mathbf{f} = m \left(\frac{d\mathbf{v}}{dt} \right) \mathbf{e}_t + \frac{(v_e + v_r)^2}{\rho} \mathbf{e}_n \quad (30)(31)$$

A noter que la formule (2a) est une forme de l'application des géodésiques utilisée dans la théorie de relativité générale de Einstein (covariance faible) se substituant à celle du point de la masse libre (de forces) : $d^2 x^\mu / dx^2 = 0$

2.4. La masse variable relativiste

Deux concepts de variabilité de la valeur inertielle de la masse apparaissent donc en relation avec un même comportement cinématique. Ces corrélations entre les principes de Newton et de Einstein étaient devenues une des clefs de voûte de mes recherches concernant l'interprétation du paradoxe signalé par mon ex-professeur.

C'est en parcourant pour la nième fois un petit livre, "les aventures de monsieur Tompkins au pays des merveilles" de G. Gamov, qu'Albert Einstein qualifiait lui-même comme 'une ex-

plication extraordinaire et amusante de la théorie quantique, de la relativité et de l'espace-temps, que je découvris inopinément des homologies surprenantes dans la résolution relativiste et newtonienne des mêmes problèmes de mécanique rationnelle. Elles étaient justement liées à l'explication logique du paradoxe du centre de masse mobile de ma station spatiale. Les conclusions réalistes étaient newtoniennes !

La mobilité du centre de masse vagabond dans ma station spatiale était due à la variation des effets inertiels des valeurs des masses des astronautes, (annexe 1). Elle résulte de la combinaison de leurs vitesse relatives avec la vitesse d'entraînement de leur habitat, quantifiée formellement par l'effet "Coriolis tangentiel". Le décalage de la trajectoire du centre de masse de la planète Mercure, pour citer un exemple (voir annexe 2) est similairement fonction des effets inertiels des variations relatives des valeurs de masses complémentaires de la matière de la planète. Il s'agit d'une concordance surprenante parmi bien d'autres lorsqu'on compare des calculs opérés à la fois sur base newtonienne et relativiste.

Considérons la suite des expressions de base de la *relativité restreinte* où :

Le terme $\beta = v/c$ ou $c =$ vitesse de la lumière dans le 'vide', v celle de l'objet en question.

$$\boxed{\mathbf{F}_i = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} \gamma \text{ quand } \mathbf{F} \perp \mathbf{v}; \mathbf{F}_2 = \frac{m_0}{(1-\beta^2)^{3/2}} \gamma \text{ quand } \vec{\mathbf{F}} // \mathbf{v}; E_c = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-\beta^2}} - m_0 c^2 = \text{énergie cinétique}} \quad (32)$$

Il suffit d'annuler le terme β pour récapituler la séquence Newtonienne correspondante :

$$l' = l \sqrt{1-\beta^2}; \quad t' = \frac{t}{\sqrt{1-\beta^2}}; \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}; \quad \mathbf{p}_i = \frac{m_0 \mathbf{v}_i}{\sqrt{1-\beta^2}}; \quad E = m_0 c^2 = \text{énergie au repos} \quad (33)$$

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{F}_2 = m_0 \gamma; \quad \mathbf{p}_i = m_0 \mathbf{v}_i; \quad m = m_0; \quad E_c = m_0 v^2 / 2; \quad E_{\text{cinétique Coriolis}} = m_0 v_e v_r \quad (34)$$

Il suffit de poser v_e et $v_r = c$ dans $m_0 v_e v_r$ pour avoir $E_{\text{cinét. Coriolis}} = m_0 c^2$

*Dans ces formules : l' = distance, longueur, t' = temps, m = masse relativiste, \mathbf{v} = vitesse, m_0 = masse au repos, \mathbf{F}_i = Force, \mathbf{p}_i = quantité de mouvement, E = énergie au repos, E_c énergie cinétique $v_e =$ vitesse d'entraînement, $v_r =$ vitesse relative. γ = accélération.
 $v_r =$ vitesse relative.*

La "masse relativiste" de Einstein est considérée, dans ce formulaire, comme une valeur variable liée au rapport de la vitesse de déplacement d'un objet, à celle (c) de la lumière. Il

s'agit du fondement de sa théorie. **Les effets inertiels relativistes d'un objet de masse m_0 ,** invariables au repos, varient par rapport à celle de la lumière (= c) en fonction de la formule de transformation de *Lorentz*: $\gamma = 1/(1-\beta^2)^{0.5}$. Le terme $\beta = v/c$ représente le quotient de la vitesse v de l'objet et de la vitesse c de la lumière. L'énergie cinétique newtonienne, $E_{Newton} = m_0 v^2/2$, correspond à $E_{Einstein} = m_0 \gamma c^2$, formule qui mène pour des conditions d'invariance à la fameuse formule $E = m c^2$. **Cette notion d'énergie varie en fonction de la valeur du terme γ , donc de la relativité de sa vitesse à celle de la lumière.**

La notion de la masse transmutable d'Einstein trouve sa contrepartie newtonienne dans l'application d'une masse complémentaire correspondant à l'effet des forces de Coriolis. Celle-ci est implicite aux algorithmes de la mécanique classique de *Newton* et ne repose sur aucune hypothèse physique plus ou moins complexe comme celle de l'invariance de la vitesse de la lumière.

La somme m des masses réelles, $\sum_{ni} m_{i0}$, ($n_i = n$ particules de masse m_{i0}), d'un système matériel et des masses complémentaires fictives $\sum_{nj} m_{Coriolis}$ (n_j particules de masse correspondant à la force de Coriolis) constitue la masse algorithmique variable d'un système matériel à mouvements relatifs, qu'il s'agisse de planètes, galaxies, particules élémentaires ou d'une station spatiale.

Il est évident que le formulaire relativiste, se basant sur la transformations quelque peu métaphysique de composantes matérielles en énergie, **met en défaut le théorème du centre de masse en modifiant la répartition géométrique instantanée des masses réelles du système.** Ce problème est important étant donné qu'il est en contradiction avec le principe incontournable du calcul différentiel en mathématique qui avait déclenché le problème similaire du centre de masse du satellite de mes années d'étude. L'application des masses complémentaires newtonienne a résolu la difficulté.

Certaines justifications de cette variabilité relativiste de la masse et de ses conséquences, liée aux théories de Einstein, se basent sur des expérimentations ou des observations comme le **décalage du périhélie de la planète Mercure, l'augmentation de la masse des particules de hautes énergies** se déplaçant à haute vitesse et autres phénomènes physiques. Notons que le problème de la trajectoire de Mercure ne se limite pas à celui de la trajectoire de cette planète. **Lié à des mouvements relatifs** dans un système matériel complexe, il est commun à toutes les planètes et se manifeste implicitement dans tout calcul de mécanique rationnelle.

Cette similitude de la mobilité du centre de masse relativiste avec celle de ma station spatiale m'a incité intuitivement à calculer le fameux décalage du périhélie de Mercure sur la base newtonienne en tenant compte **des masses complémentaires des forces de Coriolis**

liées aux **rotations relatives** dans le couple Soleil-Mercure. Les résultats étaient conformes au **théorème du centre de masse**. Le résultat se situait dans une fourchette comprise entre 42,7 et 43,5 secondes d'arcs de décalage séculaire. Les écarts dépendent des hypothèses de répartition interne des masses de la planète, c'est à dire de son moment d'inertie réel. Les limites des observations se situent à ma connaissance entre 42,66 et 43,56 secondes d'arc.

Le résultat était sidérant ! Le décalage du périhélie de Mercure, considéré comme une preuve cardinale de la théorie de la relativité restreinte, **se calculait donc sans problème avec le formulaire de la mécanique newtonienne, le théorème du centre de masse restant sain et sauf**. Ce calcul newtonien des effets inertiels des masses était conforme à la méthode de l'exercice de mes années d'étude qui consistait à utiliser les masses complémentaires correspondant aux **forces de Coriolis complémentaires implicite dans $F = m\gamma$** .

2.5. Le principe du calcul newtonien du décalage du périhélie de Mercure

Le calcul de la valeur du décalage du périhélie de cette planète (et d'ailleurs de toutes planètes) **est une application algorithmique classique et logique de l'équation fondamentale généralisée newtonienne**. Voir exemple de calcul annexe 2.

Considérons l'exemple de la trajectoire d'objets en orbite dans l'espace représentés par le cas très classique de la planète Mercure et du Soleil sur la figure figure 7 tournant simultanément autour de leur centre de masse commun et de leurs centres de masse individuels. Les vitesses instantanées tangentielles de chaque particule de masse m_i de Mercure et du Soleil se composent de la somme des vitesses de rotations simultanées (v_{entr}) autour du centre de rotation du système Soleil et Mercure et de celles relatives (v_{rel}) autour des centres de rotation individuels.

Sa trajectoire est conventionnellement lié au repère de centre O des masses réelles. En appliquant les masses complémentaires de Coriolis elle correspond au centre de masse d'inertie O' (centre de masses réelles + masses fictives "de Coriolis") en pointillé dans le dessin. La répartition des densités internes n'est évidemment connue qu'approximativement. Conformément à la densité très élevée on peut admettre un noyau métallique de Mercure de grand diamètre. Ces calculs de la précession effectués sur la base de l'équation newtonienne généralisée sont influencées par l'échelonnement des densités dans la masse globale de la planète.

La trajectoire en tirets (figure 7) dessine le trajet réel du centre de masse généralisé (inertiel) de la planète en comparaison de la trajectoire théorique du centre de masse réel en trait continue. Les valeurs des masses réelles déterminent l'effet de l'attraction gravitationnelle réciproque entre le Soleil et Mercure.

Les forces antagonistes centrifuges équilibrant les trajectoires de ces deux corps sont par contre induites par les masses généralisées, réelles + complémentaires 'de Coriolis' définis dans cette étude. Il en résulte logiquement un décalage temporel des périodes de révolution par rapport à celles correspondant au seul paramètre 'masse réelle'.

La situation ressemble au décalage temporel d'un train parcourant par un défaut d'aiguillage un circuit courbe plus long avec la même vitesse que celle prescrite sur le trajet initial. Il arrivera en retard ou en avance à destination, c'est à dire avec un décalage temporel. Il est vrai qu'il s'agit dans cet exemple d'une erreur humaine, contrairement au décalage des périodes des planètes dues à l'application des règles mathématiques de la mécanique rationnelle stricte.

La valeur moyenne du décalage complémentaire de la planète calculée avec un centre de masse déterminé par la somme des masses au repos m_0 + les masses "de Coriolis" se situe entre $43,11 \pm 0,45$ secondes d'arc. Elle correspond aux résultats des observations.

L'énergie newtonienne complémentaire de la masse 'de Coriolis' : Nous avons vu que la force de Coriolis normale à la tangente de la trajectoire d'un objet quantifie un effet inertiel complémentaire. Elle entraîne par conséquent une énergie potentielle sur son parcours courbe. (voir en détail dans l'annexe 1). L'énergie cinétique classique décomposée en énergie d'entraînement et relative s'exprime :

(E = Energie cinétique ; $E_e = E_{entraînement}$; $E_r = E_{relative}$; $v_e = vit. entraînement$ $v_r = vit. relative$)

$$E = \frac{m(v_e^2 + v_r^2) \pm 2mv_e v_r}{2} \text{ soit } E_e = m \frac{v_e^2}{2} \quad E_r = \frac{mv_r^2}{2} \quad E_{Cor} = mv_e v_r \quad E_e = m \frac{v_e + v_r^2}{2} \pm mv_e v_r \quad (35)$$

Remplaçons les valeurs par la vitesse absolue v_{abs} : $v_{abs} = v_e + v_r$

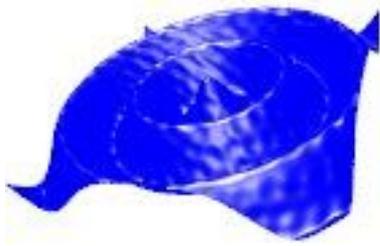
En appliquant à v_{abs} **la valeurs ∞ l'énergie de la masse Coriolis newtonienne vient :**

$$E_{coriolis} = m v_{abs}^2 = \infty \quad (36)$$

Il suffit d'introduire dans la formule de l'énergie potentielle de l'effet 'Coriolis' les valeurs $v_e + v_r = v_{abs} = \infty$ pour retrouver une similitude avec la célèbre **expression relativiste** :

$$E = mv^2 \text{ pour } v_{abs} = c !!!!$$

La diffusion de l'énergie par atomes et les corpuscules élémentaires résulte des divers effets dynamiques de leurs mouvements. Dans le cas où leurs centres de masse sont fixe par rapport à un repère galiléen ces particules ne dissipent pas d'énergie dans le milieu environnant. Il n'en est pas de même des particules soumis à un mouvement relatif qui se combine au mouvement d'entraînement. Il en résulte un mouvement du centre de masse conforme à la somme des masses variables newtonienne. L'atome dissipe une énergie. Les mouvements du centre de masse relatif se répercutent sur le milieu environnant sous forme de vibrations et provoque entre autre les ondes dites électromagnétiques. Les effets Coriolis sont donc à l'issue de la diffusion énergétiques dans l'univers. A noter que la somme scalaire de cette énergie issues d'un échange de quantité de mouvement est nulle étant donné que la somme des forces de Coriolis est nulle. La répartition des énergies n'est par contre pas conforme à la symétrie des masses réelles (au repos m_0), suite à l'asymétrie des masses de Coriolis. Le principe de la conservation de l'énergie dans un ensemble matériel isolé est donc sain et sauf. Il n'en est pas de même de la répartition des potentiels énergétiques individuelles des objets dans cet ensemble.



Chapitre 3

Une unification de la nature corpusculaire et ondulatoire de la matière. L'énergie du vide et l'origine de la matière.

3.1. Une physique inertielle et le "vide"

La forme de l'équation fondamentale $\mathbf{F} = (m_0 + m_{\text{Coriolis}}) \boldsymbol{\gamma}$, clef de voûte de la mécanique rationnelle newtonienne généralisée, détermine une conception **intégralement inertielle des concepts dynamiques de la mécanique rationnelle classique**. Toute induction de forces correspond à l'interaction entre deux ou n particules de masses m_n , soit : *"sans masse accélérée pas d'effet dynamique"*. La création d'effets inertiels tel que les forces *gravitationnelles, électromagnétiques, de van Der Waal, d'attractions internes au noyau de l'atome* et autres, exigent initialement l'accélération d'une masse produisant une action inertielle transmise par un milieu, lui même à caractère inertielle. Toute autre induction d'un phénomène physique comme celui par 'le vide', reste hypothétique. Il est indiscutable par nature et par définition que la notion de la propagation d'effets des forces et de l'énergie dans le milieu "vide" exprime une incohérence physique.

Le fluide parfait, substance universelle. La physique postule le concept d'une matière démocritique constituée par des particules élémentaires liées au sein d'un espace vide par des forces impalpables et invisibles. Cette matière est douée d'un caractère corpusculaire et ondulatoire à la fois. **Cherchons les propriétés d'un milieu apparemment imperceptible, susceptible de prendre un caractère corpusculaire et approprié conjointement à la transmission des effets intra-particules inertiels ondulatoires tels que la lumière, le magnétisme et la gravité ou tout autre signal. En d'autres termes, unifions la matière élémentaire de l'univers.** Ecartons la notion de la transmission par le néant et transposons toute action physique dans un milieu matériel ayant les propriétés invisibles et impalpables du vide. Nous verrons par la suite que les lois de la mécanique des fluides nous donnent les moyens d'expliquer et de comprendre toute influences inertiels (liaisons, répulsions, effets à distance) entre particules élémentaires et objets macroscopiques dans l'espace.

Le milieu en question doit être logiquement **isotrope**. Toute autre propriété se définirait comme forme matérielle différenciée. Le '*fluide parfait*' est incontestablement la seule sub-

stance conforme à ces conditions. Cette notion rappelle infailliblement le très ancien concept de "*l'éther*" omniprésent dans l'univers, terme malheureusement bien mal choisi. Il insinue en effet l'existence d'un milieu "éthéré" léger et impalpable. On avait vainement essayé de le déceler au 19^{ième} siècle afin d'éviter la notion du "**vide**" pour la recherche d'un milieu de transmission des ondes électromagnétiques et pour trouver un repère absolu afin de pouvoir référer tout mouvement d'objets matériels dans l'espace. L'échec avait motivé en partie les arguments de *Einstein* dans sa théorie de la relativité. On cherchait donc une milieu d'invisibilité absolu, impalpable et de viscosité absolument nulle. L'insuccès était programmé étant donné qu'il s'agissait d'expérimenter avec un milieu "vide" ce qui représente une contradiction en soi. **Ce caractère physiologiquement et dynamiquement indiscernable le rend de plus impropre au statut du repère absolu.** Le vrai succès de la tentative de recherche d'un "vide" consiste finalement à ne pas l'avoir décelé.

Le constituant primitif de l'univers, un fluide parfait. La valeur du nombre de Reynolds du **fluide parfait**, exempt de toute viscosité, est infinie ($= \infty$). Un tel milieu au repos, dans lequel il n'y a pas de dissipation d'énergie n'oppose aucune résistance au déplacement d'une particule matérielle. Ce fluide est homogène, la viscosité nulle ne pouvant exister dans un milieu de consistance démocritique. "*Les propriétés de ce milieu, physiquement réaliste approchent celles résultants de la condensation des atomes d'après Bose-Einstein*" (proposition de F. London de l'institut Henri Poincaré). On peut extrapoler les conclusions physique de la nature de ce condensat en proposant la notion du fluide parfait représentant l'état limite de condensation de la matière "réelle" à la température du zéro absolu. Ceci revient à formuler inversement que la "matière réelle" correspond à un état excité de ce milieu universel ayant les propriétés d'un fluide parfait primitif "immatériel". Cette transformation se manifeste par l'apparition de la **température**. Landau et Lifchitz constatent déjà dans leur "mécanique des fluides" que l'hélium sous forme de suprafluide n'emporte pas de chaleur quand il s'écoule à travers un capillaire. Ce fait confirme une propriété d'un milieu non inertielle, subjectivement et physiquement immatériel et spécifiée comme état très près de la température du zéro absolu.

Donc un fluide parfait au repos est physiquement équivalent au vide.

D'Alembert avait déjà prouvé que les oiseaux tomberaient du ciel en essayant de voler dans un tel milieu de viscosité inexistante. Un fluide parfait s'écoule autour d'un objet sans aucune

résistance. La notion de la densité n'a pas de signification réelle dans un tel milieu. Le freinage des mouvements d'un objet immergé est fonction de sa viscosité. Un poisson se déplacerait aussi facilement dans une eau de 10^{14} g/cm^3 (\cong densité du noyau d'atome) ayant la même viscosité que l'eau naturelle (densité 1 g/cm^3) de nos rivières. Il serait par contre cloué sur place dans un liquide parfait avec une viscosité nulle.

Considérons les propriétés physiques de ce fluide parfait. Il est isotrope et non corpusculaire, c'est à dire non constitué de particules élémentaires. **Il correspond à un "vide parfait"** tant que sa densité n'est pas mobilisée de façon inertielle par une accélération quelconque. Ce fluide se 'matérialise' par l'effet inertiel lors d'une accélération quelconque. **Il crée dans ce cas un champ de force et dissipe une énergie qui se propage dans le fluide périphérique. Ces forces correspondent à l'action dynamique,** tourbillon ou tout autre forme de turbulence **d'un fluide d'un potentiel de densité de $2 \times 10^{14} \text{ g/cm}^3$ (\cong densité du noyau de l'atome) ou plus.**

La pérennité d'un tourbillon se stabilise indéfiniment en fonction des principes fondamentaux de la mécanique des fluides interprétés par les théorèmes fondamentaux de la mécanique des fluides de *Thomson*, de *Lagrange* et *Helmholtz* rappelés ci-dessous :

- a) **Thomson** : à potentiel γ uniforme la circulation Γ du vecteur vitesse le long d'une ligne fluide reste constante dans le temps, donc le flux du vecteur tourbillon à travers une surface fluide ouverte sur une courbe fluide fermé est constante dans le temps.
- b) **Lagrange** : Dans un domaine à potentiel des vitesses et d'accélération uniformes à un instant donné il existe un potentiel de vitesse à tout instant. Donc, si le mouvement du fluide part au repos tous les mouvements possibles seront à potentiel de vitesse uniformes.
- c) **Helmholtz** : S'il y a potentiel des accélérations uniformes :
 - α) Les tubes tourbillons** sont des surfaces fluides constitués par les mêmes particules, donc indestructibles.
 - β) L'intensité du tourbillon**, constante dans le long du tube tourbillon, reste aussi constante dans le temps (**constance de l'intensité dans l'espace et dans le temps**).

Un fluide parfait en mouvement comprend :

- a) Une zone rotationnelle susceptible de déformations dans le temps à tourbillon nul et potentiel de vitesses.

- b) Une zone rotationnelle (ou tourbillonnaire) qui est susceptible de déformations dans le temps au cours de son déplacement tout en restant rotationnelle.

Les tubes tourbillons sont toujours constitués des mêmes parcelles du fluide parfait. Ils conservent leur intensité. **Ils se ferment sur eux-mêmes, s'étendent à l'infini ou se terminent sur une paroi.**

3.2. Les condensats d'atomes

A température très basses les atomes se transforment en un état quantique unique, le condensat de Bose-Einstein. Il s'effondrent jusqu'à se confondre en une substance ondulatoire. Un champ magnétique confine ce mélange à des températures de 0.1 à 1 μ K. Il suffirait de pousser cette condensation jusqu'à la température zéro absolue pour aboutir à un **fluide absolument parfait représentant l'étoffe primaire de la matière dans l'univers.**

Considérons à ce sujet un extrait abrégé des remarques de Landau et Lifschitz, qui avaient découvert la transformation de l'hélium-II en suprafluide qu'ils avaient qualifié de " fluide parfait" aux températures approchant le zéro absolu dans leur ouvrage :

Le suprafluide, un fluide parfait. : Nous lisons dans la "*Mécanique des fluides*" de L. Landau et E. Lifchitz, (Editions Mir Moscou 1971), dans le chapitre XVI "Hydrodynamique des suprafluides" :

"Aux températures nulles l'hélium-II se comporte comme s'il était un mélange de deux liquides différents. L'un d'eux est "suprafluide" et ne révèle aucune viscosité, quelle qu'elle soit, lorsqu'il se meut le long d'une surface solide. Quant à l'autre, il se comporte comme un liquide ordinaire visqueux "normal". Un fait essentiel est qu'ils se meuvent "l'une à travers l'autre" c'est à dire que l'une d'elles ne cède pas d'impulsion à l'autre."

"Mais il convient de souligner très nettement que l'assimilation de liquide à un "mélange" de ses "parties" normales n'est qu'une image pour la description des phénomènes qui se déroulent dans un fluide quantique" (...) "On devrait dire en réalité que dans un fluide quantique – l'hélium II – peuvent simultanément exister deux mouvements, chacun étant lié à sa "masse efficace" de sorte que la somme de ces deux masses est égale à la masse totale vraie du liquide."

Et plus loin : *"outre l'absence de viscosité, le mouvement suprafluide du liquide possède encore deux propriétés importantes : il n'est pas accompagné de transport de chaleur et il est toujours potentiel." (...) "Rappelons que le mouvement thermique collectif des atomes d'un li-*

quide quantique peut être interprété comme un ensemble d'"excitations élémentaires" se comportant comme certaines "quasi-particules" qui se meuvent dans le volume occupé par le fluide et qui possèdent des impulsions et des énergies déterminées".

Considérons certaines propriétés de ce milieu subséquents à des résultats de recherches de "H.E. Hall, W. Vinen, G.W Rayfield et F.Reif ; "que la circulation du vecteur V_s ($s =$ matière superfluide) autour du cœur (corps solide) est un multiple entier du rapport h/m de la constante de Planck à la masse de l'atome d'hélium. Si l'on met donc en rotation un récipient contenant de l'hélium superfluide, celui-ci reste immobile à vitesse lente, puis lorsque la vitesse de rotation augmente, il apparaît un réseau de lignes de tourbillons quantifiés en densité croissante qui finissent par donner au fluide un aspect normal." On lit un peu plus loin dans cet extrait : "c'est bien enfin, parce que ces tourbillons sont quantifiés que les événements de dissipation élémentaires observés par O. Avenel et E. Varoquaux correspondent à une perte d'énergie de l'écoulement superfluide qui est elle-même quantifiée".

Les particules élémentaires de la matière ont donc une tendance à se transformer en un condensat à l'approche de la température du zéro absolue, **ce qui fait présumer logiquement un état fluide parfait à la limite extrême du zéro absolue.** Cette limite n'a jamais été atteinte jusqu'à ce jour. Une fois réalisée elle sera indécélable, ayant la consistance physique du vide. Même un état de température quasi infinitésimal se traduirait par un début de matérialisation.

L'alternance [fluide parfait \leftrightarrow "fluide normal"] s'interprète donc logiquement comme transmutation du fluide parfait primitif en matière réelle. La "perte d'énergie" suggérée par O. Avenel et E. Varoquaux s'explique plutôt par une conversion de l'énergie inertielle potentielle latente du fluide parfait en une énergie potentielle des tourbillons constituant les particules élémentaires de l'hélium "matérialisé". Elle correspond à la modification thermodynamique du fluide parfait à température du zéro absolu en celle du liquide d'hélium formé. La transformation du fluide initial est **logiquement quantifiée** en fonction des lois des formations tourbillonnaires de la mécanique des fluides **dans un fluide absolument isotrope.**

3.3. Les condensats des particules élémentaires

Ces expériences ont été poussées jusqu'autour du milliardième de Kelvin. En l'an 2000 le directeur du Cern avait annoncé la création d'un plasma de quarks et de gluons. Cinq ans plus tard les chercheurs du RHIC, opérant sur l'évolution de ses expérimentations, annonçaient des résultats surprenants. Il s'avérait entre autre, que le "plasma" créé était un fluide presque parfait : "La viscosité extrêmement faible de ce fluide en fait le liquide le plus parfait qu'on ait

jamais observé" d'après les déclarations du vice-président du laboratoire de Brookhaven. Certains chercheurs, D.Kharzees et Mc Lerran estimaient que la matière fluide a créé lors de leurs expériences un état particulier de la matière, un "condensat de *verre de couleur*" Or, selon les théoriciens les conditions n'engendre pas un plasma si la densité n'est pas assez grande.

Il suffit donc de substituer à la matière d'origine de ce condensat un fluide parfait de densité potentielle de plus de $2 \times 10^{14} \text{g/cm}^3$, c'est à dire le fluide universel, pour confirmer le concept de D.Kharzees et Mc Lerran. La notion de la température est liée aux mouvements des particules réelles de la matière et la température de notre fluide, parfaitement au repos, est le zéro absolu.

La conception de la réalité d'un tel milieu constitutif d'un univers d'une "densité énorme" pose peut-être à première vue quelques difficultés d'ordre plutôt subconscientes. Intuitivement on associe à une forte densité une résistance au mouvement alors que celle-ci est nulle dans un milieu sans viscosité. La notion de densité de ce fluide parfait à l'état statique n'a pas de signification étant donné que ses propriétés dynamiques au repos sont nulles. A noter que cette notion est plus facile à concevoir et plus réaliste que celle d'un univers courbe dans lequel toute particule de matière et tout corps tombe continuellement dans un creux immatériel produit par la présence de matière.

La totalité de la formulation de la physique de cet espace à base suprafluide se résume donc au formulaire de la mécanique des fluides utilisée très largement en astrophysique et en physique des particules. La réalité d'une viscosité (*Reynolds*, $Re = \infty$) simplifie considérablement les équations fondamentales de Navier Stokes et se résume à ceux d'Euler caractérisant les mouvements du fluide parfait. Les propriétés mathématiques du milieu se résument dans les "théorèmes généraux" de Thomson, Lagrange et Helmholtz, cités précédemment.

3.4. La genèse des particules élémentaires

La création de corpuscules correspondant aux particules élémentaires dans le fluide universel est donc induite par le développement de turbulences. Leur développement correspond à une excitation brutale d'une gamme d'échelles très large, depuis les plus grandes imposées par la géométrie de l'écoulement en question jusqu'aux plus petites. Cette suite évoque l'échelle de *Kolmogorov*, (Lesieur, la turbulence cf. bibliographie). Elle est initiatrice de la création d'une gamme de particules élémentaires simulant une suite comme celle des particules élémentaires allant des protons aux électrons et peut-être jusqu'au *"wimps"* ou *au-delà* en passant par toute la série des neutrons, neutrinos, photons. Il suffit de se pencher sur les ouvrages de la mécanique des fluides pour trouver de nombreuses analogies des comporte-

ments de la turbulence dans les fluides transposables aux particules élémentaires dans ce fluide primitif dont le potentiel de densité correspond à celle de particules élémentaires.

Lors de la formation d'une gamme discrète de tourbillons, comme celle de Kolmogorov, chaque élément perd une certaine fraction de son énergie relative par unité de masse. Ce spectre des énergies cinétiques dispersées correspond à la suite de celles développées lors de la transmutation des atomes. L'hypothèse selon laquelle la matière (particules élémentaires) apparaît en relation avec le développement de turbulences apparente à la théorie de l'échelle de *Kolmogorov* dans une bulle de fluide parfait constitue un concept d'unification de la substance universelle ainsi qu'une base à l'explication de l'origine des particules élémentaires. Il faut évoquer dans cet ordre d'idée le phénomène de la cascade inverse d'énergie correspondant au cas d'une injection d'énergie cinétique dans le système.

En conséquence cette hypothèse tourbillonnaire froide de la matérialisation se substitue à celle de la création chaude de la matière par le Big-Bang.

3.5. La vorticité et le tourbillon "matière"

L'hypothèse de la propriété fluide des particules élémentaires est une des clefs de voûte des conséquences de la théorie inertielle intégrale présentée dans les chapitres précédents. Considérons certaines propriétés physiques déterminantes des tourbillons dans un fluide parfait.

Un "tourbillon" fluide, figure 8, est constitué d'une parcelle fluide sans paroi distincte **tournant en bloc (écoulement rotationnel)** autour d'un axe Oz à une vitesse :

$$U(r) = \Omega r \quad (37)$$

Ou Ω est la vitesse angulaire (vorticité) de la parcelle et r est son rayon de rotation. **Le tube tourbillon central de la parcelle se comporte comme un ensemble solide. Dans un fluide parfait le tourbillon est stable en vertu des principes de la mécanique des fluides.** La vitesse du fluide extérieur au tube central est inversement proportionnelle à la distance de l'axe du tourbillon.

Le fluide extérieur **du tourbillon**, même s'il est initialement au repos, va être entraîné par le tube tourbillon central à une vitesse proportionnelle à l'inverse de r , donc dégressive. Ce phénomène, appelé *induction de vitesse*, démontré par *Newton*, d'une importance particulière en mécanique des fluides, **est valable aussi pour le fluide parfait. Il est analogue à l'induc-**

tion d'un champ magnétique dans un fil rectiligne parcouru par un courant électrique.

Ceci ce justifie par le théorème de la conservation du moment cinétique, \mathbf{M} : La *quantité de mouvement* \mathbf{p} d'une parcelle liquide se calcule par : $\mathbf{p} = \rho \mathbf{v}$ ou la vitesse $\mathbf{v} = \boldsymbol{\Omega} \wedge \mathbf{r}$ ($\boldsymbol{\Omega}$ = vitesse angulaire et r rayon de rotation) et ρ la masse volumique (densité du liquide). Désignons la vitesse périphérique (limite) au tube tourbillon (figure 8) par V et calculons en (valeur scalaire) le moment cinétique d'une parcelle extérieure :

$$V = \Omega/r \quad \text{donc } p = \rho \Omega/r = \rho V \quad \text{et le moment cinétique } M = \rho V r/r = \rho V \quad (38)$$

Le terme r et la vitesse extérieure V restent constantes jusqu'à la limite du fluide ou jusqu'à l'instant où elle rencontre une perturbation quelconque. Le physicien dit que la parcelle de la zone extérieure est "*irrotationnelle*", ce qui n'exclue pas qu'elles suivent une trajectoire courbe. Elles se trouvent donc dans une zone *à potentiel*. Notons qu'en étirant le tube 'tourbillon' la valeur $\Omega \wedge r^2$ est aussi un invariant (théorème de Kelvin).

L'équation dynamique gouvernant le tourbillon (Helmholtz) s'écrit sur une base orthonormée i, j, k :

$$\frac{d}{dt} \mathbf{v}_p = \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \text{grad}) \mathbf{v} \quad (39)$$

La dérivée $\frac{d}{dt} \mathbf{v}_p$ correspond à l'accélération d'une particule se déplaçant à l'instant t à la vitesse absolue \mathbf{v}_p dans un corps considéré comme solide. Dans un liquide elle peut avoir une vitesse complémentaire dont :

- le terme $\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t}$ traduit la variation locale au cours du temps dans un régime variable. Il est appelé "accélération locale"

- le terme $(\mathbf{v} \cdot \text{grad}) \mathbf{v}$ traduit une variation supplémentaire de la vitesse de la particule (celle-ci se déplace dans un champ vectoriel de vitesse non uniforme $\mathbf{v}(x, y, z, t)$). Il est appelé "accélération convective"

En considérant les propriétés citées on constate donc que **le tube central de la parcelle "tourbillon" se comporte comme un solide**. Le terme $(\mathbf{v} \cdot \text{grad}) \mathbf{v}$ est nul. Le noyau est rotationnel. **Ce résultat est aussi valable dans un fluide parfait**. Il est de pérennité éternelle tant qu'il n'est pas perturbé par des interactions extérieures, par un choc ou toute autre singularité.

Autres propriétés importantes des tourbillons, répliques de celles des particules élémentaires. Lorsqu'une parcelle fluide circule autour d'un tourbillon elle est (dans un repère tournant avec elle) en équilibre sous l'effet de **la force centrifuge** qui tend à la chasser

vers l'extérieure du tourbillon et de la résultante **des forces de pressions** du fluide de l'environnement. **Un tourbillon dans son ensemble est un minimum de pression.** La pression extérieure est donc supérieure à celle de l'intérieur du tourbillon.

Le fluide du noyau du tourbillon tourne à vitesse angulaire ω constante (figure 9). Le gradient de pression centrifuge augmente linéairement du centre vers la périphérie. Elle provoque en même temps une diminution radiale de la densité du fluide. **L'équilibre de ce gradient avec la pression ambiante du fluide environnant marque la limite du noyau. Le changement de vitesse du fluide à ce niveau déclenche une 'instabilité centrifuge' de Lord Rayleigh.** Ce critère correspond au principe de la conservation du moment cinétique de la circulation du fluide. Elle est donc aussi valable dans le fluide parfait. Il en résulte des ondes de densités spirales (galaxies) ou des traînées de petits tourbillons périphériques (atomes) à ce noyau. Il est possible qu'il s'agisse dans ce dernier cas de tourbillons toriques alternés du genre Couette-Taylor.

Les particules intégrées éventuellement pour une raison où une autre dans le noyau sont le cas échéant expulsés par les *jets* perpendiculaires au plan du tourbillon.

Quand le fluide est soumis à des rotations d'entraînement, l'équilibre se fait **entre le gradient des pressions et les forces de Coriolis**. Dans ce cas l'équilibre entre forces centrifuges et gradient de pressions dans les tourbillons n'est plus nécessairement respecté. Ce phénomène est lié à la masse variable de Coriolis. Il en sera question plus loin dans les chapitres suivants.

Les tourbillons emportent dans leur mouvement le fluide qu'il contiennent.

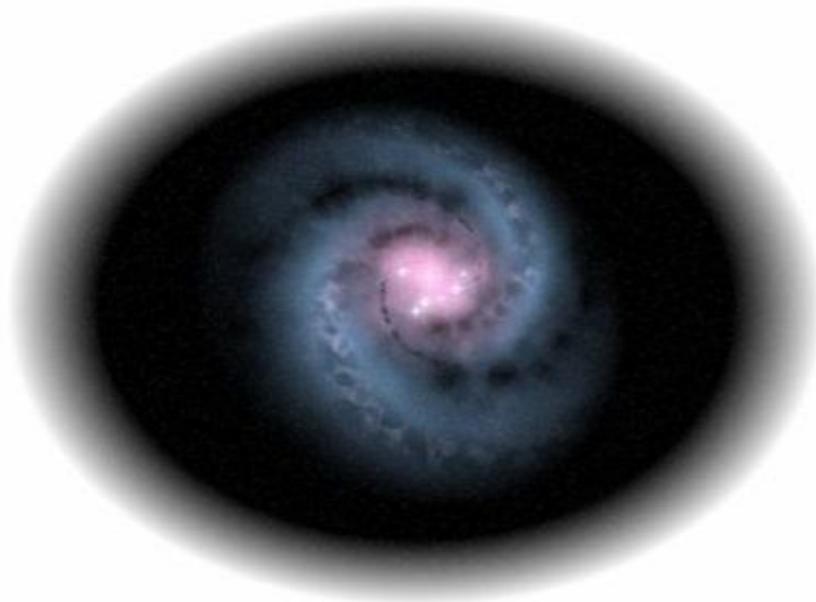
Inversement, tout tourbillon provoquera une zone de potentiel d'interactions dans le fluide extérieur irrotationnel. La figure 9 résume l'ensemble des pressions agissant dans le noyau et dans la zone périphérique d'un tourbillon. Nous pouvons comparer les effets de ces interactions autour d'un tube de tourbillon à celles de l'induction d'un **champ magnétique par la circulation du fluide parfait (courant électrique) dans un fil conducteur.**

Quand deux tourbillons de même signe (de vorticité \pm) se rapprochent **ils ont tendance chacun à entraîner l'autre, donc à s'apparier et à tourner l'un autour de l'autre.** Il en résulte des doubles tourbillons et parfois des triplets. Leurs vitesses induites sont inversement proportionnelles à la distance à l'axe de rotation tel que la vitesse angulaire de rotation est inversement proportionnelle au carré de leurs distances. Le côté intérieur de chaque tourbillon par rapport à l'autre tournera plus vite que le côté extérieur. Il y aura une tendance à développer des queues de vorticité comme celles observées dans la formation des galaxies. Il existe

aussi des appariements de tourbillons de vorticité opposée qui tendent à s'entraîner par induction mutuelle dans la même direction et à se déplacer en couple.

A noter encore **une différence fondamentale entre turbulence et ondes en mécanique des fluides :**

- a. **Les tourbillons emportent dans leurs mouvement le fluide qu'ils contiennent en vertu du théorème de Kelvin.**
- b. **Les ondes (vagues, ondes sonores, ondes à la suite d'un jet de pierre dans un lac) se propagent à une certaine vitesse, appelée *vitesse de phase*, mais ne provoquent qu'une oscillation des parcelles fluides autour de leurs position d'équilibre.**



Chapitre 4

Les effets d'interactions dans le fluide parfait universel. La gravitation.

4.1. Les forces interactives dans l'espace fluide

Quel sont ces liens qui charpentent la matière pour en construire notre monde? En physique corpusculaire actuelle on admet la capacité des particules à créer des forces invisibles théoriques d'attraction ou de répulsion réciproques. La '*matière noire*' n'ajoute dans ce contexte qu'une masse complémentaire compensatrice du manque de masse inertielle dans l'univers pour satisfaire à la conformité des formules de la physique avec les réalités.

Substituons notre *fluide parfait* à cette "*masse noire*", Elle est de très grande densité potentielle, invisible et impalpable. Les forces interactives dans ce milieu résultent de la propagation des pressions dynamiques induites par la cinématique et la dynamique des particules constitués par cette même substance. L'équilibre de l'ensemble des éléments "matériels" résulte des pressions différentielles hydrodynamiques d'Archimède, de Bernoulli et de Coriolis induites dans cet univers fluide.

Ce milieu "fluide parfait" constitue la charpente 'support' de notre univers matériel.

Les contraintes agissantes dans ce fluide sont indépendantes de l'orientation de leurs actions. Elles se répercutent dans tous les sens. Individualisons une fraction d'un fluide en équilibre. Les contraintes (*pressions*) qui agissent sur une parcelle liquide sont toujours *normales* aux surfaces quelle que soit l'orientation de celle-ci. Il n'en est pas de même pour les parcelles de fluides "réels" dont les surfaces engendrent une composante de forces tangentiels par suite de leur viscosité. Cette force de frottement est à la base des propriétés "corpusculaire" (atomes, molécules) du fluide réel.

En mécanique des fluides on appelle par définition *fluide parfait*, un fluide pour lequel les contraintes sont toujours normales à l'élément de surface correspondant, que ce fluide soit au repos ou en mouvement.

Les seules forces interactives dans notre univers intégralement isomorphe sont donc les *pressions dynamiques*. Dans notre médium universel, le *fluide parfait*, on peut distinguer quatre variantes de pressions réalisant les conditions de la définition du fluide parfait :

a : Les pressions différentielles induites par les différences de vitesses relatives de circulation d'un fluide.

b : Les pressions différentielles induites dans un fluide en rotation par les pressions dues aux forces centrifuges et de Coriolis (figure 9).

c : Les variations de pressions autour des tourbillons et de la turbulence dans un fluide.

d : Les pressions résultant des chocs de parcelles de fluide.

4.2. Le principe de Bernoulli

La première catégorie de force sous (a) répondant à ces critères est définie par l'une des lois fondamentales de l'hydrodynamique formulée par **l'équation de Bernoulli**, figure 10 et 11 Cette formule fait partie des principes établis par ce dernier dans le cadre des "principes de Bernoulli" au début du 18^{ème} siècle. Elles sont d'une importance capitale en mécanique des fluides théorique. En suivant une parcelle de fluide le long de sa trajectoire *les variations de pression sont égales et opposées aux variations dites d'énergie mécanique (énergie cinétique + potentielle) par unité de volume de la parcelle fluide*. Autrement dit la pression agissant sur un objet plongé dans un fluide passant par un entonnoir figure 10 et 11 est inversement proportionnelle à la vitesse d'écoulement du fluide. L'objet immergé de la figure sera donc chassé à contre-courant vers le bas de l'entonnoir. Cet effet fait voler nos avions, il dévie la balle de tennis liftée ou le ballon de football tiré de façon à virevolter dans l'air. L'appareil "Venturi" permettant de mesurer les vitesses de l'écoulement dans les canalisations est une application de ce principe en mesurant la sous-pression causée par les vitesses différentielles dans un étranglement de la conduite. On en déduit la vitesse d'écoulement du liquide. L'effet de force centrale dans l'écoulement expansif d'un fluide est identique à l'effet gravitationnel.

Formulons le phénomène mathématiquement pour l'appliquer à une explication de la gravitation. :

$$\int \frac{dp}{\rho} + gz + \frac{v^2}{2} = C \quad (40)$$

où p est la pression, z est la cote, v et la vitesse, g l'accélération gravitationnelle, ρ la densité du fluide.

Dans un fluide incompressible cette relation s'écrit :

$$\rho gz + \frac{v^2 \rho}{2} + p = C \quad \text{ou bien:} \quad z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} \quad (41)$$

où $v^2/2$ est la *pression dynamique*, p la *pression statique*, $p/\rho g$ la *hauteur piézométrique* et $v^2/2g$ la *hauteur dynamique*.

Pour le mouvement stationnaire d'un liquide parfait dans un champ potentiel barotrope l'équation (37) devient :

$$\boxed{\int \frac{dp}{\rho} + \varphi + \frac{v^2}{2} = C_1 \quad \text{ou} \quad p + \rho \varphi + \frac{\rho v^2}{2} = C_2} \quad (42)$$

Le terme φ représente le potentiel d'un champ de forces inertielles. La deuxième forme étant valable pour un liquide incompressible.

Les figures 11 et 12 montrent schématiquement les pressions différentielles \mathbf{p}_1 et \mathbf{p}_2 agissant sur une parcelle quelconque sous forme d'un cône tronqué, dans un milieu fluide en expansion constante. Les valeurs des vitesses de translations des plans limitant le corps Z, \mathbf{v}_1 et \mathbf{v}_2 , sont inversement proportionnelles aux surfaces S_1 et S_2 . ces dernières sont proportionnelles aux carrés des distances \mathbf{r}_1 et \mathbf{r}_2 . Donc :

$$\boxed{\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = k_v} \quad (43)$$

La pression différentielle \mathbf{p}_d résultante en fonction du théorème de Bernoulli :

$$\mathbf{p}_d = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2) \cdot \mathbf{e}_y \quad (44)$$

En utilisant ces relations on peut exprimer la formule (44) en fonction de r_2 en considérant h comme hauteur constante de l'objet intégré dans le milieu fluide (cf. application annexe 3).

$$\mathbf{F}_1 = \frac{M(k_v r_1^2)^2}{2} (-1) [(r_2 - h) + r_2] \frac{(r_2 - h)^2 + r_2^2}{r_2^4 (r_2 - h)^4} \mathbf{e}_z \quad \text{équivalant à} \quad \mathbf{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \mathbf{e}_r \quad (45)$$

Or la dernière forme de (45) $\boxed{\mathbf{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \mathbf{e}_r}$ correspond exactement à la formule de la force d'attraction universelle gravitationnelle en mécanique classique. Cette interprétation de la force de gravitation par l'action centripète de la pression différentielle dans un fluide parfait est physiquement et mathématiquement correcte. L'application des relations fondamentales de l'hydrodynamique et du principe de Bernoulli permet de calculer la densité potentielle ainsi que la vitesse d'expansion du fluide universel.

La valeur \mathbf{F}_1 dans la figure 11 représente la résultante des pressions \mathbf{p}_d correspondant aux pressions différentielles $\mathbf{p}_2 - \mathbf{p}_1$ sur un objet Z, donc en vertu de la définition de l'effet Ber-

noulli encadré ci-dessous, **son poids**. M représente dans la formule (45) ci-dessus la valeur de la masse du corps Z .

La zone Z représentant la parcelle du fluide intégrée est en équilibre dans le fluide environnant tant que sa densité est équivalente à celui-ci. Dans le cas où sa densité est inférieure elle se déplacera dans le sens $-Oy$, c'est à dire **vers le centre de l'expansion**.

Nous attribuons donc l'effet gravitationnel dans l'univers à l'effet Bernoulli agissant dans un milieu en expansion : La différence des pressions entre deux points de dénivellation h est, dans un champ gravitationnel, égale au poids d'une colonne de fluide de section unité et de hauteur h . Dans un champ quelconque de forces inertielles cette différence de pression est déterminée par le formulaire (42 à 45).

4.3. Les forces d'Archimède

La seconde (sous b) des effets dynamiques dans notre univers fluide correspondent aux forces d'Archimède résultent des mouvements des pressions différentielles dans un fluide soumis à des pressions centrales ou centripètes. Ils agissent différemment en fonction de la répartition des vitesses de circulation ou de rotation du milieu en question:

Pression d'Archimède agissant sur un objet dans un milieu correspondant à un liquide tournant à une vitesse angulaire ω autour d'un axe fixe. Figure 11. Les pressions unitaires p_1 et p_2 agissant sur la zone Z en fonction de la formule se calculent par

$$p_i = \rho \cdot \omega^2 \cdot r \quad (46)$$

Ils varient en fonction du rayon de rotation r , distance du centre de rotation. Dans cette formule p_i exprime la différence de pression $p_2 - p_1$, ρ la densité du liquide, ω la vitesse angulaire de rotation du milieu liquide et r le vecteur du rayon de rotation de la parcelle liquide.

Ces pressions varient en fonction des vitesses de rotation ou relatives des parcelles du fluide. Dans une rotation du fluide en bloc, c'est à dire similaire à celle d'un solide, les vitesses angulaires ω sont constantes dans le système et les **pressions augmentent proportionnellement au rayon r . Tout objet immergé de densité ou de vitesse de rotation inférieure à celui du fluide subit une force d'Archimède centripète. Figure 11.** Le cas contraire d'une vitesse tangentielle constante (ω variable et $\omega \cdot r$ constant) induit une force **centrifuge ou centripète** d'Archimède agissant sur l'objet en fonction de la variation de ω .

4.4. La gravitation inertielle.

La gravitation (voir annexe 3) considérée comme inertielle présente trois particularités :

a) Tout les corps tombent dans le 'vide' (dans notre cas dans notre fluide parfait universel) avec la même accélération. Le petit paquet d'ouate et le morceau de fer tombaient bien solidairement dans l'éprouvette vide lors de l'expérience de nos cours de physique d'antan.

b) L'effet est indépendant de la densité de l'objet.

c) Il s'agit d'un effet interactionnel sur ou à partir des atomes des corps matériels ou des particules élémentaires.

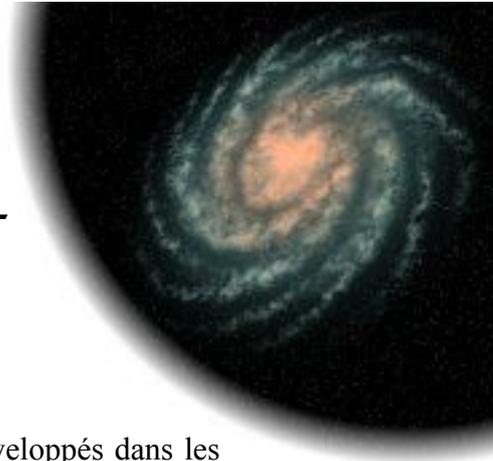
La poussée centrale "de Bernoulli" dans un milieu en expansion est la seule force dépendante uniquement du volume des objets immergés. Par contre l'accélération centrale induite par cette poussée est fonction de la densité de ce corps. Dans la réalité cette accélération est indépendante de cette densité. Or les atomes soumis à la pression de Bernoulli sont constitués par ce même fluide environnant. Il s'agit donc d'un effet sur des d'objet de densité équivalente ce qui explique la cohérence de leurs accélérations.

Les effets de la gravitation dans un système matériel sont centraux, c'est à dire elles convergent vers un centre d'attraction, voir annexe 3. La théorie de Einstein postule un concept abstrait d'un espace géométriquement courbe correspondant à la contraction spatio-temporelle de l'espace. La trajectoire suivie par le corps est soumise à un champ gravitationnel qui est une géodésique de cet espace. Il n'est pas question de forces de gravitation. L'objet suit ce qui le rapproche le plus d'une ligne 'droite' dans un espace courbe liée à la courbure

de la géodésique par la formule tensorielle $\Gamma_{kh}^i \frac{dy^h}{dt} \frac{dy^k}{dt}$ ou Γ_{kh}^i est le symbole tensoriel de Christoffel définissant la courbure de l'espace. **A noter que cette forme est utilisée dans les formules (2a) et (2b) utilisée dans le chapitre 1 pour exprimer l'équation fondamentale de Newton.** On constate que l'introduction de la courbure de l'espace relativiste représente en quelque sorte une adaptation algorithmique aux phénomènes physiques qui résultent des mouvements du centre de masses *newtonien* (exemple la planète Mercure) à l'issue de cette étude. **La mécanique newtonienne exige la notion d'effet gravitationnel par l'interaction d'effets inertiels, c'est à dire des forces centrales dérivant d'un potentiel (46).**

Chapitre 5

L'expansion de l'univers et de la matière. L'atome et l'électromagnétisme dans l'univers fluide.



5.1. Le substrat fluide universel

Notre univers est, en conséquence des principes développés dans les chapitres précédents, constitué par une seule et unique substance primitivement impalpable et invisible ayant les propriétés physiques d'un fluide parfait compressible. Sa densité varie en fonction des différences de pressions induites en son sein par les turbulences et phénomènes ondulatoires. Ces variations entraînent des expansions locales qui se répercutent finalement par une cinématique complexe sur l'ensemble de cet univers fluide et constituent donc le milieu de cohésion de l'ensemble de la composante matérielle de notre univers. Ce milieu omniprésent est le milieu de propagation des ondes induites par l'électromagnétisme.

La "matière" est constituée par des parcelles de ce même fluides ayant acquis les propriétés de "masse inertielle". Il en résulte les *particules élémentaires* sous forme de tourbillons à pérennité stable (*atomes*) ou d'existence temporaire, photons, particules transitoires fugitives.

5.2. La dualité matière/ondes

Le substrat universel s'apparente donc à l'éther discuté depuis des siècles dans les sciences de la physique. La conception de "*la mécanique des champs*", à pris le relais de l'hypothèse de cette notion de l'éther. Cet abandon de la conception de l'éther comme milieu réel de propagation de l'énergie dans le vide était en partie à l'origine de la théorie relativiste de *Einstein*. Les chapitres précédents développent par contre les arguments d'une physique newtonienne non abstraite reposant sur une mécanique entièrement inertielle. Les raisonnements imposent la notion d'un milieu réel de liaison des objets et des structures de cet univers ainsi que d'un support de transmission de l'énergie, en l'occurrence le fluide parfait universel proposé dans cette étude. La dualité matière/ondes des particules se déduit sans problèmes des propriétés de ce milieu et des hypothèses développées tout au long de cette étude.

5.3. Le suprafluide

Un milieu étudié expérimentalement se rapprochant le plus du fluide primitif est l'hélium et en particulier l'hélium-3 dont les atomes se placent à la température de quelques-uns millikelvins dans un état fondamental nommé "suprafluidité". Le liquide ainsi formé, appelé "suprafluide" se comporte comme un seul objet perdant toute viscosité. Le phénomène fut découvert en 1930. Certaines propriétés de ce liquide semblent être à première vue très étrange. En effet ce suprafluide peut s'écouler spontanément d'un contenant en grimpant de façon imprévue sur la paroi et retombant sur la face extérieure en défiant ainsi la gravité. Il s'écoule par des ouvertures extrêmement fines qui bloquent même l'hélium gazeux.

Ces phénomènes attribués en physique actuelle à un *état quantique*, s'expliquent par les principes de la mécanique du fluide parfait. **Nous avons vu dans le chapitre précédent que tout tourbillon induit un minimum de pression, donc une densité réduite**, dans un fluide environnant. Tout objet matériel du monde macroscopique étant constitué d'atomes correspond donc à un foyer de densité réduite dans le fluide primitif qui l'entoure. Figures 8 et 9

Le récipient figure 12 contenant le suprafluide est immergé, comme toute matière de l'univers, dans le fluide universel. La surface de la matière de la paroi est une zone de densité réduite par rapport au fluide parfait environnant. Le suprafluide contenu dans le récipient aura tendance à compenser en vertu du principe d'Archimède la différence de pression due à la densité déficiente du fluide universel sur la paroi. Il s'étend sur la paroi avec une extrême rapidité. L'épaisseur du film suprafluide était de l'ordre de l'angström lors des expériences en 1972 qui ont valu le Prix Nobel à David M Lee, Douglas D, Ocheroff et Robert C, et Richardson. Cette expérience prouve l'identité fondamentale de la matière hélium, du suprafluide hélium et du milieu fluide universel.

5.4. L'expansion de l'univers et de la matière

L'expansion globale de l'univers est une des hypothèses cardinales de la cosmologie. L'effet Doppler-Fizeau observé sur les galaxies en est considéré comme une des preuves astrométriques. Les travaux d'Edwin P. Hubble s'appuient sur les observations spectroscopiques de nombreuses galaxies de luminosité de plus en plus faible. Il annonce ses résultats en 1929 à la *National Academy of Science*. La "*loi de Hubble*" repose sur la proportionnalité de la vitesse de fuite des galaxies à leur éloignement.

En 1937, 1938 P.A.Dirac a mis en évidence une relation entre le coefficient gravitationnel f et l'âge t de l'univers, $f = (C/t)$, C étant une constante. Selon cette théorie la Terre ainsi que le système solaire seraient en expansion. Notons qu'en 1957 et 1959, R.H.Dicke et Mac

Dougal ont calculé à **partir de la loi de Hubble** une augmentation annuelle moyenne du rayon de la Terre de $0,65 \pm 0,15$ mm ce qui confère à la Terre il y a 4,5 milliards d'années, un rayon de 3980 km par rapport à un rayon actuel de 6378 km Une expansion d'une telle importance (environ 60%) pose cependant des problèmes d'ordres pétrographiques, minéralogiques et géologiques.

Une conséquence géologique de la théorie de l'expansion de la Terre. L'expansion volumique d'un minéral est proportionnelle aux rayons atomiques et moléculaires des minéraux des roches en question. L'augmentation du volume d'une roche "acide" riche en SiO_2 , (granite, syénite etc.), sera supérieure à celle des roches basiques plus riches en Mg, Fe et Ca, (basaltes, gabbros et autres). Les premières sont moins denses étant donné les diamètres des constituants atomiques minéralogiques supérieures aux seconds.

Les théories actuelles concernant la dérive des continents se basent sur la notion d'une subduction de la croûte océanique constituée en grande partie de roches basaltiques (basiques) sous l'écorce continentale des marges continentales formée de roches granitiques, syénitiques et autres (acides). En quelque sorte le fond des mers se comporte comme un tapis rampant se frayant un passage sous les rives des continents. L'expansion contrastée des minéraux constitutifs des roches suggère néanmoins l'hypothèse d'un débordement par une expansion différentielle des roches continentales sur les fonds marins.

5.5. L'expansion et l'effet Doppler

La conclusion d'une expansion globale de l'univers par l'effet Doppler risque d'être équivoque. L'effet Doppler consiste en une modification de la **fréquence d'une onde progressive monochromatique**, (son, ultrason, lumières, ondes radio) par suite **du mouvement de la source de radiation, du récepteur ou du milieu de transmission**. Chacun sait par expérience que la fréquence du son d'alarme d'une ambulance diminue ou augmente en fonction de son éloignement ou rapprochement. Elle varie également en fonction de la direction du déplacement de l'air, milieu de transmission du son, même en cas d'immobilité de l'ambulance et du récepteur.

Il en est de même lors des observations spectroscopiques effectuées à partir de notre planète Terre. L'effet Doppler résulte de la modification des fréquences des ondes de la lumière correspondant aux vitesses radiales des objets observés (planètes, étoiles, galaxies) par rapport au référentiel Terre, mais aussi conjointement à celles résultant de l'expansion du fluide de transmission des ondes électromagnétiques. Or ce fluide est en expansion autour de la Terre dans le champ d'observation de l'astronome.

La vitesse radiale de fuite de l'objet de radiation déterminée par l'effet Doppler à donc deux composantes: celle imputable au flux expansif du fluide primitif à l'entour de la composante "matière" qui transmet le signal et les vitesses relatives de la source et du récepteur et celle imputable à la composante radiale du mouvement des objets astronomiques.

L'expansion observée par les astronomes est indéniable. Elle est certainement attribuable en majorité à l'expansion de la composante fluide primitive. Les formules (42) à (45) du chapitre précédent démontrent la correspondance de la formule de gravitation universelle avec celles des forces de Bernoulli induites dans le champ d'expansion d'un fluide. Ces effets d'interactions sont proportionnels à la masse des corps, donc à l'origine aux forces induites lors des transformations chimiques ou physiques des agrégats atomiques et moléculaires. **La dissipation d'énergie liée aux variations de densité du milieu fluide est le moteur des forces gravitationnelles.**

5.6. L'atome

Les atomes sont les briques de la structure matérielle de l'univers. Un atome est un *Vortex* complété à sa périphérie par une enveloppe d'électrons (tourbillons secondaires). On définit en mécanique des fluides un vortex comme un tourbillon dont la vitesse tangentielle des particules du fluide est en chaque point inversement proportionnelle à leurs distances du centre de rotation. Un tel tourbillon est théoriquement irréalisable étant donné que la vitesse devrait tendre vers l'infini au centre de rotation ou le rayon tend vers zéro. Le cas réel d'un vortex dans la nature macroscopique est celui de l'écoulement d'un fluide en rotation dans un entonnoir ou dans un écoulement forcé autour d'un cylindre solide central.

Appliquons le schéma des effets inertiels des tourbillons-matière, **présenté dans le chapitre précédent** figures 8 et 9. Le tube-tourbillon central tournant comme un solide constitue le cylindre central qui **est stable grâce à sa viscosité nulle**. Les forces centrifuges du mouvement rotationnel du noyau compriment le fluide à une densité critique maximale jusqu'à la limite du tube central. La résultante des forces d'Archimède appliquées à un corps immergé dans ce tube est **centripète**. L'induction d'un mouvement irrotationnel du fluide dans la zone extérieure du tourbillon crée une zone d'ondes de densités et de forces de Bernoulli **centrifuges**.

5.7. Les électrons.

Les électrons correspondent à un cortège de très petits tourbillons toriques semblables à ceux produits dans un écoulement de Couette-Taylor. Ces tourbillons sont localisés dans les zones de faible densité autour du cœur de l'atome.

L'atome sous forme de vortex détermine donc **comme tout état de turbulence une zone de densité minimum**. Il devient **centre d'expansion lors de sa formation**. La diminution de la densité moyenne de l'ensemble du tourbillon correspond à une augmentation de volume donc à une expansion globale du fluide environnant ce qui entraîne une **dissipation d'énergie**.

5.8. Les lentilles gravitationnelles.

L'analyse des variations spatiales de densité du fluide universel par l'observation **des lentilles gravitationnelles** constitue un indice pour la création fluctuante des quantités de matière pesante dans l'univers au cours d'une période donnée. Ces méga-lentilles s'expliquent par la modification de l'indice de réfraction en fonction de variations de densités du milieu primitif en expansion à proximité des corps matériels. **La cartographie de la "masse sombre"** par l'observation de ces lentilles gravitationnelles, présentée ces derniers temps en détail dans la littérature scientifique, devrait correspondre dans l'hypothèse du fluide universel à la répartition de la densité du fluide universel et non pas à celle de la matière même.

5.9. L'électromagnétisme

Nous avons vu dans le chapitre précédent que la zone fluide extérieure à un tube tourbillon est mise en mouvement par la rotation du tube central. Cette induction est analogue en intensité et en direction à celle d'un champ magnétique par un fil parcouru par un courant électrique. Cette **induction de vitesse** à l'extérieure est essentielle. **Elle correspond à l'induction d'un champ magnétique par un fil électrique parcouru par un courant électrique.**

Considérons donc le courant électrique comme un écoulement du fluide primitif entre deux potentiels de densités différents confiné entre les atomes du fil conducteur. La circulation de ce fluide provoque à la périphérie la mobilisation de tourbillons de très petites tailles, les électrons. Ces électrons induisent un champ de magnétisme perpendiculaire au flux électrique formé par une zone du fluide primitif de densité réduite. A température très basse, près du zéro absolu ces électrons s'apparient pour former les paires de Cooper. On considère que ces électrons appariés se trouvent dans un état superfluide dont le manque de viscosité expliquera

le phénomène de la **supraconductivité** où le courant électrique se déplace sans résistance dans le conducteur.

5.10. Le fluide universel et la propagation des ondes électromagnétiques

La formation d'ondes dans un milieu fluide présuppose l'effet inertiel d'un objet matériel. Les vibrations causées par l'effet "Coriolis" ou un choc entre particules élémentaires ou entre atomes déclenchent des turbulences et des ondes dans le fluide. L'intensité globale de ces phénomènes est une fonction de l'énergie cinétique induit par l'effet inertiel des mouvements du centre de masse de l'objet. Il s'agit d'un effet coordonné "corpuscule /ondulatoire". Le corpuscule, atome, électron ou tout autre particule élémentaire dans l'univers, est une parcelle "matérialisée" du fluide universel.

5.11. L'onde électromagnétique et la masse variable newtonienne

L'hypothèse de la dualité corpuscule/onde pose le problème de l'initiation de l'énergie excitatrice. La particule élémentaire ou l'atome dans le fluide parfait exempt de toute viscosité se comporte a priori comme s'il était immergé dans le vide absolu. Du point de vue dynamique il s'agirait donc "*d'un corpuscule isolé*" dont le centre de masse est au repos par rapport à un repère galiléen fixe en vertu du théorème du centre masse.

Un mouvement relatif de la particule nous renvoie au problème du centre de masse mobile de notre satellite du premier chapitre de cette étude. Plaçons la particule dans un flux d'entraînement du fluide environnant. Nous avons vu que tout mouvement relatif interne des composantes d'un système matériel en rotation **induit dans ce cas des forces de Coriolis et par conséquent des vibrations dans le fluide environnant par les effets des masses complémentaires variables**. Notons que la position du centre de masse par rapport à ce repère est restituée après chaque rotation ce qui préserve le principe de la conservation de l'énergie. Les trajectoires (figures 1 et 2) des centres de masse (y compris les masses de Coriolis) sont quantifiés. **Les mouvements des centres de masses généralisés induisent donc des ondes de densité magnétique dans le fluide environnant.**

5.12. Vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le fluide universel

Nos manuels de physique nous enseignent que la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le "vide", c , est égale à $(2,997\ 925 \pm 0.000\ 003) \times 10^8$ m/sec, soit environ

300 000 km/sec. Cette vitesse est une valeur invariante. En physique relativiste la vitesse c est considérée comme limite de la vitesse des mouvements des particules élémentaires et des atomes dans l'univers. Or, nous avons substitué au "vide" un fluide parfait. Cette vitesse est donc celle de la propagation des ondes électromagnétiques dans ce fluide primitif. Il s'agit d'une propriété physique du fluide primitif et non d'un phénomène relativiste.

5.13. L'expérience Michelson et Morley

Michelson avait montré par une expérience d'interférométrie que le mouvement de la Terre n'avait aucun effet sur la vitesse de la lumière, argument cardinal de la théorie de la relativité. L'interprétation de ce résultat reposait sur l'abandon de la conception de l'éther, milieu de propagation des ondes électromagnétiques relayé dans notre étude par le milieu du fluide primitif. L'expérience consistait dans l'observation de l'effet d'interférence d'une lumière issue d'une seule source dédoublé par un miroir semi-argenté. Les rayons dédoublés sont mis en interférence réciproque par les jeux des miroirs. Michelson et Morley ont supposé que l'éther au repos constituait un repère fixe. L'appareil se déplace avec la Terre. L'interféromètre a été placé une première fois parallèlement et une seconde fois perpendiculairement à la rotation de la Terre, Les directions et les distances parcourues par les deux rayons perpendiculaires sont modifiés par rapport à la direction du déplacement de la Terre. Michelson et Morley s'attendaient à l'apparition de franges d'interférences différentes en fonction des variations des phases relative a celles des ondes de la lumière. Le résultat était négatif. **Cela suggère que les effets de l'éther supposé soient indétectables.** Cette conclusion est valable dans un vide absolu, évidemment à condition de concéder à ce vide la faculté problématique de transmission d'ondes. Une transmission d'onde par des photons, particules matérielles, résoudre le problème du passage dans le vide. Nous avons substitué à ce vide le fluide primitif, support d'ondes. **La vitesse des ondes électromagnétiques propagées dans ce fluide est invariante par rapport à tout repère d'inertie. Elle est une invariante de transmission d'un signal dans ce milieu considéré à densité invariable dans l'expérience.** Les phases des ondes des deux rayons de lumière résultant d'un seul rayon initial dans un seul et même milieu ne peuvent donc différer. Il ne s'agit pas d'un phénomène relativiste. L'expérience démontre par contre l'isotropie du fluide support des ondes.

Citons une autre expérience. *U D. Sadeh* signale dans *Phys. Rev. Letters, 10 271 1963* une expérience montrant que la vitesse des rayons γ est une constante indépendante de la vitesse de la source voisine de $c/2$ par rapport à une source au repos. Il s'agissait d'une annihilation d'un positron et d'un électron. Les rayons γ se déplaçaient en directions opposées à même vitesse alors que selon l'addition classique des vecteurs elles auraient du être différente.

Ce phénomène n'empêche pas la formation de l'effet Doppler par suite du déplacement relatif de la source de lumière. Le résultat de l'expérience *Michelson-Morley* suggère que le résultat de l'effet Doppler dans la propagation de la lumière ne fait intervenir que le mouvement relatif des deux repères et non la vitesses absolue par rapport au support des ondes. Ce fait prouve bien la propriété du "vide" de notre fluide universel. On trouve d'ailleurs dans des manuels de physique une remarque précisant que la propagation de la lumière n'est pas comme celle du son. Pour traiter l'effet Doppler dans un gaz il faut connaître la vitesse du milieu par rapport à l'émetteur et au récepteur. En conséquence de l'expérience de *Michelson-Morley* on peut négliger les variations de la propagation de la lumière dans le vide.

Notre fluide universel est compressible. Les conditions de propagations de la lumière sont assujetties aux variations de densité de ce fluide. Il en résulte la formation des lentilles gravitationnelles déjà citée et celle de la réfraction et modification de vitesse de la lumière dès qu'elle passe dans une zone à densité réduite par la proximité d'objets matériels.

La vitesse de la lumière diminue lorsqu'elle passe dans un milieu matériel plus dense (exemple, de l'air vers l'eau) car alors la densité du fluide primitif diminue. Or celui-ci est le milieu de propagation de toute onde électromagnétique. Le même passage air/eau provoque une augmentation de la vitesse des ondes sonores puisque le milieu de propagation de ces dernières est la matière elle-même. Ceci confirme l'hypothèse selon laquelle les ondes électromagnétiques se propagent dans le milieu fluide dont les propriétés ont été précisées dans cette étude.

Chapitre 6

Synthèse. L'unification de la matière et des forces. L'atome.

Le comportement rebelle du centre de masse d'un satellite récalcitrant aux principes inviolables de la physique et des mathématiques, était à l'origine de cette étude. Le satellite symbolisait un système matériel isolé dans l'univers dont la position instantanée du centre de masse dépend des mouvements d'allées et venues des astronautes. En l'absence de toute force extérieure le centre de masse du satellite (y compris les astronautes) est censé être immobile par rapport à un repère galiléen (fixe) dans l'espace. Or il bougeait et violait de ce fait un postulat de symétrie universel de la physique, le *théorème du centre de masse* et en même temps les bases des mathématiques différentielles liées à l'équation fondamentale de la dynamique de Newton. Ce principe est associé à la notion d'une symétrie géométrique des masses d'un système matériel par rapport à son centre de masse. Les calculs étaient pourtant incontestables. Le problème a déclenché de nombreuses discussions au cours des années. A un certain temps le fait fut accepté et attribué à une notion quelque peu vague de *systèmes étendus*.

Il s'avère finalement qu'il n'y avait un problème ni avec les fondements de la mathématique différentielle ni avec la conformité du théorème du centre de masse, à condition de tenir compte des masses complémentaires "*de Coriolis*" implicites dans l'équation fondamentale de *Newton*. Ces forces inertielles sont liées à toute vitesse relative d'objets par rapport aux mouvements d'entraînement d'un ensemble matériel, suite à un échange réciproque de quantités de mouvement.

Admettons que les astronautes se déplacent sur des dispositifs du genre balance roulantes. Ils mesurent leurs *poids* au cours de leurs courses, d'où le terme *pseudo-poids* lié à leurs accélérations centrifuge. Les pseudo-poids, des nos astronautes (de masses identiques) dans le satellite du temps de mes études différaient en fonction du sens de leurs déplacements, direct ou rétrograde par rapport à la rotation de leur habitacle. **La symétrie de ces "pseudo-poids", représentant la valeur inertielle (par définition valeur de la masse) instantanée des astronautes dans le système satellite, ne concordait pas avec celle de leurs valeurs réelles de masse, ce qui était en contradiction avec le théorème du centre de masse.** L'intégration de valeur des masses correspondant aux forces de Coriolis rétablissait la conformité avec le théorème du centre de masse et la légitimité des mathématiques différentielles. Il suffisait en effet d'ajouter cette valeur de masse à celle de l'un des astronautes et de la déduire de celle de

l'autre. Le centre de masse corrigé s'avérait comme étant immobile dans l'espace, donc de comportement correct par rapport au théorème du centre de masse.

Or la différence des valeurs de masse réelle des astronautes avec celles de leurs masses apparentes **s'avère similaire à celle de la notion des masses variables de la théorie de la relativité**. La "masses *Coriolis*" peut être interprétée comme *masses variables* de *Newton*. Le graphique figuré en annexe 1 montre la correspondance frappante des courbes relativiste et newtonienne.

Il en est de même de la comparaison des formules concernant l'énergie de la masse, (36) : en appliquant à v_e et à v_r **la valeur ∞ l'énergie de la masse Coriolis devient :**

$$E_{\text{Coriolis}} = mv_e v_r = \infty \equiv E_{\text{relativiste}} = mc \cdot c = mc^2$$

L'introduction du terme correspondant à la masse complémentaire "Coriolis" dans l'équation fondamentale de *Newton* permet **le calcul du décalage du périhélie de la Planète Mercure, de tout objet astronomique, de la variabilité apparente des masses des particules élémentaires ainsi que des satellites qui circulent dans nos cieux.**

Cette généralisation de l'équation de *Newton* justifie l'alternative de la substitution d'une mécanique classique et intégralement inertielle à celle relativiste de *Einstein*.

Les analyses, démonstrations ainsi que les hypothèses, conséquences de cette généralisation, convergent en finalité vers une **notion d'unification de la nature constitutive de la matière ainsi que de celle des interactions réciproques, c'est à dire des forces agissantes entre les particules constitutives de la matière en général.**

Le concept se base sur l'existence d'une substance globale omniprésente dans notre univers constituée au repos, (ou dans une circulation à vitesse constante et rectiligne) par un **fluide impalpable, intangible, de caractère immatériel**. Il s'agit, conformément aux définitions physiques de la mécanique des fluides, d'un fluide à **viscosité nulle à la température "zéro absolue"**. Elle représente la limite **ultime** de l'état d'un condensat de *Bose-Einstein*. Nous avons vu dans le chapitre 3, à l'exemple du poisson qui reste figée sur place en dépit de tout ses mouvements de propulsion, qu'un tel milieu au repos n'oppose aucune résistance aux mouvements d'un objet quelconque. **Il représente le vide absolu** dans toutes ses caractéristiques physiques intangibles et inaccessible à toute tentative de mise en évidence par l'expérience, sauf par la transformation en matière inertielle.

Les effets interactifs (forces, pressions) correspondant à l'accélération de parcelles du fluide, créent des zones provoquant des effets de turbulence et en particulier des **tourbillons-matière d'une pérennité absolue**. Les foyers de ces tourbillons se comportent comme un so-

lide. Ils constituent les *particules élémentaires* de la matière et donc les *atomes*, et en toute finalité la *matière macroscopique*.

La genèse de cette matière s'explique par un effet de turbulence imposé par la géométrie des écoulements provoquant le développement de tourbillons de tailles et énergie quantifiées. Il s'agit de l'évolution des tourbillons conforme en partie à *l'échelle de Kolmogorov*. Ses phénomènes sont propres à tout liquide **y compris les fluides parfait**.

La notion de densité n'a aucune signification pour un tel milieu. Elle devient par contre no- toire dans sa phase matérielle. **Dans le fluide parfait il s'agit donc d'un potentiel de densité capable d'engendrer une densité inertielle de matière.** Fluide et tourbillons sont de consti- tution matérielle fondamentalement identique. Il faut donc attribuer au milieu primitif une densité potentielle supérieure à celle du noyau de l'atome, soit plus de 2.10^{14} g/cm³.

Les foyers de formation de la matière induisent dans le fluide extérieur en repos une zone à *potentiel de vitesses* analogue entre autre à celle de *l'induction magnétique par un courant électrique*. Le *courant électrique* correspond au transport d'une turbulence (électron = tour- billons-matières) gouverné par la vorticité dans le mouvement d'écoulement d'une nappe de fluide tourbillonnaire. Dans le fluide parfait chaque parcelle fluide conserve sa vorticité. Il en est de même de toute la gammes des effets électromagnétiques dans la nature.

Une brusque différence de vitesse génère en quelque sorte un interface dans un fluide et crée une zone de mélange. Cet effet génère une nappe de vorticité, c'est à dire tourbillonnaire au sein d'un écoulement sans vorticité (irrotationnel). Dans un fluide parfait cette zone va être emportée par le fluide. Il en résulte un courant de tourbillons (équivalents aux électrons, photons etc.) qui induit une sous-pression (assimilable au magnétisme) le long de son circuit à la vitesse de $\approx 300\ 000$ km/sec.

La lumière se propage donc dans ce "vide" à la vitesse c . Cette *vitesse de phase des ondes fluides* est constante dans notre fluide parfait, ce qui explique très simplement les résultats d'observations qui ont conduits aux expériences de Michelson. Elle est indépendante des vi- tesses de la circulation du fluide. La vitesse du déplacement des particules-tourbillon est par contre liée à la circulation de son milieu en vertu du théorème de Kelvin. Cette dualité est fon- damentale. **Elle associe simultanément à toute particule matérielle une propriété ondu- laire. En effet toute particule (composante tourbillon) déclenche des ondes (composante ondulatoire) dans sa périphérie.** Ce phénomène est réel. **Il concrétise le fondement de la théorie quantique en ce qui concerne le formulaire de cette théorie en excluant toutefois le concept d'indétermination.**

Toute création d'effets d'interactions, c'est à dire de forces d'interactions, d'attractions ou de répulsion entre particules, dans un fluide parfait est assujettie et liée à des variations de pressions dans ce milieu. **Toute vorticité de tourbillons, turbulences et toute variations de vitesses d'écoulement génèrent des dépressions ou des surpressions dans ce milieu périphérique.**

Les interactions entre particules ne correspondent donc pas à leurs propriétés de liaisons, d'attraction ou de répulsion fictives à travers le vide. Elles sont induites par des variations de pression dans le milieu fluide parfait ambiant primitif, qui se substitue à la conception du "vide" en vigueur.

Les forces des "liaisons" intra-particules sont fonction de la quantité de masse du fluide activée par les tourbillons-matière ainsi que de leur vorticité.

Le jeu des pressions assurant les liaisons des composantes à l'échelle des atomes et des molécules est complexe, figure 9. Les sous pressions induites par les particules appariées internes au noyau se combinent aux forces d'Archimède centrales dues à la rotation du noyau. L'équilibre extérieur au noyau s'établit par les forces répulsives d'Archimède et les effets des sous -pressions des particules.

L'énoncé du principe suivant à déjà été cité dans le chapitre 4 précédent. Il concerne un phénomène d'une importance fondamentale : ***‘Quand le fluide est soumis à des rotations d'entraînement l'équilibre se fait entre gradient et forces de Coriolis. On postule actuellement en mécanique des fluides que "dans ce cas l'équilibre entre forces centrifuges et gradient de pressions dans les tourbillons ne semble plus être respecté"***. La rotation cyclique change les tourbillons qui deviennent anti-cycliques. Or, **en tenant compte des masses compensatrices "Coriolis"** objets de cette étude dans le premier chapitre, le système est en équilibre en ce qui concerne la répartition des masses réelles. L'ensemble matériel des particules (tourbillons) **correspond dans ce cas aux principe du théorème du centre de masse. Par contre la symétrie de leurs effets dynamiques est brisée.** En effet malgré la similitude de la répartition des masses des parcelles dans les vortex cycliques et anticycliques les interactions diffèrent par suite de l'anti-symétrie des pressions de Coriolis. Ce phénomène rappelle celui de la brisure de la symétrie des particules élémentaires largement discutée dans les médias scientifiques actuels.

Les effets gravitationnels correspondent aux pressions de Bernoulli dans un milieu à vitesses différentielles (expansion etc.), associés le cas échéant aux pressions différentielles d'Archimède ainsi qu'à celles des effets des "*masses complémentaires de Coriolis*" dans les zones à circulation rotationnelle. (cf. le tableau N°2 du chapitre 5). **L'application de l'équation fondamentale généralisée (28 et 29) présentée dans le chapitre 2 tient compte des effets dynamiques de ces masses additionnelles.**

L'application cumulée de ces principes aux effets gravitationnels explique entre autre le décalage des périhélie des planètes et en général des astres, les valeurs apparemment variables des masses des corpuscules élémentaires, mais aussi des divergences observées dans les échelonnements des vitesses de rotation des galaxies dans l'espace. (Figures 14 en annexe 3).

Les courbes des vitesses de rotation des galaxies spirales s'étendent après une montée très rapide vers un maximum pour atteindre par la suite un plateau qui se maintient jusqu'à la limite des mesures. Cette particularité citée précédemment résulte de l'association des effets Bernoulli, d'Archimède et Coriolis dans le fluide fondamental. L'hypothèse courante qui consiste à attribuer ces phénomènes à la dynamique dans les gaz stellaires pose de grands problèmes sur le plan de la compatibilité des valeurs des masses, densités et de compressibilité du milieu actif appliqués dans les calculs physiques appropriés. L'application du fluide parfait de grande densité n'en pose pas. Il en est particulièrement pour l'explication des trous noirs et des étoiles à neutron. On peut considérer les trous noirs comme des noyaux de tourbillons du fluide parfait, d'une densité de $2 \cdot 10^{14} \text{ g/cm}^3$, limités par rapport à la densité du milieu ambiant périphérique par la zone d'instabilité de Rayleigh. Ce noyau tourne à une vitesse angulaire linéaire constante. Toute 'matière' (constituée du même fluide) qui pénètre dans ce noyau se déplace vers le centre du tourbillon par l'effet des pressions centripètes d'où il est expulsé par les jets perpendiculaires au plan du noyau dans l'espace.

L'ensemble des phénomènes électromagnétiques résulte des effets ondulatoires consécutifs aux divers effets dynamiques des mouvements de la composante "matière" dans le fluide parfait. Un atome (tourbillon-matière) dont le centre de masse est fixe par rapport à un repère galiléen ne dissipe pas d'énergie dans le milieu environnant. Il n'en est pas de même du tourbillon soumis à une trajectoire courbe dans ce milieu. Le mouvement relatif se combine au mouvement d'entraînement. Il en résulte un mouvement du centre de masse conforme à la somme des masses variables newtonienne. L'atome dissipe une énergie. Les mouvements du centre de masse relatif se répercutent sur la masse fluide environnante et provoquent des ondes de densités à l'origine de la gamme des signaux électromagnétiques. Les mouvements

inopinés du centre de masse "relatif" dues aux effets Coriolis, clef de voûte de cette étude, se révèlent donc être le moteur initial de l'énergie dans l'univers.

Certaines similitudes des théories newtoniennes et einsteiniennes apparaissent au cours de cette étude. Elles ne sont pas fortuites. Le formulaire de la *relativité restreinte* correspond à celui de *Newton* adapté au postulat de l'invariance de la vitesse de la lumière de *Einstein* (cf. comparaison formulaire de *Newton* et de *Einstein* (33) à (35), page 22. La différence entre les formulaires de mécanique rationnelle en théorie restreinte de *Einstein* et celle de *Newton* se limitent donc à l'application du seul terme rectificatif β dû, il est vrai, à un changement conceptuel (concept espace-temps) de taille. N'empêche qu'enlever le terme β des formules relativistes (22) et (32) rétabli entièrement les formules newtoniennes.

A cette première analogie s'ajoute celle de la variabilité de la valeur de la masse de *Einstein* et de celle de la masse de *Newton* (cf. page 26 formule (36)). La justification des deux formules se base dans les deux cas sur celles de l'énergie cinétique : dans le cas de *Newton* sur celle de la "masse Coriolis" et dans le cas de *Einstein* sur la même formule de *Newton* affectée tout simplement du terme β . Les différences conceptuelles restent encore considérables.

Considérons la théorie de la relativité générale. La conception de cette étude se base sur le principe fondamental d'un univers à structure entièrement physique et non définie par sa métrique (sa géométrie.) Elle est fondée sur la notion newtonienne de référentiel d'inertie. Un tel repère est "au repos". Il est caractérisé par *l'absence d'accélération de son origine et de ses composantes*. La "cause du mouvement" correspond à la connexion entre matière et mouvement, c'est à dire à la *quantification* newtonienne du produit de la masse par la vitesse. Cette "quantité de mouvement" associe finalement une grandeur dynamique, la force, aux effets de résistance 'inertielle' au changement de vitesse (accélération) d'un objet. La conception *inertielle* newtonienne du mouvement est donc un principe: "*de la cause à l'effet*".

Cette notion est partiellement contradictoire à celle de la relativité de *Einstein* qui introduit une notion de "*mouvements inertiels*" dans un "*référentiel inertielle*" (repère local accéléré) pour lesquels dans certains cas aucune force n'est requise. La ligne de démarcation entre le repos et le mouvement des objets est celle de la translation uniforme des objets et de leurs mouvement accéléré (H. Weyl). *Einstein* critiquait dans la mécanique de *Newton* le manque de propriétés réelles de la matière 'comparables' à celles de l'espace absolue. D'après *Einstein* les mouvements gravitationnels relativistes sont induits par des lois imposés par la métrique, c'est à dire par *la géométrie de l'espace*. *L'espace-temps* relativiste (vide) est *homogène et isotrope*. Les géodésiques (courbes de plus courte distance et de plus grande pente entre deux points d'une surface quelconque) de cet espace sont droites. Elles se déforment lors de l'intro-

duction d'une masse dans cet espace. Le mouvement "comme nul" de l'objet en question qui suit ces géodésiques, n'est plus 'formellement rectiligne uniforme'. La géométrie relativiste de "*l'espace-temps*" est liée localement à la répartition de la masse.

D'après *Einstein* l'équivalence dynamique des mouvements inertiels et du repos *implique le fait d'une structure inertielle de l'espace*. Ceci implique une interaction réciproque entre la "substance" (dans ce cas se serait le vide ou l'énergie du vide) de l'espace et les objets matériel. Or l'échec de la mise en évidence de l'éther a privé *Einstein* de la notion d'une structure inertielle réelle de l'espace. Ce fait a certainement contribué à la notion du *référentiel inertiel* pour l'explication de la gravitation exempt de forces d'interaction et due à la métrique déterminée par la répartition des masses. Ce *référentiel inertiel* local est accélééré. *L'espace-temps* est un espace à quatre- et non à trois dimensions et ceci en dépendance de la constance de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide.

Pour revenir à la similitude des formulaires de cette étude avec celle de la relativité générale de *Einstein* : la forme de l'équation des géodésique, fondement de la conception de la gravité relativiste, ne diffère de la forme généralisée de *Newton* (cf. formules (30) et (31), page 21), que par l'adjonction du produit tensoriel \otimes . Ce symbole introduit la composante impaire de la forme quadratique de la force complémentaire (variable) "de Coriolis". Elle généralise de ce fait l'équation fondamentale de *Newton* et tient compte de l'effet des masses complémentaire "de Coriolis". La similitude est formelle mais pas conceptuelle.

Les hypothèses proposées permettent donc de construire une théorie cosmologique alternative à celles qui sont en vigueur à l'heure actuelle et contribuent ainsi à la résolution du vieil énigme de l'unification des forces et de la matière.

	Newton	Einstein	Newton généralisé (Cette étude)
Espace : structure et propriétés	Fluide subtil universel	"Espace temps" à 4 dimensions. Quatrième dimension: le temps.	Isotrope, milieu universel fluide parfait, viscosité zéro, compressible, propriété inertielle au repos équivalent au vide. Densité potentielle $> 10^{14}$ g/cm ³
Particules élémentaires et matière	Matière de nature invariable.	Ensemble complexe : matière-énergie	Parcelles tourbillonnaires de fluide parfait induits par l'excitation cinématique du potentiel dynamique fluide parfait universel.
Espace : interaction réciproque avec la matière	Inertie pensée comme effet absolu de l'espace sur les choses; principe : cause à effet	Interactions imposées par la géométrie de l'espace. La matière. Les géodésiques de l'espace sont déformées par les masses.	Interaction inertielle réelle par les pressions hydrodynamique (Archimède, Bernoulli, centrifuge, de Coriolis sur la composante "matière")
Référentiel	Repère absolue à 3 dimensions. Le temps est un paramètre indépendant.	Espace Minkowski a 4 dimensions. Référentiel inertiel : Repère local accéléré 4 dimensions.	Repère à 3 dimensions : non galiléen : accélérations d'entraînement + relatives + de Coriolis. Le temps est un paramètre indépendant.
Concept "masse"	Valeur de la masse invariable en fonction de sa valeur inertielle.	Masse variable en fonction du rapport vitesse objet à la vitesse c de la lumière par transformation de la masse en énergie.	Valeur inertielle de la masse variable en fonction des 'masses de compensation Coriolis' induites par les vitesses relatives.
Centre de masse	Dans un système isolé : fixe. Conforme au théorème du centre de masses.	Dans un système isolé: centres des masses résiduelles variables non conforme au principe du centre des masses.	Centre des masse au repos m_0 mobile en fonction des masses variables "de Coriolis". Théorème du centre des masses correct pour le centre d'inertie des 'masses au repos' et des 'masses Coriolis' totalisées.
Vitesse de la lumière	Vitesse c dans le vide	Vitesse limite axiomatique c dans le vide	Vitesse de propagation des ondes dans le milieu du fluide. Variable en fonction de la densité instantanée du milieu.
Energie cinétique	$E_c = mv^2/2$ $E_{rot} = \frac{1}{2} I \Delta \omega^2$	$E_c = mc^2(\gamma - 1) = \gamma mc^2 - mc^2$ $E_0 = mc^2$ où $\gamma = 1/(1-(v/c)^2)$	$E_c = m \frac{v_{abs}^2}{2} \pm m v_e v_r$ soit : Energie absolue \pm 'énergie de Coriolis'
Gravitation	Effet absolu de l'espace.	Effet gravitationnel imposé par la métrique (géométrie) de l'espace. Influence de la masse sur les géodésiques.	Forces centrales de Bernoulli par l'expansion du fluide universel + forces d'Archimède et centripètes de ce milieu.
Electromagnétisme	Ondes dans éther	Union : électricité-magnétisme.	Induction d'un champ magnétique (densité du fluide) par un courant électrique (circulation du fluide et électrons)
Forces	$\mathbf{F} = m\gamma$	$\mathbf{F}_1 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} \gamma$ si $\mathbf{F} \perp \mathbf{v}$ $\beta = v/c$ $\mathbf{F}_2 = \frac{m_0}{(1-\beta^2)^{3/2}} \gamma$ si $\vec{\mathbf{F}} // \mathbf{v}$	$\mathbf{F} = m_0 (1 + k.g^i) (\gamma_e + \gamma_r)$ où $k = \frac{\gamma c}{\gamma_e + \gamma_r} = \frac{2\Omega \omega r}{\Omega^2 R + \omega^2 r}$ Soit : $f^i = m \gamma^i = m \frac{d^2 y^i}{dt^2} + m \Gamma_{kh}^i \frac{dy^h}{dt} \otimes \frac{dy^k}{dt}$

Tableau 2 : Tableau comparatif des bases fondamentales des théories physiques de Newton, d'Einstein et celles présentées dans cette étude.

E_c : L'énergie cinétique du point matériel
 γmc^2 : l'énergie totale du corps de masse m
 E_{rot} : Moment cinétique de rotation
 mc^2 : énergie au repos
 v : Vitesse du point matériel
 v_{abs} : vitesse absolue = vit. d'entraînement v_e + vit. relative v_r
 ω : Vitesse angulaire du corps
 γ_C : accélération γ de Coriolis'+ γ_e d'entraînement + γ_r relative
 c : Vitesse de la lumière
 Ω : vit. angulaire d'entraînement.
 Γ_{kh}^i Symbole de Christoffel

Figures

Figure 1 : Satellite. Cinématique : Trajet du centre des masses réelles des astronautes mobiles.

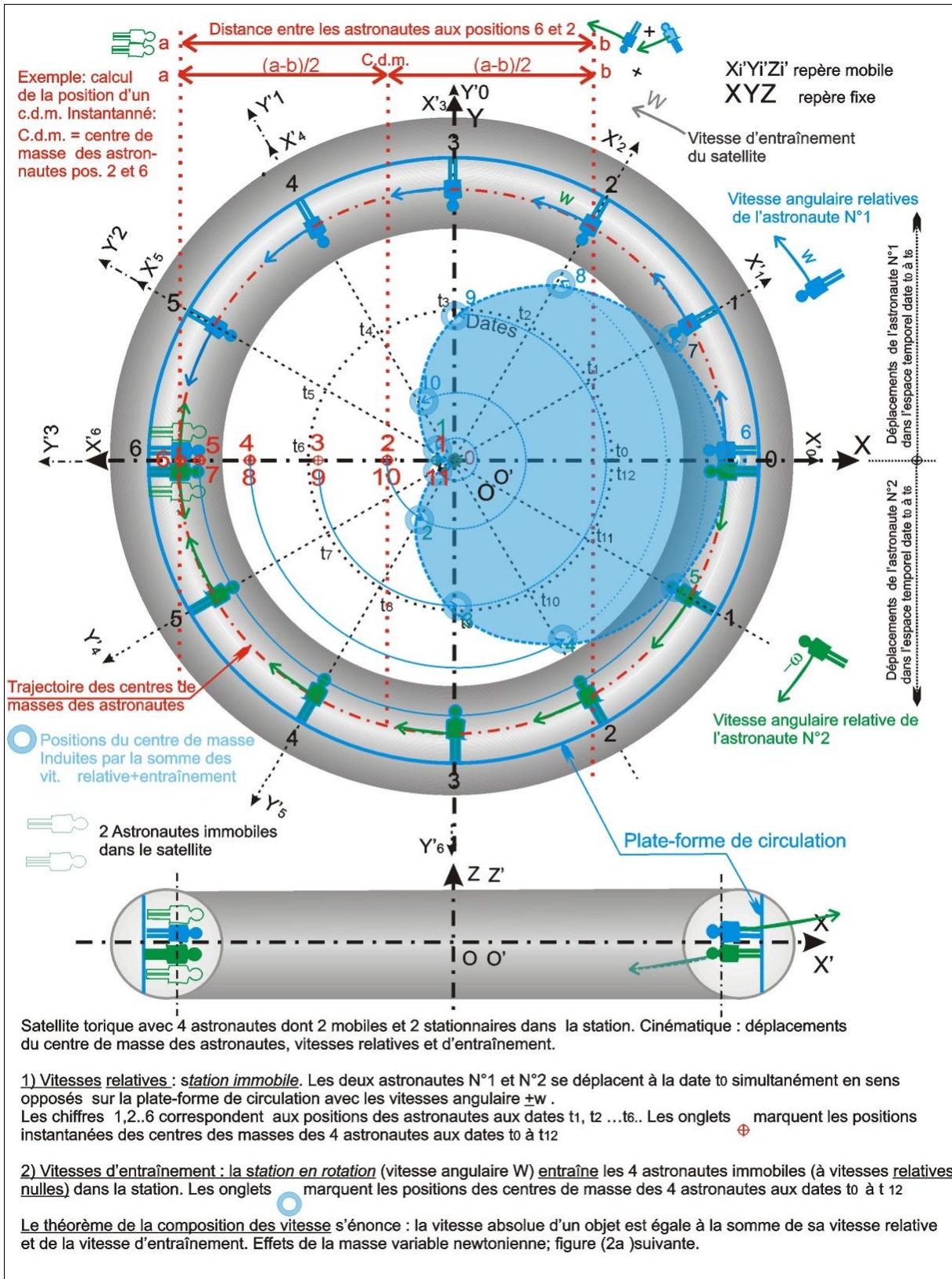


Figure 2 : Satellite. Cinématique : Trajet du centre des masses réelles des astronautes mobiles complété des masses complémentaires “de Coriolis”

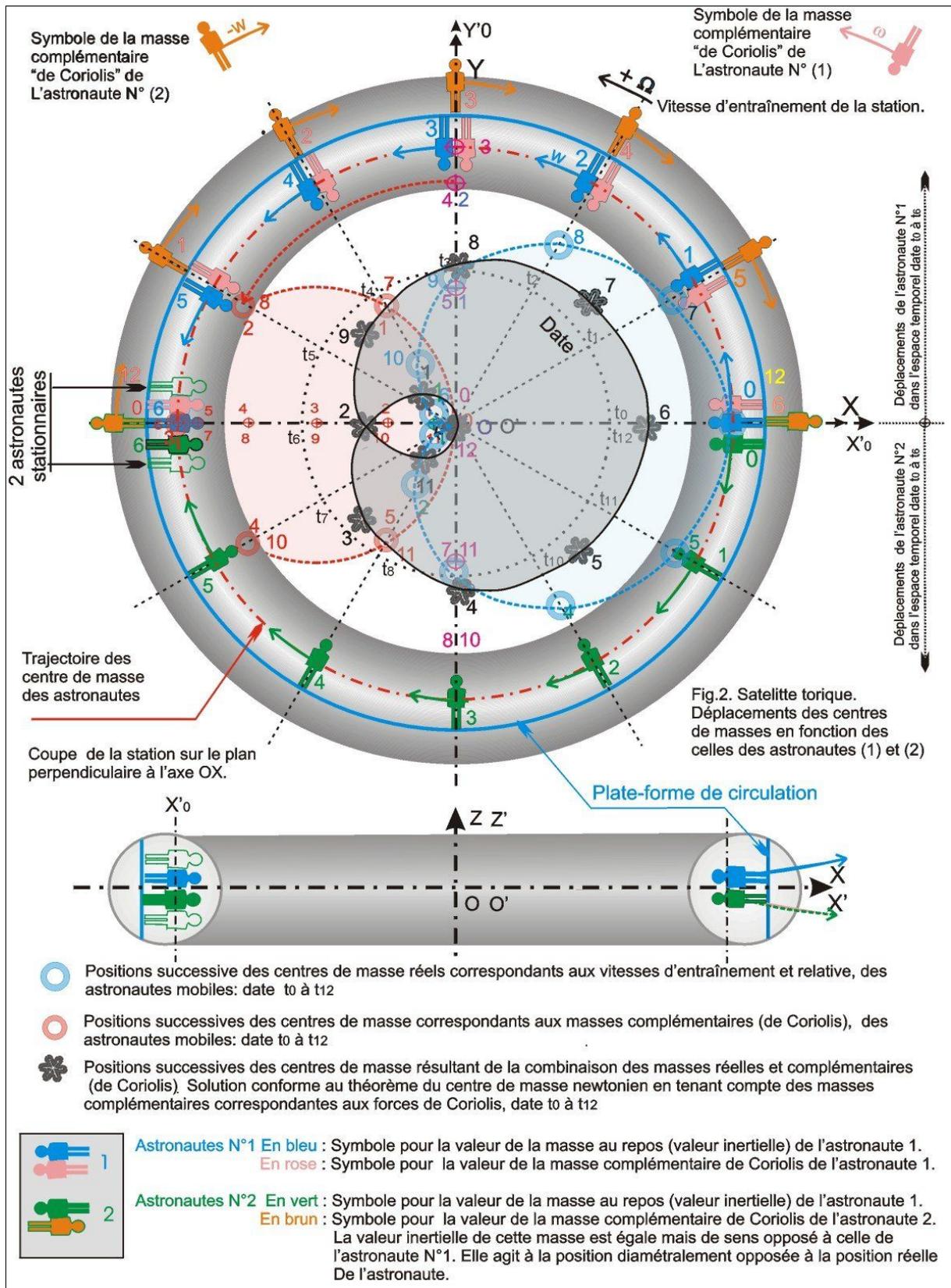


Figure 3 : Satellite. Dynamique : Forces d'entraînement, relatives et de Coriolis. Détermination des positions du centre des masses réelles et du centre de masse complété des masses complémentaires "de Coriolis" conforme au théorème du centre de masse. (Cf. Tableau 1 page 20)

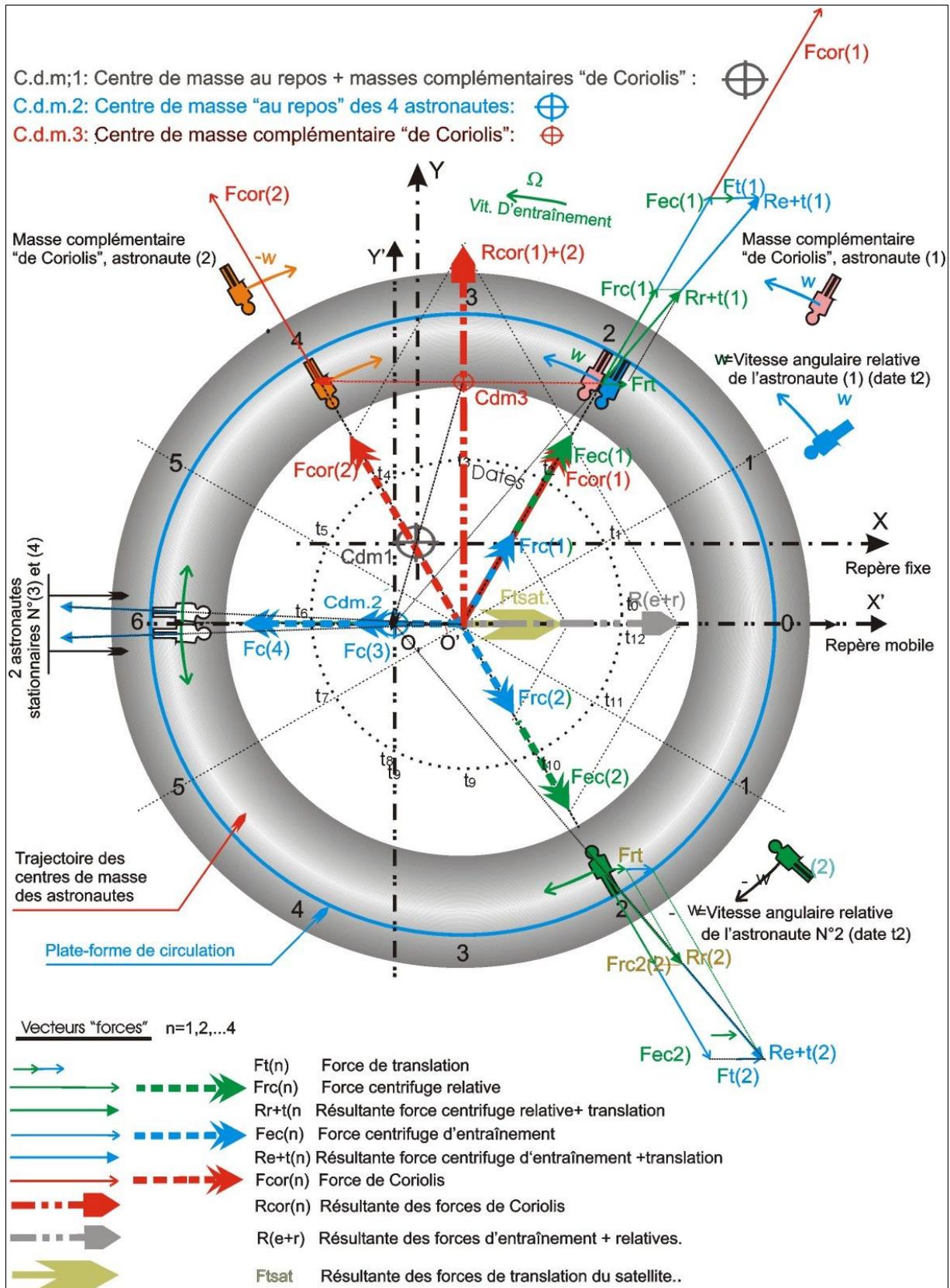


Figure 4 : Répartition des valeurs inertielles instantanées des masses au repos m_0 et complémentaires m_C des astronautes de la figure 3.

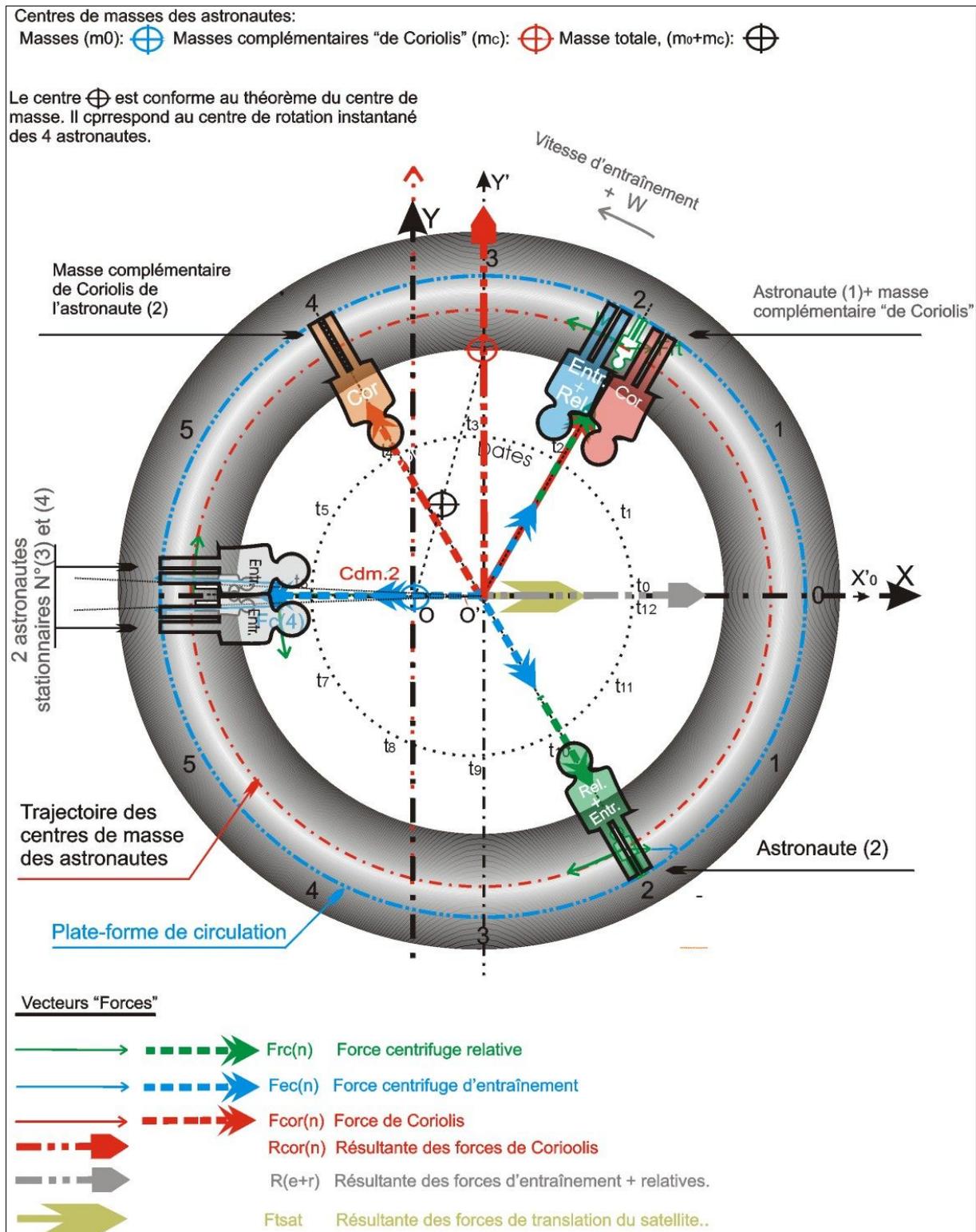


Figure 5 : Forces de Coriolis. Exemple d'application des formules (4) à (7) du chapitre 1.

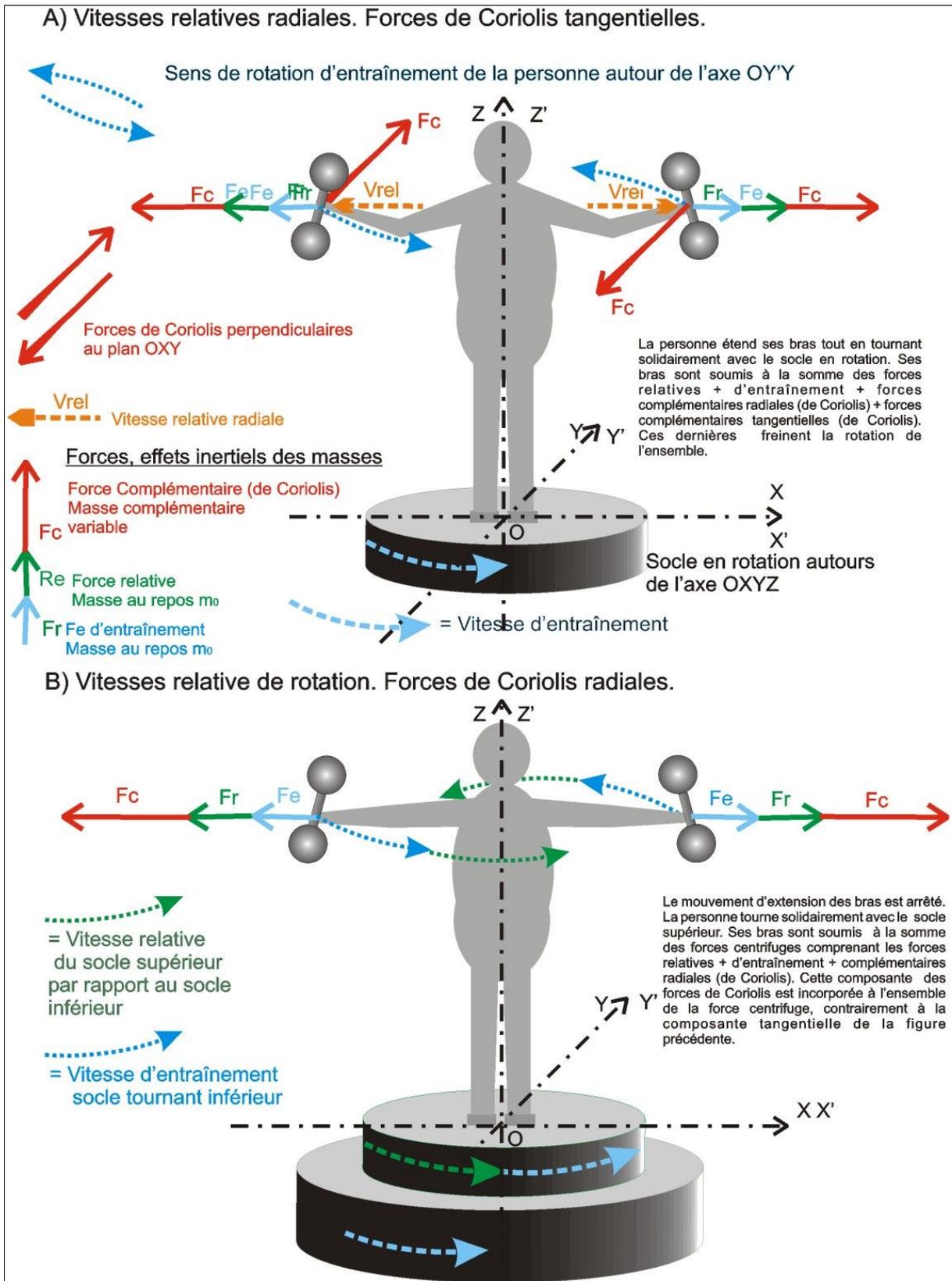
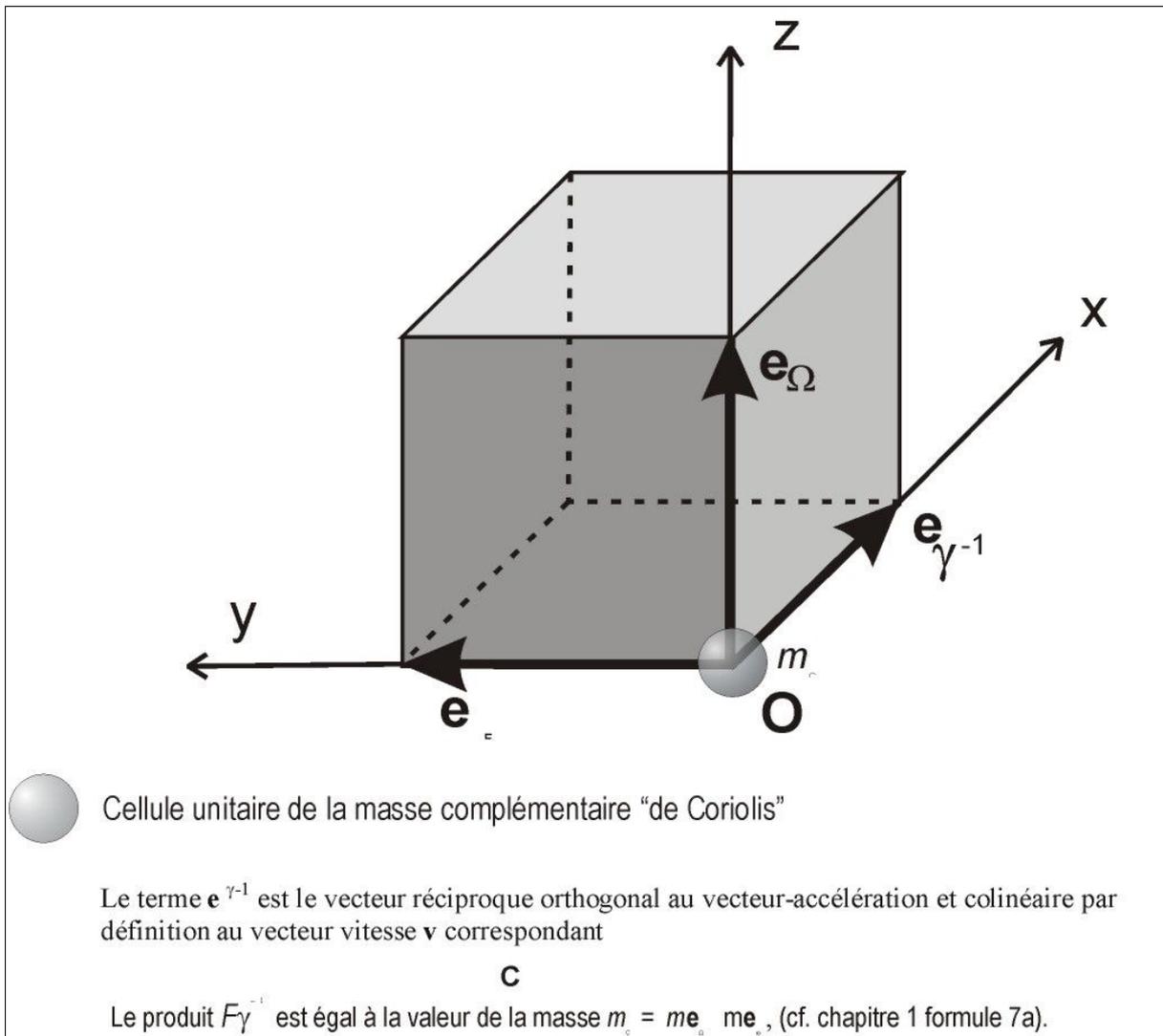


Figure 6 : Particule de masse variable newtonienne schématisée, soumise à une accélération relative et à une force de Coriolis FC dans un espace à rotation d'entraînement de vitesse angulaire. La "brisure de la symétrie dynamique dans l'espace".



La cellule unitaire de la masse. La cellule formée par les trois vecteurs de base symbolise l'unité de la masse généralisée de la particule.. Les coordonnées sont nécessairement orthogonales étant donné que les trois vecteurs se déduisent soit par dérivation, soit par intégration. La permutation de l'ordre des vecteurs de base (unitaire) e_{FC} et $e_{\gamma^{-1}}$ ne modifie pas la valeur de la masse mais par contre le signe du déterminant correspondant.

Le tenseur formé par les trois vecteurs, un vecteur polaire, détermine la base à une rotation près du trièdre de référence, directe ou rétrograde. Le cube construit sur cette base représente une valeur unitaire de la masse de la cellule définie à un isomorphisme près. Elle change de signe en fonction de la permutation des vecteurs de base, ce qui se traduit par une inversion du sens de l' action inertielle du vecteur- force.

Exemple: la symétrie matérielle d'une particule élémentaire est invariable en cas d'une inversion du sens polaire de sa rotation relative dans un système matériel. Lors d'une inversion de cette rotation les caractéristiques dynamiques deviennent par contre antisymétriques. L'inversion provoque donc une "brisure" des propriétés physique de la particule.

Figure 7 : Décalage du périhélie de la planète Mercure

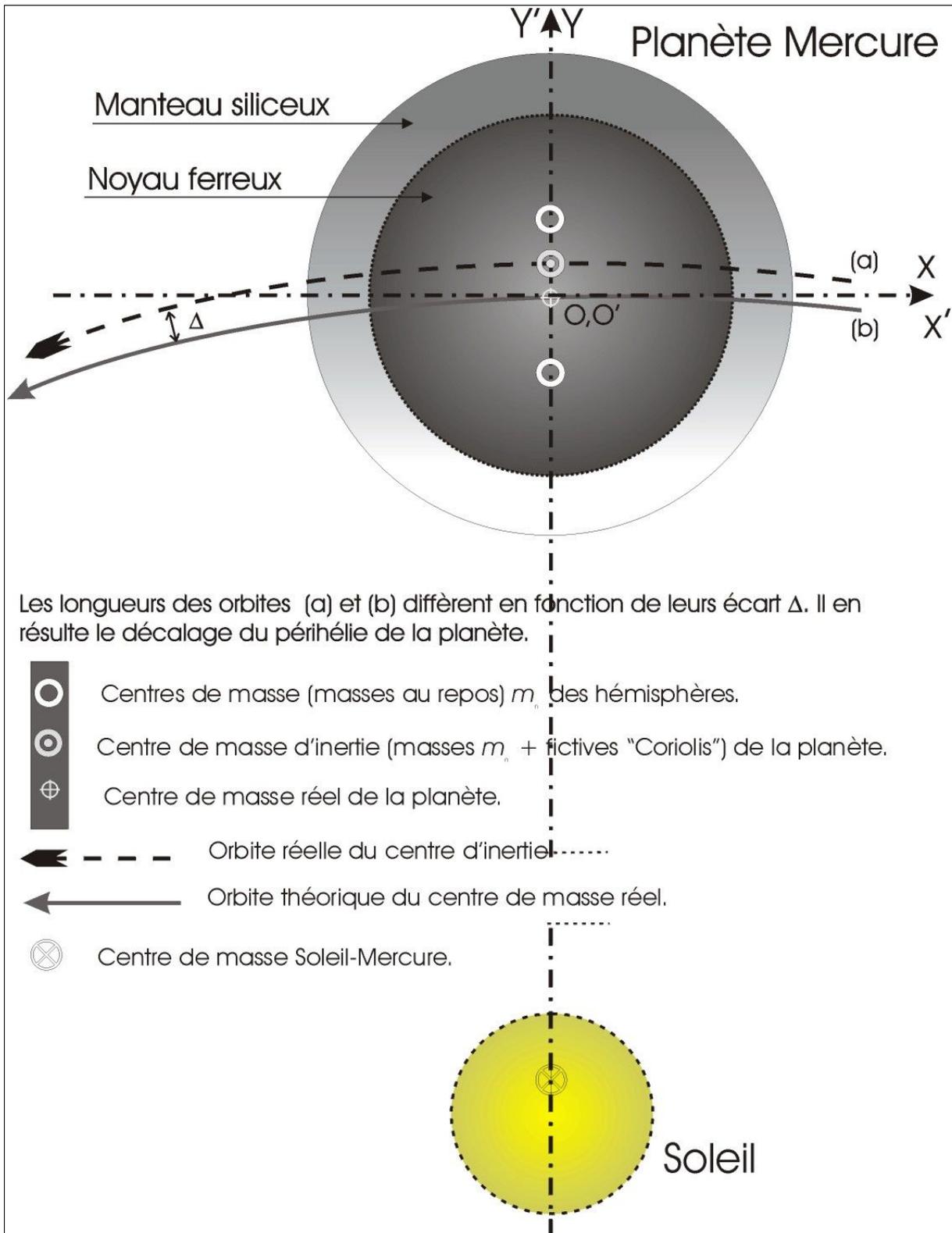
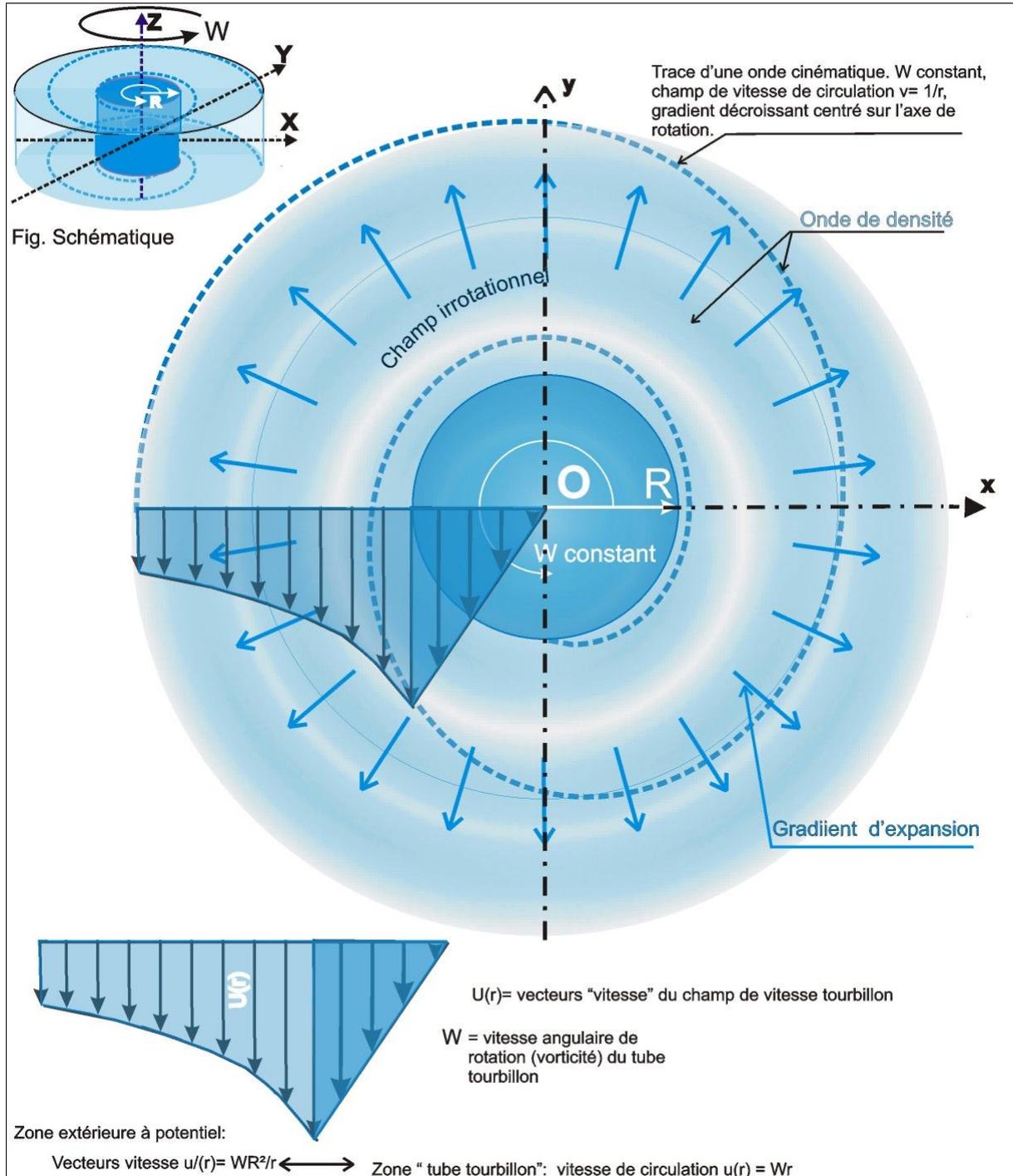
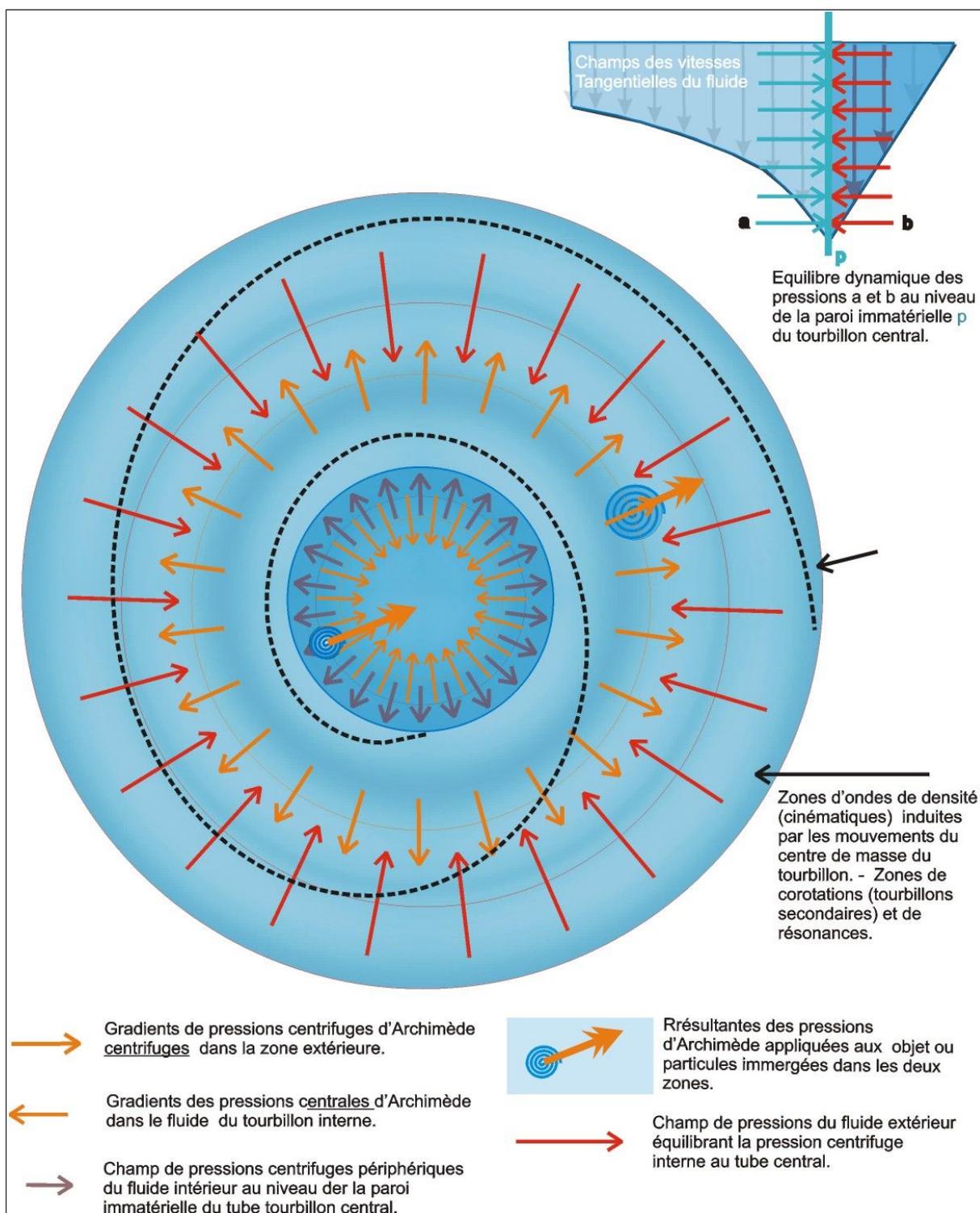


Figure 8 : Cinématique d'un tube tourbillon (vortex) de fluide parfait.



Tourbillon sous forme d'un tube de fluide immatériel (sans paroi solide) de rayon R , tournant en bloc (comme un solide) autour de l'axe OZ avec une vitesse angulaire W constante et de vitesse tangentielle proportionnelle au rayon R . La densité du fluide du noyau diminue vers le centre du noyau. La limite du noyau est constituée par l'instabilité centrifuge de Rayleigh. Ce tourbillon induit dans le fluide extérieure un champ de vitesses de rotation inversement proportionnel au rayon r , (principe de Newton en mécanique des fluides). Le flux du champ de vitesse irrotationnel est conforme au théorème de Stokes appliqué au fluide parfait. la zone intérieure du tube-tourbillon est équilibrée par la pression du fluide de la zone irrotationnelle extérieure (voire fig. 7b suivante). Il en résulte un gradient de circulation axiale du fluide.

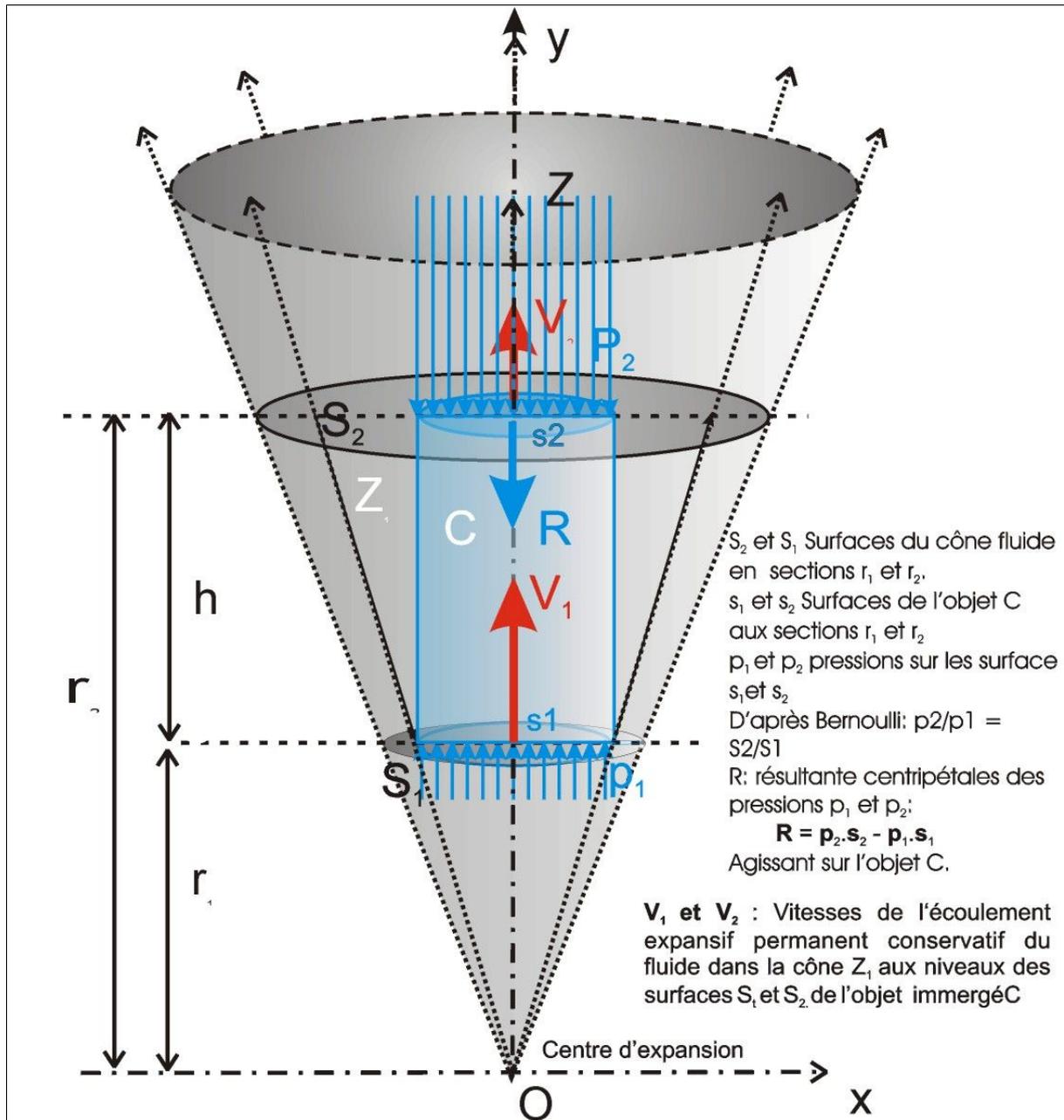
Figure 9 : Dynamique du tourbillon de fluide parfait.



La parcelle de fluide circulant autour du tourbillon central est en équilibre dynamique sous l'effet des forces centrifuges internes (vecteurs violets) et de la résultante des contres-pressions extérieures (vecteurs rouges). L'ensemble du tourbillon se manifeste dans le fluide environnant comme minimum de pression.

Les mouvements d'entraînement et relatives d'un tourbillon entraînés par le flux du milieu environnant induisent des effets de Coriolis. Les mouvements de son centre de masse qui en résultent se manifestent par la formation d'ondes de densité et le cas échéant par la formation de tourbillons complémentaires adjacents ou éjectées. Il s'agit dans le cas de l'atome de la création d'électrons, photons et particules élémentaires de photons et de particules élémentaires dans le fluide environnant.

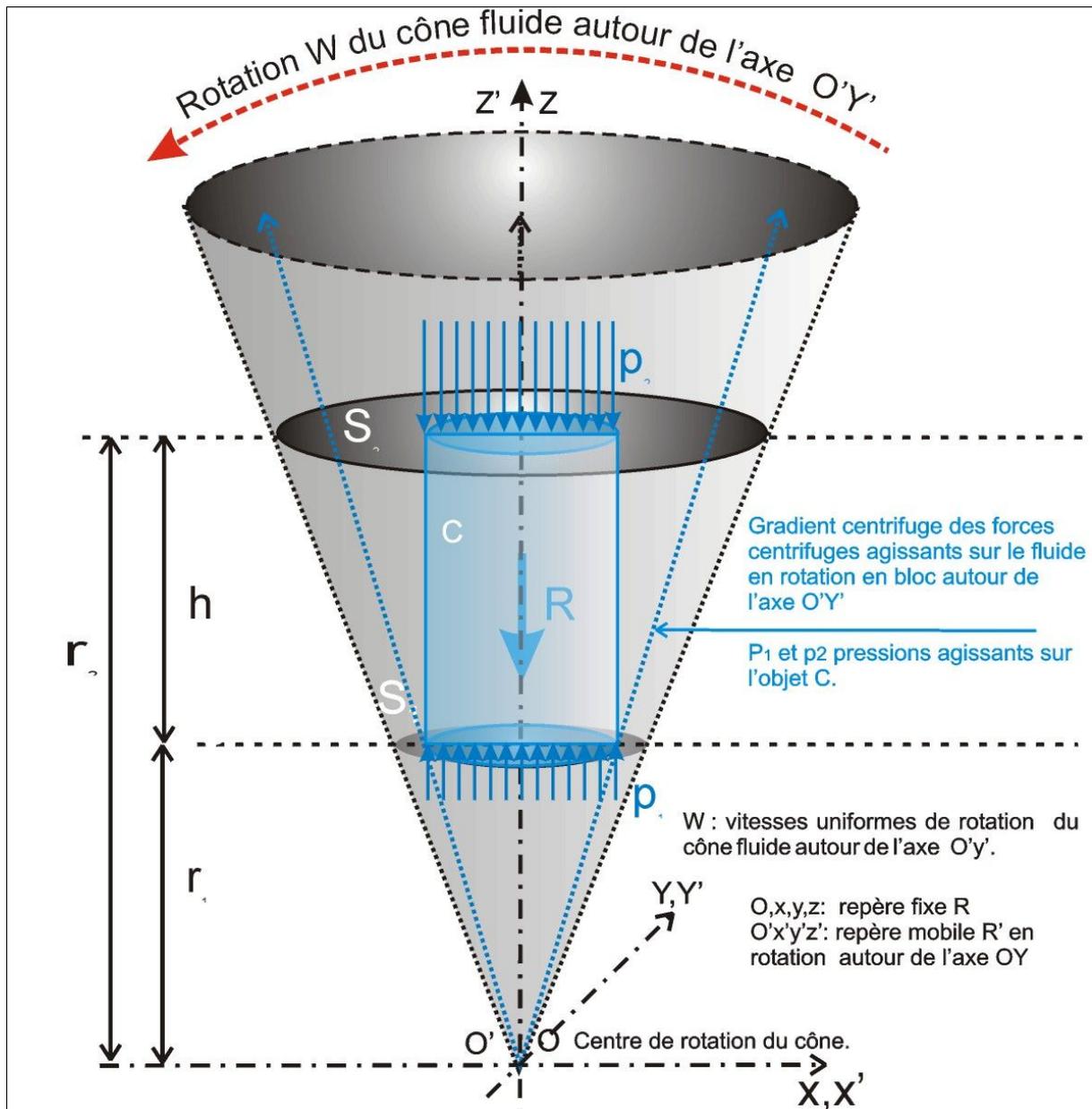
Figure 10 : Composante gravitationnelle par l'effet de la pression de Bernoulli dans le fluide parfait en expansion.



L'objet C immergé dans le fluide en expansion est soumis aux pressions différentielles aux niveaux S_1 et S_2 . Ces pressions, conformes au théorème de Bernoulli, sont inversement proportionnelles surfaces aux surfaces des sections S_1 et S_2 et par conséquent à r_1^2/r_2^2 . Elles correspondent à la formule de la gravitation universelle: voir chapitre 5 - 4.2 formule (45).

Le sens de la résultante R des pressions p_2 et p_1 est indépendante du sens de la circulation du fluide vers l'extérieur du cône ou vers le centre O . La poussée est centrale dans les deux cas.

Figure 11 : Composante gravitationnelle par l'effet de la pression d'Archimède dans le fluide parfait en rotation.

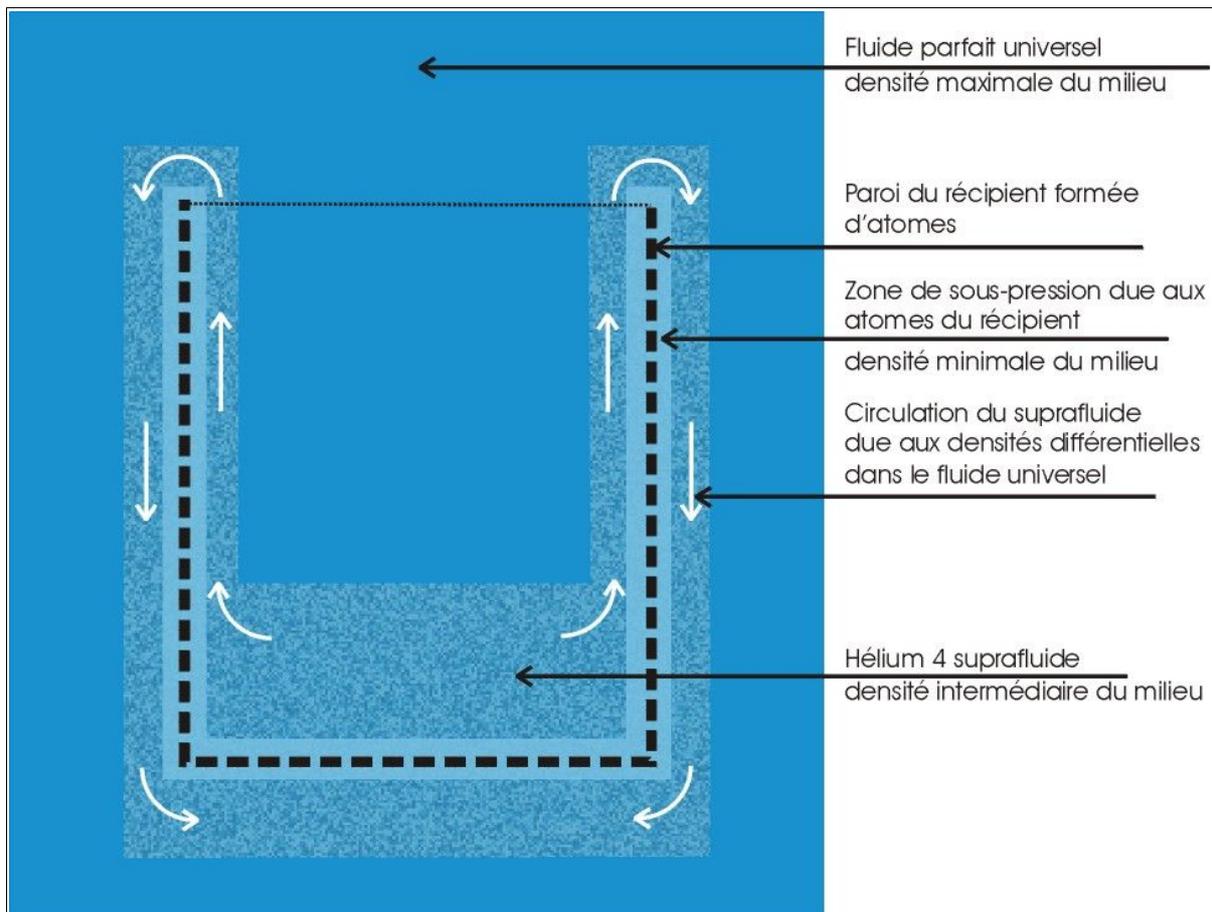


Composante gravitationnelle par l'effet de la pression centrifuge dans le fluide parfait universel en rotation autour de l'axe $O'y'$. L'objet C immergé, lié au repère mobile O',x',y' , subit une pression différentielle exponentielle en fonction des variations des pressions p_1 et p_2 entre les niveaux r_1 et r_2 . La résultante R est centripète.

La composition de la rotation relative du cône avec un mouvement d'entraînement éventuel de son environnement fait apparaître les forces de Coriolis et par conséquent des masses complémentaires "de Coriolis". Il en résulte des mouvements complémentaires du centre d'inertie (centre de masse généralisé) du système liés à la création d'ondes de densité dans le milieu environnant.

Figure 12 : Condensat d'hélium 4 suprafluide dans un récipient à la température approchant du zéro absolu (cf. §3 du chapitre 5).

Le récipient est immergé, comme toute matière de l'univers, dans le fluide parfait universel isotrope et de viscosité nulle. Les parois du récipient composées d'atomes constituent une zone de densité réduite par rapport au fluide parfait environnant. La densité de l'hélium, sous forme de suprafluide, non encore condensé à l'état de fluide parfait, est intermédiaire entre celle du fluide parfait universel et celle minimale des vortex des atomes de la paroi. Le suprafluide a donc tendance à compenser les densités minimales à proximité des parois et s'étend sur les parois du récipient. Le film suprafluide de l'ordre de quelques angstroms s'étend avec une extrême rapidité sur les parois, phénomène du logiquement à la viscosité nulle du fluide environnant.



Le résultat de cette expérience confirme l'hypothèse selon laquelle la cohésion de la matière est due aux effets des variations de densité du fluide universel environnant. En d'autres termes l'agencement de la matière dans l'univers est une fonction des différences de la densité, donc du potentiel énergétique du fluide parfait universel.

Références bibliographiques

Combes F. - Boissé P. – Mazure A. – Blanchard A. 1991 *Galaxies et cosmologie*. Inter Editions / Editions du CNRS

Comolet R. 1961, 1990 *Mécanique expérimentales des fluides*. Masson Paris

Gamow G. 1957 *Monsieur Tompkins au pays des merveilles. Histoire de c , G et h* Dunod

Gangloff P. 1982 *Les effets Coriolis*. Alsace Astronomie. Bulletin du groupe Alsace de la Société astronomique de France. Protocole de conférence. Page 30 – 35.

Gangloff P. 1980 *Das Verhalten des Schwerpunktes in einem geschlossenem Massensystem mit Relativ- und Führungsbewegungen. Die relativistischen Folgerungen. (Comportement du centre de masse dans un système fermé avec forces relatives et d'entraînement. Les conséquences relativistes)*. Page 624.- 648 Protocole de conférence de la „ Deutsche physikalische Gesellschaft. Fachausschuss Didaktik der Physik.“

Landau et E. Lifchitz E. 1971 *Mécanique des fluides*. Moscou. Editions MIR.

Lesieur M. 1998 *Turbulence et déterminisme*. Presses universitaires de Grenoble.

Lesieur M. 1994 *La Turbulence*. Presses Universitaires de Grenoble.

Michel Le Bellac 2004 *Relativité Générale pour débutants*. – HAL - archives ouvertes. fr/cel-00092961/fr

Roy Ch. - 2006 *L'univers était liquide*. Les dossiers de la Recherche. N°23 Mai-Juillet Les particules élémentaires. Page 32 -38