

BULLETIN N° 179
ACADÉMIE EUROPEENNE
INTERDISCIPLINAIRE
DES SCIENCES



lundi 4 novembre à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris

ASSEMBLEE GENERALE AEIS

Réflexions sur la finalisation du prochain Colloque :

"Formation des Systèmes stellaires et planétaires Conditions d'apparition de la vie"

Prochaine séance :

lundi 2 décembre à 17h Maison de l'AX 5 rue Descartes 75005 Paris

"La dualité onde-particule au programme d'Einstein"

par notre Collègue Claude ELBAZ

Réflexions sur la finalisation du prochain Colloque :

"Formation des Systèmes stellaires et planétaires Conditions d'apparition de la vie"

ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES

FONDATION DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME

PRESIDENT : Pr Victor MASTRANGELO
VICE PRESIDENT : Pr Jean-Pierre FRANÇOISE
SECRETAIRE GENERAL : Irène HERPE-LITWIN
TRESORIER GENERAL : Claude ELBAZ

MEMBRES CONSULTATIFS DU CA :

Gilbert BELAUBRE
 François BEGON
 Bruno BLONDEL
 Patrice CROSSA-REYNAUD
 Michel GONDRAN

SECTION DE NICE :

PRESIDENT : Doyen René DARS

PRESIDENT FONDATEUR : Dr. Lucien LEVY (†)
PRESIDENT D'HONNEUR : Gilbert BELAUBRE
SECRETAIRE GENERAL D'HONNEUR : Pr. P. LIACOPOULOS (†)

CONSEILLERS SCIENTIFIQUES :

SCIENCES DE LA MATIERE : Pr. Gilles COHEN-TANNOUJJI
SCIENCES DE LA VIE ET BIOTECHNIQUES : Pr Brigitte DEBUIRE

CONSEILLERS SPECIAUX:

EDITION: Pr Robert FRANCK
AFFAIRES EUROPEENNES : Pr Jean SCHMETS
RELATIONS VILLE DE PARIS et IDF: Michel GONDRAN
RELATIONS UNIVERSITES
 et **MOYENS MULTIMEDIA**: Pr Alain CORDIER

SECTION DE NANCY :

PRESIDENT : Pr Pierre NABET

novembre 2013

N°179

TABLE DES MATIERES

p.03 Compte-rendu de la séance du lundi 4 novembre 2013
 p.15 Compte-rendu de la section Nice Côte d'Azur du 17 octobre 2013
 p. 23 Annonces
 P. 28 Documents

ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES
Fondation de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.

Séance du

Lundi 4 novembre 2013

Maison de l'AX 17h

La séance est ouverte à 17h sous la Présidence de Victor MASTRANGELO et en la présence de nos collègues Gilles COHEN-TANNOUDJI, Alain CORDIER, Françoise DUTHEIL, Claude ELBAZ, Robert FRANCK, Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Pierre MARCHAIS, Alain STAHL

Etaient excusés Gilbert BELAUBRE, François BEGON, Bruno BLONDEL, Michel CABANAC, Alain CARDON, Daniel COURGEAU, Jean -Pierre FRANCOISE , Walter GONZALEZ, Gérard LEVY, Jacques LEVY , Valérie LEFEVRE-SEGUIN , Pierre PESQUIES, Jean SCHMETS, Jean VERDETTI.

Préalablement à l'Assemblée générale notre Président tient à préciser que notre Collègue Alain CORDIER qui n'avait pu être présent lors de notre précédente séance aurait dû être excusé sur le précédent compte-rendu.

I. ASSEMBLEE GENERALE DE L'AEIS relative à l'année 2012-2013

Assistaient à l'Assemblée générale nos collègues de Paris Gilles COHEN-TANNOUDJI ,Alain CORDIER, Françoise DUTHEIL, Claude ELBAZ, Robert FRANCK, Michel GONDRAN, Irène HERPE-LITWIN, Pierre MARCHAIS, Victor MASTRANGELO, Alain STAHL. ainsi que , représentant la section de Nice, Yves IGNAZI.

Un certain nombre de procurations avaient été données à savoir:

Donneur de la procuration	Donataire de la procuration
BELAUBRE Gilbert	HERPE-LITWIN Irène
BLONDEL Bruno	HERPE-LITWIN Irène
BRENER Pierre	BELAUBRE Gilbert
CARDON Alain	MASTRANGELO Victor
DARS René (Section de Nice)	IGNAZI Yves
FRANÇOISE Jean Pierre	MASTRANGELO Victor
LEVY Gérard	HERPE-LITWIN Irène
LEVY Jacques	MASTRANGELO Victor
NABET Pierre (Section de Nancy)	MASTRANGELO Victor
SCHMETS Jean	MASTRANGELO Victor

La section de Nancy était ainsi représentée par Pierre NABET qui avait lui-même donné procuration au Président Victor MASTRANGELO. La section de Nice-Côte d'Azur était représentée par Yves IGNAZI.

Préalablement à la lecture des rapports moraux notre Président Victor MASTRANGELO nous fait part de l'observation suivante: Selon le règlement de l'AEIS, seuls peuvent prendre part aux votes les membres qui se sont acquittés de leur cotisation. Se pose donc le problème de la section de Nice-

Côte d'Azur qui n'a pas transmis en temps et en heure à notre Trésorier Claude ELBAZ le montant des cotisations (30€par membre) des membres de la section. Au grand regret de tous, il est donc décidé que notre Collègue Yves IGNAZI ne pourra prendre part aux votes¹.

Notre Président nous donne ensuite lecture des rapports moraux des différentes sections:

A) RAPPORT MORAL de la Section de NANCY

- 1) La section de Nancy est composée de 30 membres cotisants. On doit noter , cette année l'intégration d'un membre Belge de Bruxelles , le Professeur Francis BIESMANS qui a été nommé à Nancy - Université de Lorraine , comme Professeur de mathématiques (section économie) .Nous renforçons ainsi le caractère européen de notre académie (avec les académiciens d'origine Luxembourgeoise) Nous sommes très heureux de sa présence et lui souhaitons la bienvenue.

De même, le Professeur Thierry MAY , spécialiste des maladies infectieuses au C.H.U. de Nancy nous a rejoint et nous le remercions .

En 2012-2013 nous avons pu écouter les interventions suivantes de nos membres :

- a) le vendredi 19 octobre 2012, le Professeur Didier DESOR , Neurobiologiste , Faculté des Sciences de Nancy - Université de Lorraine , nous a présenté une très intéressante et originale conférence qu'il avait intitulée « l'éthologie du machisme ». Sa formation de biologiste et ses recherches lui ont laissé penser que la domination des mâles sur les femelles (et donc des hommes sur les femmes) a une base génétique profonde . Ainsi, pour lui, le machisme , bien qu'il faille le combattre , n'est pas prêt de disparaître : La discussion fut vive ! !
- b) le jeudi 13 décembre 2012, le Professeur Vincent MEYER, Sciences de l'information Faculté de METZ – Université de Lorraine, nous a présenté son travail sur la maladie d'Alzheimer (enquêtes, études des facultés relationnelles). Nous avons bien saisi que , dans cette maladie ,la partie strictement médicale n'est qu'une facette. La partie sociale est fondamentale.

Il est à noter que Vincent MEYER vient d'être nommé Professeur à l'Université de Nice – Sophia Antipolis . Il ne manquera pas , je pense , de prendre contact avec la section de Nice de l'A.E.I.S. et avec son Président le Professeur René DARS .

- c) le vendredi 22 février 2013 , la section de Nancy a reçu notre Président national , le Professeur Victor MASTRANGELO , Professeur de Faculté honoraire de Physique . Après avoir fait , avec nous , le point sur le futur souhaitable de notre Académie et en particulier de la section de Nancy , le Professeur MASTRANGELO a présenté une conférence intitulée « Physique des deux infinis : du Big-Bang aux particules élémentaires » . Cette excellente présentation dont l'iconographie était magnifique est parue *in extenso* dans le numéro 176 de la revue nationale .
- d) le jeudi 18 avril 2013 , le Professeur Olivier KLEIN présentait ses travaux de recherche dans le domaine de la Neuro-Micro-chirurgie anténatale . Il a , en effet , été désigné par le Ministère pour développer cette discipline sur Nancy et la Région . Non seulement faut-il mettre au point la technique chirurgicale chez le fœtus *in situ* , mais encore faut-il coordonner l'ensemble des disciplines concernées pour que la prise en charge des cas cliniques soit optimale. Nous lui souhaitons parfaite réussite et nous ne manquerons pas de suivre ses progrès .
- e) enfin, le vendredi 16 juin 2013, l'Académicien Jean-François NOMINÉ, Ingénieur CNRS-INIST de Nancy, nous a présenté les tendances et nouvelles dispositions qui existent actuellement dans « la communication scientifique et le partage des connaissances ». A partir d'un article du Monde (le Monde.fr 15/03/2013) intitulé « qui a peur de l'open access ? » l'orateur a développé son propos sur

¹ Depuis notre Trésorier général Claude Elbaz a reçu le 16/11/2013, de la section de Nice-Côte d'Azur, un chèque de 390 euros correspondant à 13 cotisants .

l'enjeu considérable de la diffusion des savoirs scientifiques. La forme , de plus en plus libérée des grandes revues, gratuite, évaluée par les seuls lecteurs, de cette diffusion, a des retombés importantes d'un point de vue de la recherche elle même, de l'économie, de l'organisation de la société, notamment pour ce qui touche leurs capacités d'innovation.

2) **Productions des membres de la section pendant cette période**

- Le Professeur Gilles DOLIVET a fait paraître un livre important sur « les tumeurs de la Face » sa spécialité.
- Le Professeur Didier DESOR a obtenu le *Grand Prix du festival Universitaire Pédagogique* pour son film « Les rats plongeurs ». un film à voir !
- Le Professeur Francis JANOT a organisé à Nancy en juin 2013, un colloque intitulé « Indices et Formes : la mémoire des gestes » , colloque pluridisciplinaire intéressant en particulier l'archéologie..... mais pas seulement .
- Le Professeur Vincent MEYER a publié , avec ses collaborateurs , un livre intitulé « Mobilités et Valeurs Européennes dans la Grande Région »

Félicitations à tous

3) **Conférences prévues pour 2013-2014**

- Le 25/10/13 Professeur MAY « les maladies infectieuses émergentes : craintes et réponses »
- Le 13/12/13 Professeur GRUEZ « la vie en milieux extrêmes »
- Le 21/02/14 Le Docteur BERNIER « évolutions et avenir des traitements du cancer »
- Le 25/04/14 Le Docteur Michel NABET « la pensée post-moderniste et ses implications actuelles »
- Le 20/06/14 séance consacrée à « l'économie » par l'un de nos académiciens.

Fait à NANCY , le 01 novembre 2013

Professeur Pierre NABET

Président de la section de Nancy de l'AEIS

B) RAPPORT MORAL de la section : NICE CÔTE D'AZUR

Au cours de l'année 2012-2013, l'Académie Européenne Interdisciplinaire des Sciences Nice Côte d'Azur a tenu onze réunions statutaires au siège, Palais Marie-Christine, 20 rue de France à Nice.

Nouveaux membres :

Claude Nigoul – Ancien directeur de l'Institut Européen des Hautes Etudes Internationales.

Conférences :

Les conférences se sont tenues mensuellement au Musée d'Art Moderne et d'Art Contemporain (MAMAC) jusqu'en janvier 2013 et ensuite à la Bibliothèque à vocation régionale Louis Nucéra où nous avons été très bien accueillis.

_ M. Louis Trabut, architecte - urbaniste

« *Habiter en France : quel logement pour nos enfants ?* »

_ Professeur François Demard, ORL

« *La voix humaine : un modèle de diversité* »

_ Frère Richard Beaud, dominicain, égyptologue

« *Le temple égyptien, sa structure et sa théologie : le mythe égyptien* »

_ M. Maurice Lethurgez

« *De la langue d'Adam à la langue poétique* »

Professeur Pierre Couillet, physicien

« *Un cercle pour décrire le monde* »

_ Professeur Pierre Marty, entomopathologiste

« *Actualité du paludisme dans le monde* »

_ Professeur Martine Myquel, pédiatre

« *Données actuelles sur l'autisme* »

_ Professeur Robert Feger, psychopathologiste

« *De l'image au langage. Les univers de l'enfant à travers son expression graphique et picturale* »

_ Pierre Bourgeot, enseignant EICnam : modélisation des systèmes -automatisation

« *Le transhumanisme* »

_ M. Claude Nigoul, ancien directeur de l'Institut Européen des Hautes Etudes Internationales

« *La souveraineté et l'Europe : mythes et réalité* »

Diffusion :

La plupart de ces conférences sont disponibles sur le site Internet

<http://etudiants.nice.fr/>

C) RAPPORT MORAL DE L'ACADEMIE-PARIS

RAPPORT D'ACTIVITE 2012-2013

9 séances mensuelles depuis notre dernière assemblée générale ont été tenues, avec une participation moyenne de dix personnes. Six séances ont été consacrées à la préparation de notre prochain colloque "*Formation des systèmes stellaires et planétaires conditions d'apparition de la vie*" et trois séances ont été dédiées à des exposés de membres de l'AEIS

- **Conférences préparatoires au colloque :**

<p>Mardi 11 décembre 2012 17h30</p>	<p>Conférence d'André BRACK Directeur de recherche honoraire au CNRS</p> <p>/Centre de biophysique moléculaire du CNRS-Orléans. Membre d'honneur de l'Institut d'Astrobiologie de la NASA et de la Société Internationale pour l'Etude de l'Origine de la Vie. Président d'honneur du Réseau Européen d'Astrobiologie</p> <p>« <i>De l'origine de la vie sur Terre à la vie dans l'Univers</i> »</p>	<p>Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS</p>
<p>Lundi 7 janvier 2013 17h</p>	<p>Conférence de Maryvonne GERIN Directrice de Recherche au CNRS</p> <p>Directrice du Laboratoire de Radioastronomie ENS - LERMA UMR 8112</p> <p>« <i>Les molécules interstellaires : de merveilleux outils pour comprendre l'univers</i> »</p>	<p>Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS</p>
<p>Lundi 4 février 2013 17h</p>	<p>Conférence de Martine BEN AMAR Prof. UPMC-Paris 6</p> <p>Responsable du Groupe Physique & mécanique de la matière molle Laboratoire de Physique Statistique, ENS</p> <p>« <i>Morphogenèse et embryogenèse</i> »</p>	<p>Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS</p>

<p>Lundi 4 mars 2013 17h</p>	<p>Conférence de Sylvie DERENNE, Directrice de Recherche CNRS Directeur-adjoint de l'UMR 7618 du CNRS : BioEMCo <i>Biogéochimie et écologie des milieux continentaux</i></p> <p>"La matière organique insoluble dans les météorites carbonées et les roches archéennes"</p>	<p>Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS</p>
<p>Lundi 8 Avril 2013 17h</p>	<p>Conférence de Nicolas PRANTZOS, Astrophysicien, Directeur de recherche au CNRS Institut d'astrophysique de Paris (IAP), UMR 7095/UPMC et CNRS</p> <p>« Nucléosynthèse: l'origine des éléments chimiques dans l'Univers »</p>	<p>Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS</p>
<p>Lundi 2 septembre 2013 17h</p>	<p>Conférence: <i>"Eau et Sel: Premières molécules de la Vie"</i> par J. Zaccai (Directeur de Recherche, CNRS) CEA/CNRS/Université Joseph Fourier/UMR5075 Institut de biologie structurale (IBS) Et Institut Laue-Langevin (ILL) Grenoble</p>	<p>Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS</p>
<p>Lundi 7 octobre 2013 17h</p>	<p>Conférence: <i>"Du système solaire aux systèmes planétaires"</i> Par Thérèse ENCRENAZ Directrice de Recherche émérite au CNRS LESIA Observatoire de Paris</p>	<p>Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS</p>

- **Séances dédiées à des exposés de membres de l'Académie:**

Lundi 4 avril 2013 17h	Conférence " Le principe de moindre action interprété par la nature et par l'observateur en mécanique quantique" par Michel GONDRAN	Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS
Lundi 6 mai 2013 17h	Conférences: Le Boson et le chapeau mexicain par Gilles COHEN TANNOUDJI L'évolution des systèmes et l'architecture du système psychique langagier par Alain CARDON	Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS
Lundi 3 juin 2013 17h	Physique des deux infinis: du Big Bang aux particules par Victor MASTRANGELO	Maison de l'AX, 5 rue Descartes 75005 PARIS

Évènements 2012-2013

Lors de notre dernière AG qui s'était exceptionnellement tenue le mardi 13 novembre 2013 à 16h à l'Institut Henri Poincaré 11, rue Pierre et Marie Curie (5^{ème}), il a été décidé de changer le calendrier habituel de nos séances pour répondre à d'éventuelles indisponibilités de la salle de conférences de l'AX le mardi : depuis janvier 2013, nous nous réunissons le 1er lundi de chaque mois à 17h. Ce changement de jour de semaine (lundi) a été globalement bénéfique pour le fonctionnement de l'AEIS. Des discussions sont toujours en cours avec les instances de l'AX et de l'Institut Henri Poincaré en vue de transférer notre siège social de la Fondation des Sciences de l'Homme 54, boulevard Raspail (6^{ème}) dans le cinquième arrondissement. L'AEIS souhaite mener ses activités au cœur d'institutions prestigieuses du quartier latin.

La préparation de notre prochain colloque se poursuit normalement. Un comité scientifique a été institué (Cf. liste des membres sur l'annonce ci-jointe) ainsi qu'un comité d'organisation (Cf. l'annonce ci-jointe). Le comité scientifique a finalement retenu comme titre du colloque : « *Formation des systèmes stellaires et planétaires. Conditions d'apparition de la vie* ». Ce colloque comporte quatre sessions et une table ronde « *De l'inerte au vivant* » traitant les aspects philosophiques et épistémologiques de ce thème. Un appel à posters est actuellement en cours.

Ce colloque aura lieu finalement à l'Institut Henri Poincaré (5^{ème}) les 5 et 6 février 2014. En plus de notre site internet institutionnel « <http://www.science-inter.com> », un autre site a été ouvert dédié à ce colloque dont l'URL est « <http://aeis-2014.sciencesconf.org/> ». Notre collègue Alain Cordier en est l'administrateur.

Sur ce site, figurent le programme, les résumés des interventions des conférenciers, l'appel à posters et bien sûr la possibilité de s'inscrire. Il est hébergé par la plateforme multimédia du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. **Les inscriptions devront se faire via ce site**

Des recherches de financement sont en cours auprès des organismes et institutions suivants: ville de Paris, CEA, CNRS, UNESCO, OCDE, M.E.S.R, Ministère des Affaires Etrangères.....

Notre Collègue Robert Franck avec l'aide de Daniel Courgeau et Gilbert Belaubre a recherché des éditeurs susceptibles d'accueillir notre projet de collection d'ouvrages. Le choix s'est porté sur les éditions EDP-Sciences qui présentent le meilleur profil pour notre collection et sont très connues dans les milieux scientifiques. Nous attendons un minimum de financement (2500 euros) pour faire éditer le premier volume de la collection ayant trait au colloque 2004 : *Les fractales en progrès*.

En ce qui concerne notre futur colloque (2016), deux réunions ont été organisées avant la séance de 17h mensuelle et consacrées à une prospective de la thématique de celui-ci. Ce comité était composé de Irène Herpe-Litwin, Claude Cohen-Tannoudji, Gilbert Belaubre, Alain Stahl, Michel Gondran, Claude Elbaz, Jean Schmets, Jean Verdeti, Gérard Levy, Pierre Marchais et Victor Mastrangelo. Ces deux réunions ont été animées par notre collègue Gilles Cohen-Tannoudji et Victor Mastrangelo. Ce comité a retenu tout d'abord, comme thème « L'univers des ondes » se basant sur une proposition de notre collègue Claude Elbaz en rapport avec un numéro spécial de la revue **Pour la science** : L'univers des ondes, N°409, Novembre 2011 . Le thème suivant a été finalement retenu « *Ondes et matières* » car cet intitulé correspond mieux au caractère scientifique des colloques de l'AEIS. Par ailleurs, il est bien connu que ces deux entités physiques sont intimement liées. Un premier compte rendu préparé par Gilles Cohen-Tannoudji et qui a été déjà diffusé est rappelé ci-après.

1. Une première séance serait consacrée à l'histoire des liens entre mathématiques et physique à propos de la conception des ondes (les ondes entre mathématiques et physique). Cette séance aurait peu d'orateurs (1 ou 2) mais qui disposeraient de pas mal de temps. L'orateur idéal serait Dominique Lambert de l'Université de Namur

2. Une séance consacrée à la dualité ondes/corpuscule de la physique quantique:
 1. Einstein et la dualité ondes/corpuscules (Gilles Cohen--Tannoudji)
 2. EPR, Bell, Aspect (Alain Aspect ou Franck Laloé)
 3. Ondes de matière (condensats de Bose-Einstein) (Jean Dalibard)
 4. La décohérence comme processus physique (Serge Haroche) Plasmons, phonons, (Roger Balian)
 5. Onde pilote, Bohm, double solution (Michel Gondran, Jean Bricmont)

3. La relativité, les ondes de l'univers
 1. Test de la relativité générale, pulsars doubles (Thibaud Damour)
 2. Test de la relativité générale dans les expériences spatiales (Christophe Salomon)
 3. Le GPS (Marc Lachièze Rey)
 4. Le rayonnement microonde de fond cosmologique (François Bouchet)
 5. Les ondes gravitationnelles (Virgo, LISA)

4. Applications diverses
 1. Sismologie Tsunamis
 2. Héliosismologie (Sylvaine Turk-Chièze)
 3. Ondes et santé (André Aurengo, Philippe Arbeille et Jean-Philippe Grivet)
 4. Techniques d'accélération avec les lasers (Gérard Mourou)
 5. Neurobiologie

Les noms entre parenthèses sont des suggestions.

Quand il n'y a pas de nom il s'agira de rechercher des orateurs possibles. En ce qui concerne l'item 3 (Ondes et santé) de la session 4, les trois intervenants sont proposés par notre collègue François Begon.

Le Colloque pourrait se dérouler au début 2016 cent ans après qu'Einstein ait publié sa théorie de la Relativité générale. Pour plus d'information notre Collègue Gilles Cohen-Tannoudji nous conseille la consultation de son site <http://www.gicotan.fr/>.

Nouveaux membres :

Jean Verdeti, Professeur émérite de Physiologie animale à l'Université Joseph Fourier de Grenoble.
Alain Cordier, Professeur émérite de Physique à l'Université Paris-Sud/LAL-Orsay et Président de l'Association Générale des Responsables de Magistère (AGREMA) des universités

Membre disparu :

C'est avec une grande douleur que nous avons appris le décès le 5 août 2013 de notre collègue biochimiste Emmanuel Nunez qui avait été Professeur de Biochimie à la Faculté de Médecine Xavier Bichat et Médecin biologiste à l'Hôpital Bichat et Président de l'AFSCET (Association Française de Sciences des Systèmes).

Soumis au vote des Collègues présents et représentés, les trois rapports sont adoptés à l'unanimité des votants.

D) Rapport financier

Notre Trésorier nous présente la situation financière au 31 octobre 2013:

**ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE
DES SCIENCES.**

Situation financière au 31 octobre 2013

Le SOLDE au 30 octobre 2012 était de 3642,71 euros

Le SOLDE au 31 octobre 2013 est de 6 840,12 euros

Crédits 2013

Solde 31/10/ 2012	3642,71€
Cotisations 2013 (Paris)	1 860,00€
Cotisations 2012+2013 (Nancy)	1 800,00€
Total Crédits 2013	7302,71€

Dépenses 2013 :

Remboursements dépenses conférenciers:	
Brack :	51,59€
Zaccai :	411,00€
Total dépenses 2012 :	462,59€

SOLDE au 31 octobre 2013

6 840,12 euros

Notre trésorier nous fait part à ce propos de l'observation suivante:

Compte tenu de l'expérience passée, relative aux dépenses en rapport avec l'organisation des colloques, les demandes de subvention doivent être largement anticipées pour financer autant les déplacements des intervenants que les traductions.

Ces quelques remarques ayant été faites, le rapport financier ayant été soumis au vote, est adopté à l'unanimité des présents.

E) Election du nouveau bureau

➤ **Se présentent comme candidats au titre de l'année 2013-2014**

Fonction	Candidat
Président	Victor MASTRANGELO
Vice Président	Jean-Pierre FRANCOISE
Secrétaire générale	Irène HERPE-LITWIN
Trésorier général	Claude ELBAZ
Responsable Editions	Robert FRANCK
Responsable Relations européennes	Jean SCHMETS
Responsable auprès de l'AX	Gilbert BELAUBRE
Responsable auprès de la Ville de Paris et de la région IDF	Michel GONDRAN
Relations Universités et moyens multimédia	Alain CORDIER

➤ **Se présentent comme Conseillers scientifiques au titre de l'année 2013-2014**

Disciplines	Candidats
Sciences de la Matière	Gilles COHEN-TANNOUJJI
Sciences de la Vie-Biotechnologies	Brigitte DEBUIRE

➤ **Se présentent comme membres consultatifs au titre de l'année 2013-2014**

Membres consultatifs du Conseil d'Administration	Gilbert BELAUBRE François BEGON Bruno BLONDEL Patrice CROSSA-REYNAUD Michel GONDRAN
--	---

L'ensemble des candidatures est adoptée à l'unanimité des présents et représentés.

➤ **Présidents de section élus (appartenant statutairement au bureau)**

Section	Élu
Nancy-Luxembourg	Pierre NABET
Nice-Cote d'Azur	René DARS

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier vivement le Président de l'AX : **M. Laurent Billès-Garabedian**, le délégué général **M. Bruno Van Paris**, le délégué général adjoint **M. Yves Stierlé** ainsi que les personnels du siège de l'AX 5, rue Descartes pour la qualité de leur accueil

II. Réflexions sur la finalisation du prochain colloque

"Formation des systèmes stellaires et planétaires -Conditions d'apparition de la vie"

A. Prises en charge des différentes tâches

- La relance des conférenciers pour l'envoi de leurs titres et résumés de conférences sera faite par nos collègues Gilbert BELAUBRE et Irène HERPE-LITWIN.
- Dès qu'il sera en possession des résumés, notre collègue Gilbert BELAUBRE se propose d'éditer un fascicule des résumés à l'attention des participants.
- Il prend également en charge l'organisation matérielle du colloque à l'IHP (repas, pauses-café des conférenciers) .
- Un point sur la gestion du site internet du Colloque <http://aeis-2014.sciencesconf.org/> sera également fait par notre Collègue Alain CORDIER.
- Il faudra également faire une demande aux conférenciers des textes complets de leurs interventions à l'attention de nos collègues Robert FRANCK (Edition EPS) et Alain CORDIER(site internet)

B. Demandes de financement

Des demandes ont été effectuées auprès des organismes suivants:

- Ville de Paris: attente d'une décision imminente
- CEA: en cours, 1500€ ont été attribués
- CNRS : à explorer par notre Président Victor MASTRANGELO
- UNESCO : Problème de la personne à contacter (Jean-Claude HALIMI)
- OCDE, Ministère des affaires étrangères, Institut français : problème de la personne à contacter.

- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (M.E.S.R.) à explorer par notre Président Victor MASTRANGELO.

C. Diffusion de l'annonce du colloque

Les envois suivants sont à envisager:

- Annonce du colloque aux membres de l'AEIS
- Annonce aux listes des précédents colloques de l'AEIS
- Annonce à la liste PIF éventuellement
- Annonce à l'Union des Professeurs de classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE)
- Annonce à la direction des Sciences de la matière du CEA
- Annonce aux vice-présidents scientifiques des Universités de la région IDF et au niveau national
- Annonce à quelques membres de l'Académie des Sciences

D. Inscriptions

- La procédure de validation des inscriptions sur le site dédié <http://aeis-2014.sciencesconf.org/> est à préciser

E. Prochains points sur le colloque

le lundi 2 décembre 2013 ou le lundi 6 janvier 2014.

III. Questions diverses

• Dossiers de candidature

Dans le but d'avoir un profil de recrutement comparable entre les sections de Paris, Nancy et Nice, notre Président suggère de publier sur le site de l'académie le dossier à remplir par tout candidat qui comprendrait²:

- canevas de CV
- lettre de motivation dans laquelle le candidat indique les raisons pour lesquelles il souhaite adhérer et comment il pourrait contribuer au bon fonctionnement de sa section et de l'AEIS au niveau national

² Un canevas de CV est disponible dans le chapitre annonce.

Compte-rendu de la section

Nice-Côte d'Azur

Ce que nous percevons du monde n'est pas le réel, ce n'est que notre réalité interne. C'est notre cerveau qui la fabrique.

Misha Gromov

Compte rendu de la séance du 17 octobre 2013

(174^{ème} séance)

Présents :

Pierre Bourgeot, Patrice Crossa-Raynaud, François Cuzin, Guy Darcourt, René Dars, Jean-Pierre Delmont, Pierre Gouirand, Maurice Lethurgez, Claude Nigoul.

Excusés :

Jean Aubouin, Richard Beaud, René Blanchet, Jacques Lebraty, Maurice Papo.

1- Approbation du compte rendu de la 173^{ème} séance.

Le compte rendu est approuvé à l'unanimité des présents.

2- Cycle sur la Méditerranée.

Introduction du thème : Claude Nigoul.

PARADOXES MEDITERRANEENS

Deux millions et demi de kilomètres carrés, soit un pour cent des espaces maritimes de la planète, la Méditerranée, enclose dans les terres de trois continents et ouverte sur les grands espaces océaniques par le seul goulet de Gibraltar, n'est qu'un modeste lac pour la géographie.

Pour son climat unique et recherché, ses paysages sublimes, ses richesses archéologiques, son patrimoine architectural et artistique sans égal, elle est la première destination du tourisme mondial dont elle représente plus du tiers. La douceur de vivre qu'on lui prête n'est pas le moindre de ses attraits : poètes, musiciens, peintres de ses rivages n'ont cessé de la chanter. Dans la fantasmagorie universelle, Méditerranée rime avec harmonie.

Ce monde idyllique installé dans l'imaginaire universel se dissipe dans les réalités. La géographie, la première, le dément déjà. Rien de paisible et de lisse dans l'image qu'en donnent les cartes, mais un espace biscornu, tourmenté, torturé, éclaté que le géographe sépare en deux bassins, l'occidental et l'oriental, divisés eux-mêmes en de multiples mers secondaires, golfes, rades ou baies. Une mer enfermée dans des rivages le plus souvent déchiquetés, pénétrée de péninsules et de caps agressifs et clouée d'innombrables îles et îlots, aux côtes rarement avenantes et, pour les plus grandes, terres d'indépendance ombrageuse et, parfois, conquérante.

Là où la géographie voit dentelures, échancrures, crénelures, caches, repaires ou sanctuaires, l'histoire et la géopolitique ne voient que bruit et fureur. Car cette mer tourmentée, ce lac exigü, est enchâssé dans un bassin que se partagent, ou mieux, que se disputent plus de vingt souverainetés, vingt-cinq si on prend en compte des entités au statut ambigu, comme la république de Saint Marin ou l'Autorité

palestinienne, trente si on inclut les riverains de la mer Noire, et bientôt davantage si les processus d'implosion de certains Etats riverains, actuellement à l'œuvre, arrivent à leur terme.

Comment, dès lors s'étonner si « le Monde Méditerranéen », pour reprendre l'expression de Fernand Braudel si révélatrice de son l'ambivalence, a été, tout au long de l'histoire, et demeure aujourd'hui un théâtre permanent de conflits et de tensions. Entre cacophonie permanente et symphonies inachevées. Loin d'être en régression, la conflictualité méditerranéenne ne cesse d'être alimentée par de nouveaux brandons qui ravivent les braises anciennes ou allument de nouveaux foyers. Il y a, bien sûr, les tensions toujours latentes autour de frontières disputées d'Etats, souvent taillés à l'emporte-pièce par l'histoire des conquêtes et des colonisations, et toujours contestées par les communautés linguistiques, ethniques religieuses ou historiques qu'elles déchirent. Ainsi en va-t-il du Pays basque aux Balkans, du Maghreb au Machrek, avec la place éminente qui revient au Proche-Orient. Partout une même causalité est à l'oeuvre : l'incapacité des peuples de la Méditerranée à vivre en paix. S'y ajoutent aujourd'hui des facteurs nouveaux qui menacent d'aviver encore les conflits en cours et de raviver ceux qui étaient en sommeil.

Tel est le cas de la découverte de réserves considérables d'hydrocarbures en Méditerranée orientale, tant dans le sous-sol d'Israël que *off shore* au large de ses côtes et de celles des autres pays de la région. Les convoitises que suscite ce que certains considèrent comme un possible Eldorado pétrolier et gazier sont autant de nouvelles occasions de disputes pour y accéder. Elles ouvrent la boîte de Pandore du partage des zones économiques exclusives dans cet espace maritime, bouchent plus encore les perspectives de la création d'un Etat palestinien, et donnent une nouvelle jeunesse aux tensions gréco-turques.

Tel est plus encore le cas de la déstabilisation des pays arabes du fait des convulsions qui ont renversé le régime de certains et menacent de le faire pour d'autres. Au-delà de la réjouissante élimination de tyrans corrompus et de la tentative des peuples de s'approprier leur destin, se profile aussi la menace d'une régression vers l'intolérance et le fanatisme que fait peser, sur des sociétés volatiles et fragilisées, l'activisme de courants dévoyés de l'islam partout désormais à l'œuvre.

La Méditerranée n'est certes pas un monde de paix, même si le rameau d'olivier est son symbole. Paradoxe de toujours entre ces hymnes récurrents à la paix qui enflamment le discours des politiciens, le chant des poètes, le prêche des religieux, la prose des littérateurs, et la réalité des conflits de voisinage aussi bien que celle des embrasements déclenchés par des incendiaires exotiques, mettant au service de leurs causes extérieures le caractère hautement inflammable de la zone. Mais cette invocation de la paix désirée, espérée, attendue, est-elle autre chose que la confirmation de la fatalité d'une violence méditerranéenne irréfrenable et l'évasion désespérée dans une incantation réitérée à satiété ?

Lorsque l'amiral américain Alfred Mahan déclarait, en 1902, « la Méditerranée appartiendra à un seul maître, tombera sous l'hégémonie d'une puissance dominante qui poussera ses avantages dans toutes les directions, ou sera le théâtre d'un conflit permanent ... », il ne lançait pas une prophétie, mais constatait une évidence, maintes fois vérifiée par l'Histoire.

Tel fut le rôle des grands empires, de Rome jusqu'à l'Angleterre, et même du condominium qu'exerçaient l'URSS et les Etats-Unis pendant la Guerre froide. Fauteurs de guerre et, en même temps, faiseurs de paix, les uns comme les autres s'employaient à un minimum de stabilité dans la région pour préserver au mieux leurs intérêts.

Ces temps sont, au moins provisoirement, révolus, et cette stabilité c'est maintenant dans la construction de l'unité qu'on espère la trouver. Objectif ambitieux dont la réussite reste bien hypothétique au vu des expériences, passées ou actuelles, car l'unité comme antidote des poisons d'une diversité mortifère a fait l'objet de multiples tentatives et d'autant d'échecs ou d'enlisements

Les uns visaient à associer et à coordonner dans un même ensemble des pays qu'une communauté de nature, d'intérêts ou de destin, rapprochait logiquement. Tels furent les différents avatars d'unité arabe dont le colonel Nasser fut le champion avant qu'un autre colonel, Mouammar Kadhafi, ne s'y essaye à son tour. Toutes ces tentatives furent autant d'échecs, ni la volonté hégémonique de l'Egypte ni les

palinodies du chef de la Jamahiriya libyenne n'ayant permis de fédérer la Syrie, le Liban, la Jordanie ou l'Irak, et encore moins l'ensemble du monde arabe. Tout aussi significatives de la reluctance des pays de la rive sud à toute forme d'intégration effective sont les tribulations de l'unité maghrébine. Bien qu'agométrie variable, cette région dont on ne sait trop si on doit y inclure la Libye et la Mauritanie, semblait se prêter, au moins dans son noyau central de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc, à une union que pouvait favoriser la relative uniformisation liée au passé récent de l'administration coloniale française. Ayant accédé à l'indépendance, ces trois pays créaient dès 1964 le Comité Permanent Consultatif Maghrébin qui pouvait constituer l'amorce d'une fédération régionale. Ouvert à la Libye, il ne cessa d'être paralysé par les dissensions entre les différents dirigeants, les tentatives dissidentes et la création de coquilles vides dont la dernière en date est, depuis 1989, l'Union du Maghreb Arabe, prisonnière des différends entre pays et empoisonnée par l'enlisement du conflit du Sahara occidental.

Les autres, au nom du mythe d'une Méditerranée unie, ambitionnent de créer un espace de coopération renforcée et administrée en commun à la dimension de toute la zone. Elles ont toutes la caractéristique de se fonder sur des initiatives européennes, c'est-à-dire d'inclure la Méditerranée dans la dynamique qui porte l'unification de l'Europe. On peut faire remonter aux années 70 les débuts réels de ce mouvement avec la mise en route de la politique méditerranéenne de la Communauté, réseau d'accords économiques et commerciaux conclus avec la plupart des pays de la rive sud en vue de l'accroissement des échanges et pour aider à leur développement. Au-delà de cet objectif, elle avait l'ambition d'être un facteur de rapprochement non seulement nord-sud, mais entre les Etats du sud également. Minée par les problèmes politiques de la zone et par les différentes polarisations mal conciliables suscitées par le conflit du Proche-Orient, elle allait être reléguée au second plan par la chute du mur de Berlin et la priorité donnée par la Communauté européenne à l'aide au redressement économique des pays d'Europe centrale et orientale. C'est pour contrebalancer cette prédilection qu'a été lancé, en 1995, le partenariat euro-méditerranéen, dit processus de Barcelone, qui réunit les vingt-sept membres de l'Union Européenne et dix Etats du sud.

Autant dire que ce partenariat, qui n'a de méditerranéen que le nom mais qui nourrit de vastes ambitions, non seulement économiques, mais aussi politiques, sociales et culturelles, souffrait dès sa naissance d'un grave handicap qui peut se résumer ainsi : « Qui trop embrasse mal étreint ». Face à ce qu'il faut bien considérer comme un échec, le président français, Nicolas Sarkozy prenait alors l'initiative dès son élection de lancer « l'Union Méditerranéenne » qui devait regrouper tous les pays riverains de la Méditerranée. L'opposition des partenaires de l'UE écartés de ce projet du fait de leur position géographique et peu enclins à laisser la France renforcer sa place en Méditerranée, aboutit à sa dilution dans une Union pour la Méditerranée regroupant partenaires du sud et la totalité des membres de l'UE, dans une configuration comparable à celle du processus de Barcelone. Les mêmes causes provoquant les mêmes effets, cette Union n'avait donc guère de chances de réussite. Elle est maintenant assurée de son échec du fait des convulsions qui ont saisi les pays arabes et de la nonréélection de son promoteur.

Le mythe Méditerranée

Théâtre permanent du conflit et incapable de se doter d'autres moyens de régulation que ceux que la domination du plus fort, autochtone ou étranger, lui impose, la Méditerranée apparaît comme un permanent paradoxe entre le rêve et le réel. L'imaginaire et la réalité s'y heurtent, se dénie et se démentent dans une schizophrénie que reflètent les innombrables mythes dualistes, fondateurs des cultures, des religions et des hérésies, dont elle est le lieu d'élection. Alors se pose la question, ontologique par excellence, sur laquelle bute toute réflexion: la Méditerranée elle-même, est-elle un mythe ? C'est-à-dire une construction de l'esprit en même temps qu'une aspiration fondamentale ? Pour paraphraser le grand Méditerranéen que fut Paul Valéry « le nom de tout ce qui n'existe et ne subsiste qu'ayant la parole pour cause » ?

Cette question n'est ni oiseuse ni futile car des réponses qu'on lui donne dépendent les explications de situations bien concrètes, les raisons de bien des échecs, les fondements de bien des erreurs dont l'impuissance à s'unir n'est pas des moindres. La Méditerranée existe-telle autrement que dans

l'imaginaire des hommes qui la proclament ou, dans une formulation moins provocatrice, qu'est-ce que la Méditerranée ? Ou, ainsi que certains l'affirment, la Méditerranée est-elle une invention ?

Comme le déclarait récemment l'historien Henry Laurens : « Si nous n'étions pas en 2010 mais aux alentours de 1800, la Méditerranée n'existerait pas (...) ce que l'on appelait la Méditerranée désignait d'une part notre petite Europe méditerranéenne – c'est-à-dire l'Italie, la péninsule ibérique et la France – et, d'autre part, l'Orient qui se divisait lui-même en deux parties : le Levant pour la Méditerranée orientale et la Barbarie pour le Maghreb actuel ». Ce seront les géographes qui, les premiers, à partir d'une unité climatique régionale affirmée, envisageront la Méditerranée comme un ensemble cohérent et en feront un objet d'étude autonome. Ce point de départ est essentiel dans la construction du mythe méditerranéen car en découlent les deux traits qui le définissent.

D'une part, tout d'abord, la conception englobante de la Méditerranée qui aujourd'hui est reçue comme allant de soi et qui mêle intimement dans un même ensemble, la mer et les terres qui l'entourent, toutes soumises à une même influence climatique. Ce climat unificateur rend les deux éléments indissociables, fonde l'unité de ce monde méditerranéen. C'est ce que l'écrivain Gabriel Audisio, poète militant du rassemblement de toutes les cultures méditerranéennes, exprime avec quelque emphase : « Il ne fait pas de doute pour moi que la Méditerranée soit un continent, non pas un lac intérieur, mais une espèce de continent liquide aux contours solidifiés. »

D'autre part, la mythologie, unanimement proclamée, de la « mère Méditerranée » creuset de la civilisation. Car ce climat n'est pas n'importe quel climat : c'est un climat tempéré qui se caractérise par sa douceur, son équilibre, ignorant des extrêmes, c'est un climat « civilisé » qui, de concert avec l'industrie humaine, sculpte un paysage à hauteur d'homme. Renan exaltera « ces beaux lieux, ces rivages éclairés. C'est là que l'humanité a germé, ailleurs restée en semence ». Et Nietzsche de s'exclamer : « ...la Provence, Florence, Jérusalem, Athènes, tous ces noms prouvent la même chose : le génie dépend d'un air sec, d'un ciel pur. Avec Elisée Reclus, le géographe rejoint alors les écrivains, lui pour qui la Méditerranée est « ce grand médiateur qui modère les climats de toutes les contrées riveraines » en même temps que « les terres émergées que l'homme habite », ce peuple de la Méditerranée dont elle est « la patrie »

Voici donc la géographie qui fournit la première approche d'ensemble, qui littéralement invente la Méditerranée. Démarche à l'évidence idéologique que Fernand Braudel fait sienne lorsqu'il affirme, dans sa préface, que « rien n'est plus net que la Méditerranée de l'océanographe, du géologue ou même du géographe : ce sont là domaines reconnus, étiquetés, jalonnés. » Mais affirmation audacieuse car elle concorde difficilement avec les réalités compliquées que, précisément, met en évidence l'analyse géographique elle-même, Ainsi en va-t-il d'abord de la mer proprement dite dont l'unité n'est certes pas la caractéristique dominante et forcément reconnue.

Cette mer au profil tarabiscoté en est-elle une ou n'est-elle qu'un diverticule de l'océan Atlantique ? La géographie qui enseigne sa pleine dignité entretient la confusion sur sa nature et sa consistance même. Mer semi fermée, dit-elle, en lui donnant trois ouvertures sur d'autres espaces maritimes : le détroit de Gibraltar sur l'Atlantique, le canal de Suez sur la mer Rouge, les détroits turcs sur la mer Noire. Seul le premier est pertinent. Le deuxième ne doit rien à la nature : création du génie des hommes, il n'est qu'un artifice à la merci de leur bon vouloir et des aléas de leurs relations. Quant au troisième, il est loin de faire l'unanimité, nié par les riverains de la mer Noire qui, opportunément, revendiquent le caractère méditerranéen de cette dernière dès lors qu'ils y trouvent un intérêt pour leur cause. Ainsi le fit, pendant la guerre froide, la diplomatie soviétique au nom de sa politique « la Méditerranée aux méditerranéens », manière de prétendre évincer la VI^e flotte américaine de ce théâtre essentiel de la Guerre froide.

Et, déjà, la confusion s'installe dans ce qui semble le plus évident : la topographie Et que la toponymie, avec toutes les arrière-pensées et les présupposés qu'elle véhicule, ne cesse d'aggraver. Car cette mer est faite de « sous-mers » : mer Egée, mer Adriatique, mer de Marmara, mer Ionienne, mer Tyrrhénienne, nomenclature qui n'est évidemment pas innocente et exprime bien plus qu'une imagination toponymique au service d'une diversité anecdotique. Que dire alors du littoral des pays qui la bordent ?

Jusqu'où est-il méditerranéen ? Question à laquelle il faut bien répondre tant il est évident que l'emprise de la souveraineté politique ne garantit pas l'appartenance au « monde méditerranéen ». C'est donc encore à la géographie qu'incombe la recherche d'un monde méditerranéen cohérent, à défaut d'être homogène, d'en tracer, fût-ce approximativement, les limites, de dire jusqu'où peuvent être considérés comme méditerranéens les pays riverains dont la plupart ne le sont, à l'évidence, que partiellement, dans leurs rivages qui la bordent et l'arrière-pays qui les prolongent. Certes la France est un pays méditerranéen mais, tout autant atlantique. Et si Marseille, Nice ou Perpignan peuvent se réclamer de cette appartenance, qu'en est-il de Brest, de Valenciennes ou, plus symboliquement significatif, de Paris. Et que dire du Portugal, reconnu méditerranéen dans les classifications internationales, à commencer par celles de l'Union européenne, qui n'a pourtant de façade qu'océanique et dont le territoire ne se trouve, en aucun endroit, à moins de plusieurs centaines de kilomètres de ce monde auquel on le rattache ?

La géographie physique fournit là les critères les plus commodes et les plus opérationnels : ce sera alors la ligne de partage des eaux, la zone où règne le climat dit méditerranéen ou, plus bucolique, les limites de la culture de la vigne et de l'olivier. Tout cela détermine un paysage assez largement commun aux zones littorales et à leur arrière-pays et aide finalement à donner une base territoriale à ce monde.

Tout autre, en revanche, est le tableau que brosse la géographie humaine. Quel est ce peuple de la Méditerranée dont parle Elisée Reclus ? A l'observateur il apparaît comme un empilage sans cesse à l'œuvre, de sédiments déposés tout au long de l'Histoire, produits d'incessantes turbulences démographiques.

Cette bigarrure de peuples est, d'abord, la conséquence des brassages liés aux échanges de proximité, de voisinage, d'inspiration principalement économique et commerciale, que la mer, voie de communication privilégiée, a très tôt facilités. Mais elle est, surtout, la résultante des grands mouvements historiques de déchaînement de la violence conquérante qui portent les envahisseurs et soumettent ou chassent les vaincus. Ils ajoutent alors aux peuplements précédents des strates nouvelles de population venues d'ailleurs, sans autre lien avec la Méditerranée que le tropisme qui les pousse et les installe sur ses rives. Au mitan du premier millénaire, sur les ruines de l'empire romain d'occident, Wisigoths, Ostrogoths et Vandales, partis des rives de la Baltique et des profondeurs de l'Europe germanique, font de la Méditerranée occidentale un monde barbare. Leur succéderont les Arabes venus des déserts de la péninsule arabique avant que n'arrivent les Turcs, désormais appelés Ottomans, originaires descendus de l'Asie centrale. Les uns comme les autres établiront en Méditerranée des empires séculaires, développeront de nouvelles civilisations, installeront leurs dieux jaloux et bouleverseront ses peuplements antérieurs en les ensemençant de façon durable. A ces mouvements telluriques aux épices lointains, se combineront les déplacements de population endogènes, conséquence d'une violence endémique, politique, économique, culturelle ou sociale, ajoutant de nouvelles strates à cet empilement continu. Dans des temps relativement récents la déportation des Arméniens de Turquie, l'exode des Juifs vers Israël comme des Pieds-Noirs d'Algérie vers la France, ont dramatiquement marqué la chronique toujours ouverte des migrations en Méditerranée. Dans la seconde moitié du XXe siècle, ces mouvements chroniques de population ont pris une nouvelle tournure sous l'influence des déséquilibres démographiques et économiques entre le nord et le sud de la région. L'équation en est bien connue : sous-développement du sud poussant ses habitants vers un nord développé ; insuffisance de main d'œuvre au nord, en déclin démographique grandissant, face à un sud en croissance démographique élevée. De cette sorte de complémentarité historique est né un mouvement mal contrôlé qui a pris, au cours des dernières décennies du siècle, des proportions progressivement intempestives, appauvrissant le sud de sa richesse humaine, dépassant les capacités du nord d'un accueil digne et convenable de ces populations.

Après un demi-siècle, force est de constater que cet épisode, conjugué à tous ceux qui précédemment ont fait de la Méditerranée un kaléidoscope de peuples, est en passe de brouiller son paysage humain jusqu'à le rendre illisible. Immigration de travail à l'origine et, à ce titre, provisoire, ce mouvement s'est transformé en une immigration de peuplement sans perspective de retour. Le sud y a perdu les bénéfices qu'il retirait des remises améliorant significativement les recettes nationales, et le surcroît de

qualification acquis au nord par ses émigrés. Le nord y a trouvé un accroissement important de ses charges et des tensions économiques, politiques, culturelles et sociales déstabilisatrices.

La sédentarisation définitive de millions de nouveaux arrivants qui font souche est souvent présentée comme un précieux facteur d'enrichissement, une fertilisation irremplaçable des sociétés qu'il affecte, et on y voit volontiers l'occasion d'une mise à l'épreuve des valeurs humanistes dont la Méditerranée serait consubstantiellement porteuse. Le débat que suscite cette interprétation connaît aujourd'hui une vivacité accrue du fait de l'accélération des flux migratoires que provoquent aussi bien la conjoncture internationale violente que l'émergence d'un monde où les frontières sont dévaluées, les communications facilitées et l'information généralisée. Certes, cette fluidité planétaire des migrations n'est pas un monopole méditerranéen mais elle prend ici une dimension particulière du fait de l'étroitesse de l'espace méditerranéen qui en amplifie les effets et la résonance. Mais jusque-là, les mouvements migratoires de la région s'inscrivaient dans un contexte de proximité. Les choix de destination étaient très largement la conséquence de la colonisation de l'Afrique du Nord par les puissances européennes et des familiarités nord-sud qui en ont découlé et ont perduré au-delà des indépendances. Il s'agissait, en définitive, de mouvements domestiques, de migrations intra-méditerranéennes.

En ce début de XXI^e siècle se dessine une configuration radicalement différente que l'on peut ainsi esquisser

1 - Développement des migrations sud-sud dont l'importance a été mise en évidence par le conflit libyen qui a chassé de Libye vers la Tunisie et l'Égypte plus d'un million de travailleurs

2 - Apparition de courants d'émigration significatifs dans les pays de la rive nord.

Engendrés par la crise économique qui ébranle l'Europe depuis 2008, ils emportent vers des zones de moindre turbulence, en Europe du Nord et au-delà, des sans emploi de plus en plus nombreux, le plus souvent jeunes et sans espoir, déterminés à l'exil vers des horizons meilleurs. Les pays concernés sont, naturellement, ceux qui sont le plus touchés par la crise. En 2010, dernières statistiques disponibles, 120 000 personnes ont quitté la Grèce, plus d'un demi-million l'Espagne, 100 000 le Portugal. Dans les deux premiers, pays d'immigration depuis des décennies, le solde migratoire est ainsi devenu négatif.

Mais le phénomène le plus lourd de conséquence pour une identité méditerranéenne de plus en plus improbable, est l'arrivée massive, en Italie et en France notamment, d'une immigration extra-européenne venue d'Afrique sub-saharienne et d'Asie, essentiellement clandestine, parfois en transit vers l'Europe septentrionale, parfois installée dans la précarité, en attendant une régularisation et un permis de séjour, préludes à une installation durable. Faut-il voir dans ce bariolage démographique la promesse d'un métissage positif ou l'annonce d'un chaos démographique ? Difficile en tout cas d'y trouver la marque d'une identité méditerranéenne, creuset d'une culture plurielle faite depuis toujours des fertilisations croisées de cultures particulières, certes diverses, mais toutes frappées du même sceau de la méditerranéité. Cette Babel ne semble guère compatible avec la survivance d'une identité commune qui, au-delà des différences d'origine, de langue, de religion, et des nationalités, exprimerait une unité réelle dans le respect de ces diversités.

On laissera à Braudel le mot de la fin :

« Qu'est-ce que la Méditerranée ? Mille choses à la fois, non pas un paysage, mais d'innombrables paysages, non pas une mer, mais une succession de mers, non pas une civilisation, mais des civilisations entassées les unes sur les autres. »

Autant dire que son unité reste un mythe. Sera-t-il, par la volonté des hommes, un mythe fondateur ?

THEME MEDITERRANEE

Séance de l'AEIS du 17 octobre 2013 : proposition d'intervention de Maurice Lethurgez à propos du « Rapport sur la création du CUM » rédigé par Paul Valéry et Maurice Mignon en 1933.

C'est par décret du 18 février 1933 du Ministre de l'Education Nationale statuant sur les propositions concertées entre l'Université d'Aix en Provence et la ville de Nice que fut créé à Nice sous le nom de « Centre Universitaire Méditerranéen » l'Institut qui fit l'objet de ce rapport dont je rappelle les grandes lignes.

Il va de soi que j'ai simplement extrait les points qui de près ou de loin peuvent concerner le choix que nous avons fait de concentrer notre réflexion sur le thème de la Méditerranée comme le firent à Nice, Paul Valéry et Maurice Mignon il y a 80 ans. Je précise que le CUM se devait d'assigner à son activité une unité d'objectif qui est inscrit dans le nom même : « La notion infiniment riche de Méditerranée ». De façon évidente nous revenons sur cette même thématique.

Cette définition, nous disent les rédacteurs, se devait d'assurer « une heureuse convergence de connaissances » et « la production de quantité de sujets et d'idées (...) ne fut-ce que par reclassement, le rapprochement, le placement dans une autre perspective de questions déjà connues, car il n'est rien de réel qui n'ait une infinité d'aspects ». Nos préoccupations ne s'éloignent pas non plus de cet objectif.

Les rédacteurs envisagent par ailleurs la formation à Nice « d'un trésor de documents méditerranéens qui seraient publiés sous les armes de Nice ». Nous ne semblons pas très éloignés de ce qu'ils souhaitent. Mais ils ajoutent que le nom de « Méditerranée » ne leur a pas paru suffire car « un mot de ralliement n'est pas un plan d'opérations ». C'est en cela aussi que nous leur ressemblons.

A cet effet, les rédacteurs du rapport ont retenu comme idée directrice le rôle que la Méditerranée a joué, ou la fonction qu'elle a remplie en raison de ses caractères physiques singuliers, dans la constitution de l'esprit européen, ou de l'Europe historique en tant qu'elle a modifié le monde humain tout entier. Il semblerait bien, comme l'a précisé tout à l'heure notre confrère, que la Méditerranée dans l'esprit des ces rédacteurs ne concernait pas l'ensemble du bassin méditerranéen mais sa partie européenne. Les rédacteurs explicitent longuement leur pensée. Voici rapidement énumérés les différents points. Je cite l'essentiel :

« La nature méditerranéenne, les ressources qu'elle offrait, les relations qu'elle a déterminées ou imposées, sont à l'origine de l'étonnante transformation psychologique et technique qui, en peu de siècles, a si profondément distingué les Européens du reste des hommes, et les temps modernes des époques antérieures. Ce sont des Méditerranéens qui ont fait les premiers pas certains dans la voie de la précision des méthodes, dans la recherche de la nécessité des phénomènes par l'usage délibéré des puissances de l'esprit, et qui ont engagé le genre humain dans cette manière d'aventure extraordinaire que nous vivons, dont nul ne peut prévoir les développements, et dont le trait le plus remarquable, le plus inquiétant, peut-être, consiste dans un éloignement toujours plus marqué des conditions initiales ou naturelles de la vie. Ils tiennent pour évident le rôle immense joué par la Méditerranée dans cette transformation qui s'est étendue à l'humanité, et l'explique, « dans la mesure où quelque chose s'explique, par quelques observations toutes simples. »

Les rédacteurs énumèrent ces observations dites toutes simples dont je ne rappelle que les titres : Les données physiques, les données ethniques, les causes locales d'effets universels, l'édification de l'homme, l'action du milieu sur l'homme, l'action de l'homme sur le milieu, l'action de l'homme sur l'homme et bien entendu l'histoire en s'attachant « moins aux événements, c'est à dire aux accidents très visibles, qu'aux développements pour la formation du capital d'idées et d'habitudes en quoi consiste la civilisation. Développement des techniques, des mythes, des ambitions, des relations ; propagation, ou introduction de nouveautés. »

Voilà brièvement rappelé le contenu de ce rapport qui donna à ce qui était à l'origine un Institut, la thématique de ce qui devait être son enseignement. Notre réflexion renoue d'une certaine manière avec la démarche initiée à Nice par Paul Valéry et Maurice Mignon mais au lyrisme des années trente, la réflexion de notre confrère semble nous convier à une autre lecture des choses.

Prochaine réunion
le jeudi 21 novembre 2013 à 17 heures
au siège : Palais Marie Christine - 20 rue de France
06000 NICE

Prochaine conférence à la Bibliothèque Nucéra
Parking Promenade des Arts
le mercredi 27 novembre 2013 de 17 à 19 heures
Felipe Delmont-Mauri
Architecte urbaniste, expert à l'Unesco
« *La ville des courts chemins* »

Annances

I. Colloque : site inscriptions : <http://aeis-2014.sciencesconf.org>



Académie Européenne Interdisciplinaire des sciences

<http://www.science-inter.com>

FORMATION DES SYSTÈMES STELLAIRES ET PLANÉTAIRES

CONDITIONS D'APPARITION DE LA VIE

<http://aeis-2014.sciencesconf.org/>

COLLOQUE DE L'ACADÉMIE EUROPÉENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES

5 et 6 février 2014

A l'Institut Henri Poincaré

Amphithéâtre Hermite

11, rue Pierre et Marie Curie

75005PARIS



Comité scientifique

Pierre ALBAREDE (ENS-Lyon), Gilbert BELAUBRE (AEIS), André BRACK (CNRS-Orléans), Sylvie DERENNE (CNRS/ENS Paris), Thérèse ENCRENAZ (IAP), Maryvonne GERIN (CNRS/ENS Paris), Louis LE SERGEANT d'HENDECOURT (IAS- Orsay), Marie-Christine MAUREL (Université PMC-Paris), Pierre NABET(AEIS), Marc OLLIVIER (IAS-Orsay), François RAULIN (Université Paris-Est Créteil), François ROBERT (MNHN), Alain STAHL (AEIS)

Comité d'organisation

Irène HERPE-LITWIN, Gilbert BELAUBRE, Gilles COHEN-TANNOUDJI, Alain CORDIER, Claude ELBAZ, Robert FRANCK, Jean-Pierre FRANCOISE, Michel GONDRAN, Victor MASTRANGELO, Jean SCHMETS, Jean VERDETTI

Contact

Irène HERPE-LITWIN
Secrétaire générale AEIS
irene.herpe@science-inter.com
iherpelitwin@gmail.com

PROGRAMMATION du COLLOQUE au 15/10/2013³
FORMATION DES SYSTÈMES STELLAIRES et PLANÉTAIRES
CONDITIONS D'APPARITION de la VIE
<http://aeis-2014.sciencesconf.org/>

Session 1. Formation des systèmes stellaires et planétaires

Mercredi 5 février /matin

Modératrice: Maryvonne GERIN (LERMA/ENS-Paris)

1. Nicolas PRANTZOS (IAP)
2. Patrick HENNEBELLE (LERMA/ENS-Paris)
3. Alessandro MORBIDELLI (CNRS/Observatoire de Nice)
4. Giovanna TINETTI (Department of Physics & Astronomy/University College Londres)

Session 2. Les briques de la vie primitive et les environnements planétaires

Mercredi 5 février/ après-midi

Modérateur: François ROBERT (LMCM/MNHN-Paris)

1. Francis ALBARÈDE (LGL/ENS-Lyon)
2. François GUYOT (LMCM/MNHN-Paris)
3. Sylvie DERENNE (BioEMCo/ENS/Université PMC-Paris)
4. Ernesto DI MAURO (Dipartimento BBCCD – La Sapienza - Université de Rome)

Session 3. Transition vers la vie primitive et diversité

Jeudi 6 février/matin

Modératrice: Marie-Christine MAUREL (ANbioPhy/Université PMC-Paris)

1. Emmanuelle JAVAUX (UPPM/Université de Liège)
2. Giuseppe ZACCAI (ILL/IBS-Grenoble)
3. Bruno FRANZETTI (ELMA/IBS-Grenoble)
4. Susanna C. MANRUBIA (Centro de Astrobiologia, INTA-CSIC/Madrid)

Session 4. Signatures extraterrestres et modélisation

Jeudi 6 février/après-midi

Modérateur: Marc OLLIVIER (IAS-Orsay)

1. Thérèse ENCRENAZ (LESIA/Observatoire de Paris-Meudon)
2. Louis LE SERGEANT D'HENDECOURT (IAS-Orsay)
3. Valentine WAKELAM (CNRS/Laboratoire d'Astrophysique-Bordeaux)
4. Martine BEN AMAR (LPS/ENS-Paris)

Table Ronde « de l'inerte au vivant »

Allocution de clôture : Pierre JOLIOT, Institut de Biologie Physico-Chimique,
Collège de France et Académie des Sciences

³ Un programme définitif sera communiqué ultérieurement

**II. ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES
(dossier candidature)**

**CURRICULUM VITAE Type
(canevas)**

Nom :

Prénom :

Date de naissance :

Lieu de naissance :

Situation de famille :

Adresse :

Téléphone fixe : Téléphone mobile : Courriel :

Distinction(s) :

Formation et Diplômes , Grades universitaires

Parcours professionnel :

Activités de Recherche :

Publications d'articles dans des revues, journaux, autres :

Communications lors de colloques internationaux

Rédaction d'ouvrages :

III. ANNONCES CORDIS

Chimie/Biochimie/Biologie

'Chemical Biology 2014', Heidelberg, Germany

Date: **2014-08-20**

Organiser: For further information, please visit: <http://www.embl.de/training/events/2014/CHB14-01/>

Summary: A conference entitled 'Chemical Biology 2014' will be held from 20 to 23 August 2014 in Heidelberg, Germany. This conference will cover a broad scope of approaches and methods used in chemical biology including innovations in drug discovery, computational...

Link to event

record: http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=EN_NEWS_EVENT&ACTION=D&CAT=NEWS&RCN=36278

'Computational Biology & Innovation Symposium', Dublin, Ireland

Date: **2013-12-05**

Organiser: For further information, please visit: <http://bioinfo-casl.ucd.ie/phdsymposium/>

Summary: The 'Computational Biology & Innovation Symposium' will be held from 5 to 6 December 2013 in Dublin, Ireland. The effective application of computational biological techniques has begun to offer unparalleled insights into complex diseases and infections wh...

Link to event

record: http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=EN_NEWS_EVENT&ACTION=D&CAT=NEWS&RCN=36272

'Molecular Machines: Lessons from Integrating Structure, Biophysics and Chemistry, Heidelberg, Germany

Date: **2014-05-18**

Organiser: For further information, please visit: <http://www.embo-embl-symposia.org/symposia/2014/EES14-03/>

Summary: An event entitled 'Molecular Machines: Lessons from Integrating Structure, Biophysics and Chemistry' will be held from 18 to 21 May 2014 in Heidelberg, Germany. The conference program is designed for biochemists and molecular biologists who are interested...

Link to event

record: http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=EN_NEWS_EVENT&ACTION=D&CAT=NEWS&RCN=36250

[ESF-EMBO Cell Polarity and Membrane Trafficking](#)

The Cell polarity and Membrane Trafficking conference is organised by European Science Foundation (ESF) in partnership with European Molecular Biology Organisation (EMBO).

Organisation: European Science Foundation

Country: FRANCE

Category: Event

[Researchers suggest an enhanced method for the study of biological membranes](#)

The analysis of cholesterol and lipids transfer shows the advantages of combining the methods of RSE and vesicle fusion to prepare tBLMs solid-supported membrane models.

Organisation: NMI3

Country: GERMANY

Category: Publication

Nanotechnologies

[International Conference on Structural Nano Composites \(NANOSTRUC 2014\)](#)

Conference Theme: Nanosciences and Nanotechnologies – Recent Advances towards Nanoproducts and Applications

Organisation: Robert Gordon University

Country:

Category: Event

Documents

Pour préparer l'exposé de notre Collègue Claude ELBAZ sur "La dualité onde-particule au programme d'Einstein" il nous propose la lecture de l'article suivant, *accepté pour publication par les Annales de la Fondation Louis de Broglie, le 31/01/2013*:

p. 29 **"Sur les programmes d'Albert Einstein et de Louis de Broglie"**.

**Sur les programmes d'Albert Einstein et de Louis de Broglie.
Une contribution.**

Claude ELBAZ
5 Allée des sophoras 92330 Sceaux
claudeelbaz@hotmail.com

(accepté pour publication par les Annales de la Fondation Louis de Broglie, le 31/01/2013)

Résumé.

Conformément aux programmes d'Einstein-de Broglie, les champs stationnaires $\varepsilon(x,t)=u(x)\psi(t)$, solutions du d'Alembertien $\square\varepsilon=0$, permettent d'apporter quelques éléments de réponses aux problèmes sur la dualité onde-particule quantique, soulevés par la théorie de la double solution, et par la relativité générale, sur la relation entre la gravitation et l'électromagnétisme. Les champs stationnaires, dont les propriétés cinématiques et dynamiques sont formellement identiques à celles de la matière, constituent un cadre commun pour les équations de la mécanique relativiste et quantique, en déterminant leurs structures de base. Dans l'approximation de l'optique géométrique, où les fréquences infiniment grandes sont occultées, et où seuls les effets moyens se manifestent, la fonction d'amplitude $u(x)$ est réduite à une distribution $\delta(x)$. Un champ stationnaire, de fréquence constante, se comporte comme une particule relativiste isolée, de vitesse $v < c$. Comme il est nécessairement limité dans l'espace et le temps, il ne représente que la limite d'un champ presque stationnaire, de fréquence légèrement variable, $\Omega(x,t)=\omega \pm \delta\Omega(x,t)$, avec ω constant et $\delta\Omega(x,t) \ll \omega$. Les variations de fréquence conduisent aux relations homogènes de Fourier, et à des interactions qui sont formellement identiques aux interactions électromagnétiques, ainsi qu'aux lois de moindre action, et de conservation de l'énergie-impulsion. La variation de la vitesse de propagation du champ $C(x,t)=c \pm \delta C(x,t)$, avec c constant, et $\delta C(x,t) \ll c$, induit des interactions qui sont formellement identiques à la gravitation.

Dans l'approximation de l'optique ondulatoire, la fonction $\psi(t)$, est formellement identique à l'équation de Klein-Gordon de la mécanique quantique. Elle conduit à la transposition des propriétés ondulatoires du champ, aux propriétés corpusculaires de la matière.

Abstract.

Following the programs of Einstein and Louis de Broglie, standing fields $\varepsilon(x,t)=u(x)\psi(t)$, solutions of d'Alembertian $\square\varepsilon=0$, bring some answers to the problems raised by the double-solution theory upon wave-particle duality, and by general relativity upon relation between gravitation and electromagnetism. From the formal identity between kinematic and dynamic properties standing fields with mechanic properties of matter, they form a common frame for equations of relativity and quantum mechanics. In geometrical optics approximation, where infinitely great frequencies are hidden, the space-like amplitude function $u(x)$ reduces to a distribution point-like $\delta(x)$. A standing field, with a constant frequency, behaves like a relativist free particle, at rest or in motion with a speed $v < c$. Since a standing field is necessarily limited with regard to space and time, it represents the limit of an almost standing field, whose frequency varies slightly $\Omega(x,t)=\omega \pm \delta\Omega(x,t)$, with ω constant and $\delta\Omega(x,t) \ll \omega$. The adiabatic variations lead to field homogeneous Fourier relations, as well as to dynamic properties with conservation and least action laws, and to interactions which are formally identical with electromagnetism. Variations of the field velocity $C(x,t)=c \pm \delta C(x,t)$, with c constant and $\delta C(x,t) \ll c$, lead to interactions which are formally identical with gravitation.

In wave optics approximation, the time-like function $\psi(t)$, formally identical with Klein-Gordon equation of quantum mechanics, leads to matter particles properties, by transpositions of standing field wave properties.

1 Introduction

On sait qu'Einstein avait accordé sa caution à Louis de Broglie pour sa thèse, et que, par la suite, une certaine convergence, dans leurs positions respectives vis à vis des recherches en physique, s'est manifestée au cours des années.

Tous deux avaient insisté sur la nécessité de représenter les phénomènes, pour pouvoir les comprendre, avant de les décrire mathématiquement. Pour Einstein, qui appuyait ses raisonnements théoriques sur des expériences de pensées, « La plupart des idées fondamentales de la science sont essentiellement simples et peuvent en général être exprimées dans le langage que tout le monde comprend. Mais pour suivre ces idées de près, il faut être en possession d'une technique très raffinée d'investigation. Les mathématiques comme instrument de raisonnement sont nécessaires si nous voulons tirer des conclusions qui peuvent être comparées avec l'expérience. Aussi longtemps que nous nous occupons seulement d'idées physiques fondamentales, nous pouvons nous passer du langage mathématique....Les idées doivent plus tard revêtir la forme mathématique d'une théorie quantitative, pour rendre possible la comparaison avec l'expérience....La simplicité mathématique de l'ouvrage de De Broglie, est vraiment admirable. Au moment où son ouvrage parut, la technique mathématique d'autres théories physiques était comparativement très subtile et compliquée. La mathématique traitant le problème des ondes de matière est extrêmement simple et élémentaire, mais les idées fondamentales sont profondes et d'une immense portée. » [1]

Pour sa part, Louis de Broglie, recommandait de « s'inspirer directement des données de l'expérience et en n'accordant pas une valeur trop exclusive aux formalismes mathématiques, même élégants et rigoureux, qui risquent parfois de masquer les réalités physiques profondes. » [2]

Tous deux avaient été très réticents vis à vis de l'orientation probabiliste de la mécanique quantique, qui s'est, depuis, considérablement développée, et a conduit au modèle standard de la physique, dans lequel les particules, tant matérielles que d'interactions, sont les constituants ultimes de l'univers. Einstein n'avait cependant pas remis en cause sa validité, et avait même souligné son adéquation remarquable, et sa pérennité : « Cette double nature du rayonnement (et des corpuscules matériels) est une propriété majeure de la réalité, qui a été interprétée avec succès par la mécanique quantique d'une manière ingénieuse et stupéfiante. Cette interprétation, qui est considérée comme définitive par la presque totalité des physiciens contemporains, m'apparaît seulement comme une solution temporaire....Par-dessus tout, cependant, le lecteur doit être convaincu que je reconnais entièrement les très importants progrès que la théorie quantique statistique a accompli en physique théorique...Les relations formelles que fournit cette théorie, par exemple son entier formalisme mathématique, devront probablement être maintenus, sous la forme d'inférences locales, dans toute théorie future. » [1]

Pour sa part, Louis de Broglie, avait adopté une attitude provisoire en l'enseignant pendant de nombreuses années: « Bien qu'après mes premiers travaux sur la mécanique ondulatoire j'aie formulé au sujet du dualisme des ondes et des corpuscules des idées tout à fait différentes de celles que l'Ecole de Copenhague commençait à répandre, j'ai été bientôt arrêté dans cette voie par de grandes difficultés et j'ai finalement admis l'interprétation devenue orthodoxe que j'ai ensuite longtemps enseignée. » [3]

Mais l'insatisfaction d'Einstein ne se limitait pas à la mécanique quantique. Elle s'étendait également à la relativité générale. « On ne saurait prétendre que les parties de la relativité générale qui peuvent aujourd'hui être considérées comme achevées aient doté la physique de fondements complets et satisfaisants ; en premier lieu, le champ total y apparaît être composé de deux parties sans lien logique: la gravitation et l'électromagnétisme. » [4]. Ses critiques restent toujours actuelles puisque la gravitation est restée rebelle à toute unification avec les autres interactions, en particulier avec l'électromagnétisme. Le graviton, comme particule, n'a toujours pas été mis en évidence

expérimentalement. Par conséquent, jusqu'à preuve du contraire, la gravitation reste une théorie classique, décrite par un champ continu.

De plus, son expression doit être homogène des points de vue physique et mathématique: «Pourtant, ce qui me paraît certain, c'est que dans une théorie cohérente, ne doit apparaître, à côté du concept de champ, le concept de particule. La théorie toute entière doit être basée uniquement sur des équations aux dérivées partielles et leurs solutions sans singularité. » [4] il est en effet certain qu'un point matériel, dont la masse volumique est infinie, ne peut que constituer l'approximation d'une particule physique étendue dans l'espace, même si cette extension est relativement très petite. Ainsi, pour Einstein: « Nous pourrions regarder la matière comme des régions dans l'espace où le champ est extrêmement intense. » De même, Louis de Broglie proposait « de considérer le corpuscule comme une très petite région de haute concentration du champ incorporé à une onde étendue » [5]

Pour répondre à ces difficultés, Einstein proposait, dans son programme, de faire d'un champ continu se propageant à la vitesse de la lumière, la base de l'univers physique.

« Nous avons deux réalités : la matière et le champ. Il est hors de doute que nous ne pouvons pas à présent concevoir que toute la physique puisse être bâtie sur le concept de matière, comme le croyaient les physiciens du début du 19ème siècle....Ne pourrions-nous rejeter le concept de matière et construire une physique basée uniquement sur le champ?... Nous pourrions regarder la matière comme des régions dans l'espace où le champ est extrêmement intense. Il n'y aurait pas de place, pour notre nouvelle physique, tout à la fois pour le champ et pour la matière, le champ étant la seule réalité. » [1]

En convergence, dans la théorie de la double solution, Louis de Broglie proposait de « fai(re) intervenir une solution à singularité ponctuelle...avec une onde u présentant une « bosse » au sens d'Einstein, c'est à dire comportant une très petite région où le champ u aurait des valeurs très élevées mais non infinies. »

Plusieurs décennies après l'énoncé du programme d'Einstein, les physiciens ont commencé à le mettre effectivement en œuvre en rejetant les étalons matériels internationaux de longueur et de temps, qui servaient de références depuis deux siècles, pour les remplacer par des étalons électromagnétiques, basés sur la fréquence et la période d'un champ continu qui se propage à la vitesse de la lumière. Par conséquent, du point de vue des mesures expérimentales d'espace et de temps, toute la physique est actuellement basée uniquement sur le champ, et non plus sur la matière.

De manière plus générale, les nouvelles technologies évoluent dans le sens du programme, quand elles substituent progressivement, et presque systématiquement, aux différents moyens mécaniques à base matérielle, des dispositifs électroniques, basés sur le champ électromagnétique. Il est significatif que le terme *dématérialisation* désigne le remplacement de supports de documents, comme le papier, par des enregistrements informatiques.

Ainsi, la technologie et l'expérience nous incitent fortement à nous intéresser activement au programme: du point de vue formel, en partant de l'équation de d'Alembert pour décrire la structure de base d'un champ scalaire se propageant à la vitesse de la lumière, et du point de vue épistémologique, en suivant les méthodes qu'Einstein avait utilisées.

On les trouve condensées dans les mots-clés d'*heuristique* et de *conjecture*, qu'il avait employés explicitement dans ses deux articles de 1905, fondateurs respectivement de la théorie quantique et de la relativité, et dans celui de *structure*, pour la relativité générale.

-L'adjectif *heuristique* est présent dans le titre même du premier article, « *Sur un point de vue heuristique concernant la production et la transformation de la lumière* ». Einstein y reconsidérait la conception de la lumière, admise alors comme une onde continue, en admettant qu'elle se comportait *comme si* elle était constituée de particules, les quanta d'énergie. Cela permettait d'expliquer quantitativement l'effet photoélectrique. Mais cela ne prouvait pas leur existence effective, ou réelle, puisqu'il ne pouvait pas annuler tout l'acquis théorique et expérimental qui justifiait le comportement ondulatoire de la lumière. Par la suite, les quanta de lumière ont été considérés comme des particules effectives, les photons. Pour sa part, Einstein s'en est toujours tenu au caractère heuristique: il considérait le problème de la dualité champ/particule comme ouvert. C'est ainsi qu'il avait été réceptif aux travaux de Louis de Broglie et de Schrödinger en mécanique ondulatoire.

-Le mot-clé *conjecture* figure dans l'article fondateur de la relativité: "Les lois de l'électrodynamique et de l'optique seraient également valables pour tous les systèmes de référence dans lesquels les équations de la mécanique sont valables. Nous érigerons cette *conjecture* en postulat ... » En mathématique, une conjecture admet comme vraie une relation que l'on peut vérifier dans toutes ses applications, mais que l'on ne sait pas démontrer dans le cas général. C'est par un saut dans le raisonnement, et donc explicitement sous forme de *conjecture*, qu'Einstein avait admis que la matière neutre en mouvement se comportait comme la matière chargée électriquement, et qui était décrite par les équations de Maxwell. C'est ainsi que la vitesse de la lumière, de nature électromagnétique, intervenait de manière générale. C'est donc par anticipation d'une démonstration, toujours en attente, que la vitesse de la lumière joue le rôle de constante fondamentale en relativité. Le terme *conjecture*, explicite dans l'article fondateur de 1905, explique l'attitude d'Einstein, qui demeurera toujours en attente d'une solution satisfaisante sur le fondement de la relativité. Pour lui, la rupture formelle, ou logique, de la relativité vis à vis de la physique classique, était provisoire.

-Le mot-clé *structure* a été utilisé par Einstein pour caractériser la relativité générale. Ainsi, précise-t-il, « Les équations de la gravitation ont la forme de lois de *structure*, qui est exigée pour toutes les lois physiques depuis les grandes conquêtes de la théorie du champ. » Mais, de manière implicite, le concept est à la base des deux articles de 1905. En effet, c'est en s'appuyant sur l'identité des structures mathématiques de leurs équations respectives qu'il a pu étendre celles de l'électromagnétisme à la mécanique, d'une part, pour fonder la relativité, et celles de la mécanique à l'optique, d'autre part, pour fonder la particule quantique

En étant guidé par la proposition d'Einstein, on peut chercher à « construire une physique basée uniquement sur le champ » dont découleraient les propriétés de la matière. Dans ce but, l'équation de d'Alembert peut servir de *conjecture* pour décrire la *structure* d'un champ scalaire se propageant à la vitesse de la lumière. En suivant la démarche de Louis de Broglie, ce sont les solutions stationnaires qui doivent être étudiées plus spécifiquement.

On peut alors montrer que les champs stationnaires qui se propagent à la vitesse de la lumière, de fréquence constante, ont des propriétés cinématiques formellement identiques à celles de la matière isolée en mécanique relativiste, et que la transformation de Lorentz, est spécifique des champs stationnaires [6][7].

Comme un champ ne peut pas s'étendre à l'infini dans le temps et l'espace, l'équation d'onde doit être nécessairement complétée par des conditions aux limites. Habituellement elles sont imposées

de manière hétérogène par la matière. On peut montrer que ces conditions sont strictement équivalentes à celles exprimées par les relations de Fourier, homogènes au champ. Par conséquent, du point de vue physique, la fréquence constante d'une onde plane monochromatique, ou d'un champ stationnaire, doit être considérée comme la limite d'une fréquence très peu variable d'une onde presque monochromatique, ou d'un champ presque stationnaire.

Louis de Broglie avait déjà attiré notre attention sur le fait que, dans l'étude d'un champ, on privilégie en général, son développement en ondes monochromatiques élémentaires par analyse de Fourier [8]. « Dans la théorie actuelle, on accorde une sorte de prérogative aux états qualifiés de « monochromatiques »... (elle) consiste en ce qu'on les regarde comme plus normalement réalisés que les états représentés par une superposition de fonctions propres ou d'ondes planes monochromatiques. » Il avait ensuite précisé, qu'il fallait les considérer comme des limites: elles avaient une largeur spectrale, et l'équation de d'Alembert devait être nécessairement complétée par les relations de Fourier [9].

Dans ces conditions, pour des champs presque monochromatiques, une très faible variation de fréquence autour de la fréquence moyenne, $\Omega(x,t)=\omega\pm\delta\Omega(x,t)$, avec ω constant, et $\delta\Omega(x,t)\ll\omega$, conduit à des interactions qui sont formellement identiques aux interactions électromagnétiques. On en déduit également les lois de conservation d'énergie-impulsion et les lois variationnelles [6].

De même, lorsque la vitesse de propagation n'est pas constante, la variation de la vitesse de propagation du champ $C(x,t)=c\pm\delta C(x,t)$, avec c constant, et $\delta C(x,t)\ll c$, conduit à des interactions qui sont formellement identiques à la gravitation [7].

La correspondance formelle entre les propriétés du champ stationnaire et de la matière, offre un cadre commun qui permet d'appréhender comment ces deux interactions s'articulent entre elles.

Dans cet article, nous proposons de montrer comment les champs presque stationnaires se propageant à la vitesse de la lumière, fournissent quelques éléments de réponses aux problèmes soulevés par Louis de Broglie, sur la dualité onde-particule quantique, avec la théorie de la double solution, et par Einstein, sur la relation entre la gravitation et l'électromagnétisme, avec la relativité générale.

2 Champ stationnaire et matière isolée.

2.1. Propriétés cinématiques d'un champ stationnaire.

En admettant, sous la forme d'une *conjecture*, l'équation d'ondes du champ scalaire de célérité c , vitesse de la lumière dans le vide, comme base des propriétés de la matière, nous sommes assurés, par construction, que toutes ses conséquences mathématiques sont relativistes. Les solutions stationnaires élémentaires de l'équation de d'Alembert

$$\square_0 \varepsilon = \Delta_0 \varepsilon - (1/c^2)(\partial^2 \varepsilon / \partial t_0^2) = 0 \quad (1)$$

sont de la forme $\varepsilon = \cos(k_0 x_0) \cdot \cos(\omega_0 t_0)$, produit d'une fonction d'amplitude $u(x_0) = \cos(k_0 x_0)$ et d'une fonction de phase $\psi(t_0) = \cos(\omega_0 t_0)$. La séparation des variables de temps t_0 et d'espace x_0 , montre que les ondes stationnaires oscillent sur place à la fréquence ω_0 , dans le repère (x_0, t_0) . On peut les obtenir par la superposition de deux ondes progressives de même fréquence, l'une retardée $\cos(\omega_0 t_0 - k_0 x_0)$, et l'autre avancée $\cos(\omega_0 t_0 + k_0 x_0)$. Quand les fréquences composantes ω_1 et ω_2 dans $\cos(\omega_1 t - k_1 x)$ et $\cos(\omega_2 t + k_2 x)$ sont différentes, on obtient par superposition une onde de la forme $\cos(kx - \beta \omega t) \cdot \cos(\omega t - \beta kx)$, dans laquelle les oscillations à la fréquence moyenne

$$\omega = (\omega_1 + \omega_2) / 2 = (k_1 + k_2) c / 2 = kc \quad (2)$$

sont modulées par des oscillations à la fréquence $\beta\omega$, où β est la différence relative

$$\beta=v/c=(\omega_1-\omega_2)/(\omega_1+\omega_2) \quad \omega_1=\omega(1+\beta) \quad \omega_2=\omega(1-\beta) \quad (3)$$

En identifiant $kx-\beta\omega t=k_0x_0$ et $\omega t-\beta kx=\omega_0t_0$ [10], on obtient directement les relations entre les fréquences $\omega_0^2=\omega_1\omega_2=(1-\beta^2)\omega^2$, et la transformation de Lorentz pour les coordonnées

$$x_0=(x-vt)/\sqrt{(1-\beta^2)} \quad t_0=(t-vx/c^2)/\sqrt{(1-\beta^2)} \quad (c^2t^2-x^2)=(c^2t_0^2-x_0^2). \quad (4)$$

Elles expriment que le repère (x_0,t_0) de l'onde stationnaire se déplace à la vitesse v par rapport au repère (x,t) avec un déphasage de vitesse c^2/v dans le temps. Ainsi, la transformation de Lorentz est spécifique des ondes stationnaires du champ : on peut le vérifier par comparaison avec les transformations correspondantes pour les ondes avancées ou retardées, caractérisées par des invariants $ct\pm x$ et des coefficients $1\pm\beta$ différents [6].

Le formalisme de Minkowski exprime de manière condensée les propriétés cinématiques des champs stationnaires, au prix de l'occultation des propriétés physiques sous-jacentes, comme la spécificité des champs stationnaires vis à vis des champs progressifs, ou la définition du coefficient $\beta=v/c$ comme une différence relative, et donc inférieure à l'unité.

Dans un champ stationnaire, la fonction d'amplitude $u(x_0)$ et la fonction de phase $\psi(t_0)$ sont définies de manière indépendante, mais assujetties à la même constante k_0 telle que

$$(1/u)\Delta_0u = (1/\psi)(\partial^2\psi/c^2\partial t_0^2) = -k_0^2 = -\omega_0^2/c^2 = \text{Constante}. \quad (5)$$

La fonction de phase ψ vérifie l'équation du genre temps, au repos, et en mouvement

$$\partial^2\psi(t_0)/c^2\partial t_0^2+k_0^2\psi(t_0)=0 \quad \partial^2\psi(x,t)/c^2\partial t^2-\Delta\psi(x,t)+k_0^2\psi(x,t)=0 \quad \partial^\mu\partial_\mu\psi+k_0^2\psi=0 \quad (6)$$

La fonction d'amplitude u du genre espace vérifie l'équation de Helmholtz, au repos, et en mouvement

$$\Delta_0u(x_0)+k_0^2u(x_0)=0 \quad \Delta u(x,t)-\partial^2u(x,t)/c^2\partial t^2+k_0^2u(x,t)=0 \quad \partial^\mu\partial_\mu u-k_0^2u=0 \quad (7)$$

Les propriétés cinématiques du champ stationnaire, caractérisées par ces deux fonctions de genres différents, apparaissent comme plus complètes que celles de la matière, définies seulement par des fonctions du genre temps. Elles en dérivent dans l'approximation de l'optique géométrique en mécanique relativiste, et dans l'approximation de l'optique ondulatoire en mécanique quantique.

2.2. Application à la mécanique relativiste.

Le point matériel intervient à la base de la mécanique de Newton, pour décrire les propriétés cinématiques de la matière. Il subsiste en relativité restreinte [9], et en relativité générale sous la forme de singularité [10]. En mécanique relativiste, l'inexistence de corps solides absolus impose que les particules élémentaires, qui constituent la matière, sont nécessairement ponctuelles.[12]. Par conséquent, la matière est

représentée par des singularités : en l'absence d'une fonction de répartition plus générale $u(r_0)$, les équations de base de la mécanique relativiste sont incomplètes. [4]

Pour Einstein et pour Louis de Broglie, la particule matérielle, de masse-énergie volumique infinie ne peut pas être considérée comme strictement ponctuelle. Elle ne peut que correspondre à la limite d'une répartition localement étendue dans l'espace, (courbe en cloche, ou bunchedfield) : on la retrouve à partir de l'équation de Helmholtz pour la fonction d'amplitude (7). Parmi les différentes fonctions de Bessel, solutions de (7) de la forme $F(k_0 r_0)$ en coordonnées sphériques, la plus simple, de symétrie sphérique, finie à l'origine des coordonnées, est de la forme $u_0 = (\text{sinc } k_0 r_0) / (k_0 r_0)$. Elle représente une courbe en cloche, (lumpedfunction), maximale à l'origine des coordonnées $r_0 = 0$. Dans l'approximation de l'optique géométrique, quand la fréquence est très grande, $\omega_0 = k_0 c \rightarrow \infty$, l'extension spatiale déterminée par la longueur d'onde $\lambda_0 = 2\pi/k_0 \rightarrow 0$ se contracte, de sorte que la fonction d'amplitude $u_0(r_0)$ tend vers la distribution de Dirac $\delta(r_0)$. [6] [11] Le champ stationnaire $\varepsilon(x_0, t_0)$, solution du champ (1), est réduit à un point localisé à l'origine r_0 des coordonnées.

Il convient cependant de bien préciser que ce caractère ponctuel d'approximation du champ ne traduit pas nécessairement sa réduction physique effective (collapse) : il est seulement relatif à l'observation ou à l'interaction. L'équation du champ (1), implique que la solution stationnaire $\varepsilon(x_0, t_0) = u(x_0)\psi(t_0)$, est étendue dans tout l'espace, avec partout une fonction d'amplitude non nulle, sauf en certaines surfaces particulières, les surfaces nodales, situées à des distances multiples de la longueur d'onde λ_0 , et à l'infini. Lorsque les conditions d'observation ou d'interaction sont très grandes vis à vis de λ_0 , on peut efficacement repérer le comportement cinématique de l'ensemble du champ stationnaire en le réduisant à celui d'un point particulier, situé à l'origine r_0 en coordonnées sphériques, ou \mathbf{x}_0 en coordonnées cartésiennes, où la fonction d'amplitude est extremum. Le centre d'amplitude $r_0 = \mathbf{x}_0 = 0$ permet de définir la position de l'ensemble du champ stationnaire. Il est caractérisé par la condition

$$\nabla_0 u(r_0) = \nabla_0 u(x_0) = 0, \quad (8)$$

comme on peut le vérifier dans le cas simple où $u(r_0) = (\text{sinc } k_0 r_0) / (k_0 r_0)$. Vis à vis du champ stationnaire, ce centre d'amplitude joue en cinématique le même rôle que le centre de masse pour la matière. En mécanique de Newton, la connaissance de la position du centre de masse doit être complétée par celle de la répartition de la matière. Dans le cas du champ stationnaire, cela revient à compléter la donnée de sa position \mathbf{x}_0 , définie comme une variable dynamique, par celle de la répartition d'amplitude $u(r_0)$ en fonction de la variable de champ r_0 .

Dans l'approximation de l'optique géométrique, la fréquence très grande $\omega_0 = k_0 c \rightarrow \infty$, est éludée, les oscillations du champ stationnaire étant indétectables. Les équations (6) sont occultées. L'extension spatiale est réduite à un point: la fonction d'amplitude $u_0(r_0)$ tend vers la distribution de Dirac $\delta(r_0 - x_0)$. Comme la transformation de Lorentz pour les coordonnées (4) est indépendante de la fréquence, elle subsiste pour déterminer la relation entre les positions \mathbf{x}_0 et \mathbf{x} des champs stationnaires au repos et en mouvement.

Les équations de la mécanique relativiste, restreinte et générale, sont basées sur des points matériels qui se déplacent sur des trajectoires, et donc directement sur l'approximation de l'optique géométrique. Les équations périodiques, génériques du champ stationnaire, sont occultées. Les coordonnées d'espace x^α sont des variables dynamiques, ponctuelles, et non des variables de champ r , qui décriraient une répartition étendue dans l'espace. L'approche ponctuelle, géométrique et mathématique, est privilégiée, au détriment des correspondances avec des significations physiques sous-jacentes. Par exemple, on ne fait pas de lien entre le caractère absolu des fonctions de genre espace d'une part, et de genre temps d'autre part, et la séparation des variables d'espace et de temps dans le repère au repos du champ stationnaire, alors qu'elle est à l'origine de la transformation de Lorentz. On ne fait pas de lien entre le rapport des vitesses de déplacement et de propagation v/c et une différence relative de fréquences (3), ce qui entraîne, que la vitesse v de déplacement est strictement inférieure à la vitesse de la lumière c , et la loi relativiste d'addition des

vitesse, lorsque les différences de fréquences sont additives. Ainsi, on vérifie qu'en intercalant une fréquence ω_3 entre les fréquences composantes ω_1 et ω_2 de $v=c(\omega_1-\omega_2)/(\omega_1+\omega_2)=\beta c$, on obtient deux vitesses composantes v_1 et v_2 telles que

$$v_1=c(\omega_1-\omega_3)/(\omega_1+\omega_3)=\beta_1 c \quad v_2=c(\omega_3-\omega_2)/(\omega_3+\omega_2)=\beta_2 c \quad (9)$$

$$v=(v_1+v_2)/(1+v_1 v_2/c^2) \quad \text{ou} \quad \beta=(\beta_1+\beta_2)/(1+\beta_1 \beta_2) \quad (10)$$

Inversement, à partir de (10), on calcule $v_1=(v-v_2)/(1-v_2 v/c^2)$.

2.3. Application à la mécanique quantique, et à la théorie de la double solution.

L'équation (6) de la fonction de phase du champ stationnaire ondulatoire est formellement identique à l'équation de Klein-Gordon pour une particule libre en mécanique relativiste. On sait qu'elle conduit à l'équation de Schrödinger non relativiste, lorsqu'on change l'origine des énergies, en considérant l'énergie cinétique $E_c=mv^2/2=mc^2-m_0c^2$, à la place de l'énergie propre $E=mc^2$. L'équation différentielle du second degré de Klein-Gordon conduit également aux équations relativistes différentielles du premier degré, ou spinorielles, de Dirac, pour une particule et son antiparticule associée, en particulier pour l'électron, considéré comme ponctuel.

Les équations de base de la mécanique quantique, qui expriment le comportement de la matière au cours du temps, correspondent à l'approximation de l'optique ondulatoire. Depuis la thèse de Louis de Broglie, elles font intervenir une fréquence d'oscillation, et sont donc plus complètes physiquement et mathématiquement que les équations classiques de la mécanique relativiste, qui correspondent à l'approximation de l'optique géométrique, et dans lesquelles cette fréquence est occultée. Elles sont du genre temps, et par conséquent indépendantes de toute description géométrique des particules matérielles dans leur repère propre, qui peuvent être étendues ou ponctuelles. Cependant, la mécanique quantique, en s'appuyant sur l'expérience, insiste sur le caractère localisé, et à la limite ponctuel, de la particule. Elle ne retient que la limite dans l'approximation géométrique de sa fonction de sa répartition, du genre espace, réduite à la distribution $\delta(r-x)$.

Par comparaison avec les équations (6) et (7) des champs stationnaires, les équations de la mécanique quantique sont basées sur une double approximation : celle de l'optique ondulatoire pour la fonction d'onde ψ , et celle de l'optique géométrique pour la fonction d'amplitude u , réduite à un point.

Pour Louis de Broglie, cette description est par conséquent incomplète. « Dans la théorie de la double solution, nous admettons qu'il existe une onde physique u , qu'il faut bien distinguer de l'onde statistique ψ fictive et arbitrairement normée. Pour exprimer la coexistence de l'onde et de la particule par une image claire, nous supposons que l'onde u comporte une très petite région en général mobile de très forte concentration de l'énergie qui constitue la particule ainsi intimement incorporée à l'onde. Nous écrirons donc $u= v+u_0$, où u_0 représente la très forte concentration d'énergie localisée, et où v représente tout le reste de l'onde. Nous supposons que l'onde v a une très faible amplitude de sorte que l'on puisse considérer la totalité, ou du moins la presque totalité, de l'énergie comme étant localisée dans la très petite région occupée par u_0 . » De plus, « les deux solutions ψ et u doivent avoir la même phase. »

Cette définition appelle plusieurs remarques.

- L'onde $u_0(r_0)$ qui décrit la répartition d'énergie de la particule dans son repère propre, est du genre espace. Elle est donc physiquement, et mathématiquement, différente de la fonction d'onde ψ qui vérifie l'équation de Klein-Gordon, ou ses dérivées, du genre temps. Ce sont bien les caractéristiques respectives des fonctions d'amplitude u et de phase ψ des champs stationnaires (6) (7).

- De plus u et ψ , qui oscillent au même rythme $k_0=\omega_0/c$ sont bien constamment en accord de phase.

- Au lieu de se limiter à l'approximation $u_0(r_0) = \delta(r_0)$, la théorie de la double solution fait intervenir additivement l'onde v de très faible amplitude. On peut donc admettre que v est une perturbation de u_0 .

Cette condition nous conduit à élargir l'étude des propriétés des champs stationnaires à celles des champs presque stationnaires, dont ils ne constitueraient que les limites pour des perturbations très petites, et à la limite nulles, et donc occultées.

3. Champ presque stationnaire et matière en interaction.

3.1. Champ presque monochromatique.

Les solutions monochromatiques de l'équation du champ (1), qu'elles soient progressives ou stationnaires, sont illimitées par rapport à l'espace et au temps, puisque les variables x et t peuvent prendre n'importe quelle valeur jusqu'à $\pm\infty$. Du point de vue physique, et pour les applications pratiques, l'équation du champ (1) doit être complétée par des conditions aux limites. Elles sont en général assurées par la matière, qui agit soit comme source en déterminant les fréquences, soit comme détecteur, soit comme frontière géométrique, en fixant les longueurs d'onde. Outre le caractère hétérogène de la matière par rapport au champ, cette procédure n'est pas satisfaisante du point de vue relativiste, puisque le temps et l'espace interviennent séparément.

Pour y remédier en restant dans un cadre entièrement homogène au champ, on considère les conditions aux limites assurées par les paquets d'ondes. Le cas élémentaire le plus simple est obtenu par la superposition de deux ondes progressives de fréquences voisines $\omega_1 = k_1 c$ et $\omega_2 = k_2 c$, se propageant dans la même direction, à la vitesse de la lumière. On obtient une onde de battement, qui se propage également dans la même direction, à la vitesse de la lumière, dans laquelle l'onde principale $f(\omega t - kx)$, de fréquence $\omega = kc = (\omega_1 + \omega_2)/2$ et de longueur d'onde $\lambda = 2\pi/k$, est modulée par une onde $g[\beta(\omega t - kx)]$, de fréquence $\beta\omega = \Delta\omega/2 = (\omega_1 - \omega_2)/2 = \Delta kc/2$ et de longueur d'onde $\Lambda = 2\pi/\beta k$. Comme $\beta < 1$, la longueur d'onde et la période de modulation sont plus grandes que la longueur d'onde et la période, principales. L'onde de modulation joue le rôle d'enveloppe d'extensions $\Delta x = \Lambda/2$, et $\Delta t = T/2 = \Lambda/2c$, qui déterminent les limites d'espace et de temps pour l'onde principale. On en déduit les relations de Fourier $\Delta x \Delta k = 2\pi$, et $\Delta t \Delta \omega = 2\pi$.

Ainsi, l'équation d'onde (1) seule, est insuffisante pour caractériser un champ monochromatique qui se propage à la vitesse constante de la lumière. Elle doit être nécessairement complétée par des conditions aux limites. Plutôt que de les imposer par la matière hétérogène, on peut avantageusement rester dans un cadre homogène, en prenant comme solutions de (1) des paquets d'ondes du champ. On en déduit alors les relations de Fourier, qui correspondent à des conditions aux limites équivalentes à celles imposées par la matière [6] [7].

Quand la différence de fréquences est très petite $\Delta\omega = 2\beta\omega \rightarrow 0$, elle peut être considérée comme une perturbation $\beta\omega = \delta\omega$. Les deux fréquences composantes $\omega_1 = \omega + \delta\omega$ et $\omega_2 = \omega - \delta\omega$ définissent alors les limites à l'intérieur desquelles le paquet d'ondes peut être assimilé à une onde monochromatique, de fréquence ω égale à la moyenne des fréquences.

Nous admettrons qu'une onde presque monochromatique, est une onde monochromatique au premier ordre, dont la fréquence $\Omega(x,t)$ varie très peu autour d'une valeur constante ω

$$\Omega(x,t) = K(x,t)c = \omega \pm \delta\Omega(x,t) \approx \omega, \quad \text{avec} \quad \delta\Omega(x,t) \ll \omega. \quad (11)$$

La fréquence variable presque monochromatique $\Omega(x,t)$ qui, se déduit de la fréquence constante monochromatique ω , entraîne que, du point de vue mathématique, les propriétés des champs presque

monochromatiques se déduisent de celles des champs monochromatiques par la méthode de la variation des constantes (méthode de Duhamel). [6]

Ainsi, nous représenterons une onde progressive presque monochromatique par

$$\varepsilon(x,t) = U(x,t) \exp i\varphi(x,t) \quad \text{avec} \quad \varphi(x,t) = \Omega(x,t)t - \mathbf{K}(x,t) \cdot \mathbf{x} + 2n\pi, \quad (12)$$

où les produits du deuxième ordre $\delta\Omega dt \approx 0$ et $\delta\mathbf{K} \cdot d\mathbf{x} \approx 0$, définis modulo 2π , sont négligés à l'approximation du premier ordre. Cela revient à intégrer, dans les solutions presque monochromatiques, les conditions aux limites définies par les conditions de Fourier.

$$d\varphi(x,t) = \Omega(x,t)dt - \mathbf{K}(x,t) \cdot d\mathbf{x} \approx \omega dt - \mathbf{k} \cdot d\mathbf{x}. \quad U(x,t) = u(x,t) \pm \delta U(x,t) \quad (13)$$

Du point de vue physique, comme la fréquence de modulation $\delta\Omega(x,t)$ est très petite devant la fréquence principale ω , un champ presque monochromatique peut vérifier simultanément,

- pour ses propriétés du premier ordre, l'approximation de l'optique géométrique pour la fréquence principale ω ,

- pour ses propriétés du deuxième ordre, l'approximation de l'optique ondulatoire pour la fréquence de modulation, telle que $d\Omega(x,t) = d\delta\Omega(x,t)$, d'après (11).

Lorsque, dans l'approximation du premier ordre, les variations du second ordre $\delta\Omega$ et $\delta\mathbf{K}$ sont négligées, les oscillations ne sont pas prises en compte: elles sont occultées ou cachées. C'est la caractéristique de l'approximation de l'optique géométrique, dans laquelle le champ se propage le long de rayons comme trajectoires. [6].

3.2. Application à la mécanique relativiste

Pour les champs presque stationnaires en mouvement de vitesse constante $v = \beta c$, de la forme $\varepsilon(x,t) = U(x,t)\Psi(x,t)$, la phase $\varphi(x,t) = \Omega(x,t)t - \beta\mathbf{K}(x,t) \cdot \mathbf{x}$ est explicitée dans la fonction de phase $\Psi(x,t)$, qui décrit les déplacements, sous la forme

$$\Psi(x,t) = \exp i\varphi(x,t) = \exp i[\Omega(x,t)t - \beta\mathbf{K}(x,t) \cdot \mathbf{x}] \quad \beta\mathbf{K}(x,t) = \Omega(x,t)v/c^2 \quad (14)$$

Par contre, la fonction d'amplitude,

$$U(x,t) = U[\mathbf{K}(x,t) \cdot \mathbf{x} - \beta\Omega(x,t)t] = U[\mathbf{K}(x,t) \cdot (\mathbf{x} - v\mathbf{t})] \quad (15)$$

qui tend vers une distribution de Dirac, reste non explicitée et vérifie l'équation de Helmholtz.

Comme $\varepsilon(x,t)$ vérifie (1), par la séparation des parties réelles et imaginaires dans $\partial^\mu \partial_\mu \varepsilon = 0$

$$\partial^\mu \partial_\mu U - U \partial^\mu \varphi \partial_\mu \varphi = 0 \quad \text{ou} \quad \partial^2 U / c^2 \partial t^2 - \nabla^2 U - U [(\partial\varphi/c\partial t)^2 - (\nabla\varphi)^2] = 0 \quad (16)$$

$$\partial^\mu (U^2 \partial_\mu \varphi) = 0 \quad \text{ou} \quad \partial (U^2 \Omega) / c^2 \partial t + \nabla \cdot (U^2 \beta \mathbf{K}) = 0 \quad (17)$$

Ces relations s'appliquent à des ondes progressives pour $\beta=\pm 1$, à des ondes stationnaires au repos pour $\beta=0$ et en mouvement pour $\beta<1$, à des ondes monochromatiques pour ω et k constants, et à des ondes presque monochromatiques pour $\Omega(x,t)$ et $K(x,t)$ variables.

On en déduit les propriétés dynamiques de conservation de l'énergie-impulsion, et le principe variationnel, pour le champ stationnaire et pour le champ presque stationnaire.

3.3. Propriétés dynamiques des champs presque stationnaires et de la matière.

Pour le champ stationnaire de fréquence constante, au repos et en mouvement uniforme, la relation (17) se réduit dans l'approximation du premier ordre, à

$$\partial u_0^2 / \partial t_0 = 0. \quad \partial u^2 / \partial t + \nabla \cdot u^2 v = 0. \quad (18)$$

C'est une équation de continuité pour le carré de la fonction d'amplitude u . Elle est formellement identique à l'équation de continuité de la matière, déduite de l'équation de Newton, et qui exprime la conservation de la masse volumique μ . Par transposition de sa signification physique, elle exprime la conservation de la densité d'énergie u^2 et d'impulsion $u^2 v$ du champ stationnaire de fréquence monochromatique constante ω . On constate que, pour obtenir la relation (18) comme conséquence de l'équation du champ (1), avec en particulier le carré de la fonction d'amplitude associé formellement à une densité d'énergie, nous avons fait varier virtuellement la fréquence ω , en ajoutant le terme de perturbation $\delta\Omega(x,t)$, pour ensuite l'annuler. Les variations locales de fréquence $\delta\Omega(x,t)$, dont la sommation donne au total un résultat nul, se propagent à la vitesse de la lumière entre les différents points du champ, en établissant une fréquence moyenne ω , la même partout: elles correspondent par conséquent à des interactions [6]. Ainsi, même si elles n'apparaissent pas explicitement, les interactions interviennent implicitement sous forme virtuelle pour déterminer les propriétés dynamiques des champs stationnaires et de la matière.

Dans le repère au repos, la position x_0 du champ stationnaire est déterminée par le centre d'amplitude (8), où la densité d'énergie du champ stationnaire $u_0^2(x_0)$ est maximum. Par la transformation de Lorentz, elle vérifie, dans les repères au repos et en mouvement,

$$\nabla_0 u_0^2 = 0 \quad \nabla u^2 + (\partial u^2 v / c^2 \partial t) = 0 \quad \nabla x v = 0 \quad \text{soit} \quad \pi^{\mu\nu} = \partial^\mu w^\nu - \partial^\nu w^\mu = 0, \quad (19)$$

où $w^\mu = (u^2, u^2 v / c) = u_0^2(x_0)^2 (1, v/c) / \sqrt{1-\beta^2}$ est le quadrivecteur densité d'énergie-impulsion.

Cette relation est vérifiée si on pose que la densité d'énergie w^μ est un quadri-gradient $\partial^\mu a$. Elle est mathématiquement équivalente à l'équation variationnelle

$$\delta \int da = 0 \quad \delta \int \partial^\mu a dx_\mu = 0 \quad \text{avec} \quad w^\mu = \partial^\mu a \quad (20)$$

Comme u^2 est une énergie volumique répartie dans l'espace, et donc une énergie volumique potentielle, $-\nabla u^2 = -\nabla w_p = F$ est une force volumique. $(u^2/c^2)v$ est une impulsion volumique. La relation (19) exprime que la répartition dans l'espace d'un champ stationnaire, dont la position est définie par son centre d'énergie, où l'énergie volumique est maximum, est stable, et se conserve au cours des déplacements à vitesse constante $v < c$.

En effectuant la transposition $u^2/c^2 = \mu$ pour la matière de masse volumique μ , et en tenant compte des identités $dP/dt = \partial P/\partial t + (v \cdot \nabla)P$ et $\nabla P^2 = 2(P \cdot \nabla)P + 2P \times (\nabla \times P)$ pour c et v constants, et de la valeur finie $\int \{(\sin x)^2/x^2\} dx = \pi$ pour x variant de $-\infty$ à $+\infty$, pour la détermination de l'énergie par l'intégration pour l'espace, on obtient à partir de (19), l'équation de Newton

$$dp/dt = -\nabla mc^2 + \{\nabla(mv)^2\}/2m \quad dp/dt = \nabla L_m = -\nabla m_0 c^2 \sqrt{(1-\beta^2)} \quad (21)$$

avec le Lagrangien mécaniste relativiste $L_m = -m_0 c^2 \sqrt{(1-\beta^2)}$ pour la matière isolée ainsi que le principe de moindre action à partir de (20).

Les propriétés de la matière isolée, de masse propre m_0 , sont formellement identiques à celles des champs stationnaires $\mathcal{E} = u(x_0) \cdot \psi(t_0)$ de célérité c et de fréquence constante ω_0 , avec la correspondance $m_0 c^2 \leftrightarrow u_0^2$,

où u_0 est la fonction d'amplitude du champ, solution de l'équation de Helmholtz $\Delta_0 u(x_0) + k_0^2 u(x_0) = 0$. La mécanique relativiste correspond à l'approximation de l'optique géométrique $\omega_0 = k_0 c \rightarrow \infty$. La mécanique quantique correspond à l'approximation de l'optique ondulatoire pour la fonction de phase $\partial^2 \psi(t_0)/c^2 \partial t_0^2 + k_0^2 \psi(t_0) = 0$.

3.4. Champ presque stationnaire et interactions électromagnétiques.

Pour un champ presque stationnaire, c'est la densité d'énergie totale $W = U^2 \Omega = w + \delta W$, somme des densités d'énergie propre w et de perturbation δW , qui se conserve [7], de sorte que

$$\Pi^{\mu\nu} = \partial^\mu W^\nu - \partial^\nu W^\mu = 0 \quad \text{ou} \quad \Pi^{\mu\nu} = \pi^{\mu\nu} + \delta \Pi^{\mu\nu} = 0 \quad (22)$$

A la différence du tenseur de densité d'énergie propre nul $\pi^{\mu\nu}$ pour le champ stationnaire monochromatique, le tenseur de densité d'énergie propre $\pi^{\mu\nu}$ du champ presque stationnaire n'est plus nul: il est en opposition avec le tenseur de densité d'énergie d'interaction $\delta \Pi^{\mu\nu}$.

Dans le premier cas il traduit la stabilité de la répartition dans l'espace d'un champ stationnaire de fréquence constante. Le quadrivecteur densité d'énergie-impulsion $w^\mu = \partial^\mu w$ est parallèle et dirigé le long de la vitesse de déplacement v .

Dans le deuxième cas, cette stabilité concerne l'ensemble du champ presque stationnaire qui se déplace à la vitesse v . Il se comporte comme un système composé de deux sous-systèmes, le champ principal de fréquence élevée presque constante $\Omega(x,t) \approx \omega$, et le champ d'interaction de fréquence beaucoup plus petite $\delta \Omega(x,t) \ll \omega$, chacun exerçant sur l'autre une force volumique égale et opposée $\pi^{\mu\nu} = -\delta \Pi^{\mu\nu}$ orientée dans différentes directions, y compris perpendiculairement à v .

A partir des relations (16) (17), généralisées en (18) et (19) par la méthode de la variation des constantes, et transposées à la matière de masse légèrement variable $M(x,t) = m \pm \delta M(x,t)$,

$$\nabla M c^2 + \partial P/\partial t = 0 \quad \nabla_x P = 0 \quad \text{ou} \quad dP/dt = -\nabla M c^2 + (\nabla P^2)/2M. \quad (23)$$

Le tenseur de densité d'énergie d'interaction $\delta \Pi^{\mu\nu} \neq 0$ est formellement identique au tenseur électromagnétique $F^{\mu\nu} = \partial^\mu A^\nu - \partial^\nu A^\mu \neq 0$. On peut les mettre en correspondance à travers la charge e constante $\delta \Pi^{\mu\nu} = e F^{\mu\nu}$, soit $\delta M(x,t) = e \mathcal{U}(x,t)/c^2$ et $\delta P(x,t) = e \mathcal{A}(x,t)/c$, le double signe pour la masse variable

correspondant aux deux signes pour les charges électriques, ou à l'émission et l'absorption d'énergie électromagnétique par la matière. On retrouve le couplage minimum $P^\mu(x,t)=p^\mu + eA^\mu(x,t)/c$, soit $M(x,t)c^2 = mc^2 + e\mathcal{U}(x,t)$, et $\mathbf{P}(x,t)=\mathbf{p}+e\mathbf{A}(x,t)/c$ de l'électrodynamique classique, où l'énergie électromagnétique échangée avec une particule est très petite, en comparaison de son énergie propre $eA^\mu(x,t)/c = \delta P^\mu(x,t) \ll p^\mu$. [12].

Les propriétés de la matière chargée électriquement, de masse propre M_0 , sont formellement identiques à celles des champs presque stationnaires $\mathcal{E}=U(x_0,t_0)\Psi(x_0,t_0)$ de célérité c et de fréquence propre variable $\Omega(x_0,t_0)$, avec la correspondance $M_0c^2 \leftrightarrow U^2\Omega$

A partir de (23) on obtient alors l'équation relativiste de Newton pour la matière chargée, avec la force de Lorentz

$$d\mathbf{P}/dt = -\nabla m_0 c^2 \sqrt{1-\beta^2} + e(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{H}/c) \quad (24)$$

3.4. Application à la relativité générale.

Dans toutes les équations précédentes, dérivées du d'Alembertien, la vitesse de propagation c est constante. De même, le formalisme quadridimensionnel de Minkowski, et la transformation de Lorentz, impliquent que la vitesse v de déplacement est constante. Si on admet, comme un effet secondaire, que l'amplitude $u_0(x_0)$ du champ stationnaire modifie légèrement la vitesse de propagation c , alors la méthode de variation des constantes, pour la vitesse de propagation $C(x,t)=c \pm \delta C(x,t)$, avec $\delta C(x,t) \ll c$, et pour la vitesse de déplacement $V(x,t)=v \pm \delta V(x,t)$, avec $\delta V(x,t) \ll v$, permet de généraliser toutes les équations précédentes, valables dans le cadre de la relativité restreinte. La transformation de Lorentz reste localement vérifiée, de même que les invariants du genre temps $s_t^2 = c^2 t_0^2 = c^2 t^2 - x^2$, et du genre espace $s_e^2 = x_0^2 = x^2 - c^2 t^2$, dans lesquels les variables de temps et d'espace sont séparées dans le repère propre du champ stationnaire. La relation $\omega_0 = k_0 c$ prend la forme plus générale $\Omega(x_0, t_0) = \mathbf{K}(x_0, t_0) \cdot C(x_0, t_0)$. Même dans le repère au repos, les variables de temps et d'espace ne sont pas séparées pour un champ presque stationnaire. Les invariants prennent la forme locale $ds^2 = g_{ij} dx^i dx^j$, qui sert de base au formalisme de la relativité générale, et conduit à toutes ses conséquences.

Lorsque, dans les équations précédentes, on fait légèrement varier la vitesse de propagation C et la vitesse de déplacement V , la densité d'énergie du champ stationnaire U^2 , et, par transposition la masse M de la matière, restent au premier ordre in affectées par leurs très faibles variations dans (13) et (23). Les propriétés dynamiques du champ stationnaire, et, par transposition celles de la matière, se déduisent des propriétés précédentes par la méthode de la variation des constantes. Dans le repère entraîné (x,t) et dans le repère propre (x_0, t_0) , où $V=0$, La relation (21) devient

$$M dV/dt = -M \nabla (C^2 - V^2/2) \quad dV/dt = -\nabla (C^2 - V^2/2) \quad dV/dt_0 = -\nabla_0 C^2(x_0, t_0). \quad (25)$$

L'accélération dV/dt_0 est indépendante de la masse, ce qui caractérise la gravitation. [7] [12]

Le potentiel de gravitation $\Phi(x_0, t_0) = C^2(x_0, t_0)$ est formellement identique au carré de la vitesse locale de la propagation de la lumière. Ce résultat est cohérent avec l'origine physique de la gravitation publié par Einstein en 1912. Dans un article sur *La vitesse de la lumière et le champ de gravitation statique* [13], préliminaire de celui sur la relativité générale de 1915, il avait établi l'équation $\Delta c = 0$ qui généralisait l'équation de Poisson $\Delta \Phi = 0$ pour le potentiel de gravitation dans le vide.

Lorsque, en plus d'une masse légèrement variable $M(x,t)=m\pm\delta M(x,t)$, la vitesse de propagation est également légèrement variable $C(x,t)=c\pm\delta C(x,t)$, la relation (23), dérivée des propriétés des champs presque stationnaires, devient dans le cas général

$$d\mathbf{P}/dt = -\nabla M C^2 + (\nabla P^2)/2M. \quad (26)$$

Selon que la masse ou la vitesse de propagation du champ sont variables, le Lagrangien total L est la somme du Lagrangien L_m et de gravitation L_G

$$d\mathbf{P}/dt = -M\nabla(C^2 - V^2/2) - (C^2 - V^2)\nabla M = \nabla L_G + \nabla L_m = \nabla L. \quad (27)$$

Dans le domaine de l'électromagnétisme et de la mécanique en relativité restreinte, les vitesses de propagation du champ et de déplacement sont constantes. La transformation de Lorentz, avec l'intervalle du genre temps $ds^2 = c^2 dt_0^2 = c^2 dt^2 - d\mathbf{x}^2$ pour invariant, définit la structure des équations qui décrivent l'évolution des propriétés cinématiques et dynamiques des champs presque stationnaires, et de la matière. Les légères variations locales de fréquences $\delta\Omega(x,t)$ par rapport à la fréquence moyenne constante ω pour les champs, ou les légères variations locales de la masse $\delta M(x,t)$, par rapport à la masse moyenne constante m pour la matière, se comportent comme des interactions formellement identiques aux interactions électromagnétiques[6].

Dans le domaine de la gravitation en relativité générale, les vitesses de propagation du champ $C(x,t)$, et de déplacement $V(x,t)$ des champs presque stationnaires, et de la matière, varient localement. L'intervalle invariant du genre temps, de forme générale $ds^2 = g_{ij} dx^i dx^j$, définit la structure des équations qui décrivent l'évolution de leurs propriétés cinématiques et dynamiques. Les variations de vitesses $\delta C(x,t)$ et $\delta V(x,t)$, par rapport aux vitesses moyennes constantes c et v , induisent des interactions qui sont formellement identiques à la gravitation.

4. Remarques en conclusion.

Le point matériel, ou la particule ponctuelle, à la base des équations de la relativité et de la mécanique quantique, est, du point de vue physique, une approximation. Pour Einstein et Louis de Broglie, il doit être considéré comme la limite d'une répartition localement concentrée d'un champ étendu dans l'espace, (courbe en cloche, ou bunchedfield).

En convergence des programmes de recherches proposés par Einstein d'une part, et par Louis de Broglie, d'autre part, les champs presque stationnaires, de célérité égale à la vitesse de la lumière, manifestent des propriétés cinématiques et dynamiques formellement identiques à celles de la matière. Ils constituent un cadre commun qui détermine la structure des équations de la relativité et de la mécanique quantique. Ils apportent quelques éléments de réponses aux problèmes soulevés par Louis de Broglie, sur la dualité onde-particule quantique, avec la théorie de la double solution, et par Einstein, sur la relation entre la gravitation et l'électromagnétisme, avec la relativité générale.

Les équations de la relativité expriment, sous la forme d'une invariance formelle, la stabilité dans le temps et l'espace de la répartition, et du comportement, des champs stationnaires et de la matière.

Dans l'approximation de l'optique géométrique, les équations pour les champs stationnaires, correspondent aux équations relativistes pour la matière. Le point matériel, ou la particule, correspond à la limite de la répartition définie par la fonction d'amplitude du champ, du genre espace.

Les champs stationnaires sont nécessairement limités dans l'espace et le temps : ils doivent être considérés comme les limites de champs presque stationnaires, dont les fréquences sont très peu variables. Ces conditions aux limites s'expriment de manière homogène par les relations de Fourier. Par transposition à la matière, elles impliquent que la masse est très peu variable, et conduisent aux relations homogènes de Heisenberg.

Dans l'approximation de l'optique ondulatoire, la fonction de phase des champs stationnaires, du genre temps, correspond à l'équation différentielle du second degré de Klein-Gordon de la mécanique quantique relativiste, dont dérive l'équation de Schrödinger non relativiste, ainsi que les équations différentielles du premier degré, ou spinorielles, de Dirac, pour une particule et son antiparticule associée

Lorsque la vitesse de propagation de la lumière est constante, les variations locales de la fréquence d'oscillation des champs presque stationnaires, induisent des interactions qui sont formellement identiques aux interactions électromagnétiques. Lorsque la vitesse de propagation de la lumière est localement variable, les interactions induites sont formellement identiques à la gravitation, pour les ondes presque stationnaires du champ et pour la matière.

Références :

- [1] A.Einstein, L. Infeld. *L'évolution des idées en physique*; Payot (1963)
- [2] L. de Broglie, *Recherche sur la théorie des quanta*, , réédition de la *Thèse* 1924 Masson Paris (1963)
- [3] L. de Broglie, *Etude critique des bases de l'interprétation actuelle de la mécanique ondulatoire*. Gauthier-Villars. (1963),
- [4] A.Einstein: *philosopher, scientist* ; Cambridge univ. press, London, (1970) p 79-81
- [5] L. Broglie, *Le dualisme des ondes et des corpuscules dans l'œuvre de Albert Einstein*. Ac. des Sc. Paris, (5 déc 1955) p 27
- [6] C.Elbaz, *Dynamic properties of almost monochromatic standing waves*, Asymptotic Analysis, 68 (2010) 77-88.
- [7] C Elbaz, *Gravitational and electromagnetic properties of almost standing fields*, Discrete and Continuous Dynamical Systems, A.I.M.S, serie B Vol 17, n° 3, (2012) p 835-849.
- [8] L de Broglie, *La thermodynamique de la particule isolée*. Gauthier-Villars. (1964) p 108.
- [9].L de Broglie, *Ondes électromagnétiques et photons*. Gauthier-Villars. (1964) p 58-59.
- [10].C Elbaz, *Propriétés cinématiques des particules matérielles et des ondes stationnaires du champ*, Annales de la Fondation Louis de Broglie, vol 11, n° 1 (1986) 65, 84
- [11] A. Messiah, *Mécanique quantique*, Dunod, (1962), p 399
- [12] L. Landau et E. Lifchitz, *Théorie du champ*, Mir, (1966), p. 57-59, 117.
- [13] A. Einstein, *Lichtgeschwindigkeit und Statik des Gravitationsfeldes*, *Annalen der physik*, 4, **38**, (1912), 355,369.