

Petit mot d'introduction à la conférence de G.M du 20 mai 2008 qui à été organisée par l'institut de Physique Atomique (IFA) Bucarest – Magurele.

Cristian FLOREA. – physicien, HDR de la Sorbonne

Professeur de Physique Appliquée à l'ESIEE – Université Paris Est

Adresse-mail : <cristian.florea@univ-paris-est.fr>

Au cours des deux dernières décennies nous avons réalisé une série de progrès notables dans le domaine de la croissance de la puissance des lasers. Grâce aux impulsions brèves, il est possible maintenant d'obtenir des puissances de 1000TW = 1PW (1 PW = 10^{15} Watts) et plus ; N.B. une telle puissance est obtenue par un laser relativement compact ; elle est supérieure de plusieurs ordres de grandeur à la puissance électrique mondiale. Ce type de laser ultra intense permet, pour la première fois, d'atteindre des intensités relativistes. Il s'agit bien des accélérations de la matière « pondérable » représentée par les particules de masse de repos non nulle qui atteignent finalement dans un espace de quelques mètres seulement, une vitesse proche de la célérité de la lumière dans le vide. C'est une physique nouvelle qui s'ouvre, engendrant des effets fondamentalement nouveaux. Cette physique va avoir, sans aucun doute, un intérêt majeur pour l'humanité.

Mon distingué collègue et ami, Gérard MOUROU est le scientifique qui a mis au point dans les années '80 la CPA (acronyme anglais de : Chirped-pulse Amplification ; l'expression française correspondante est Amplification par Dérive de Fréquence). La CPA réalise, lors d'une première étape, un étirement de la lumière d'un faisceau laser. Cette étape est suivie par une amplification énergétique importante ; cette amplification se réalise de manière efficace grâce à l'étirement. Une troisième et dernière étape est constituée par une forte compression du faisceau. Cette succession conduit finalement à une énorme augmentation de la puissance d'un laser.

Je voudrais énumérer quelques exemples des applications qui sont évoquées lors de l'exposé de Gérard :

- i) Etudes des structures : la lumière de l'optique relativiste (qui est souvent appelée « lumière extrême ») est une source de rayon X et gamma : l'interaction de la lumière extrême avec la matière produit des faisceaux de rayons X et gamma qui peuvent être utilisés pour sonder des pièces

métalliques comme des trains d'atterrissage des avions, les coques des bateaux et les infrastructures portuaires, les structures de résistance des bâtiments, les réacteurs nucléaires, les raffineries de produits pétroliers, les fourneaux métallurgiques, les infrastructures routières telles que les chaussées suspendues et les ponts...

- ii) Etude de la fatigue des pièces mécaniques sollicitées de manière ultra intense : la lumière extrême peut être utilisée pour produire des impulsions ultracourtes (de l'ordre de milliers de THz). Celles-ci ont été utilisées pour mesurer l'épaisseur d'oxydes sur les palettes de turbines de moteur d'avion, ou d'une hélice de bateau ou sur les palettes de sapes de forage de tunnels ou de puits pétroliers.
- iii) Usinage sans dommages à l'échelle « nano » et même « pico ! » : la lumière extrême permet l'usinage sans production de dislocations à l'échelle nano métrique et même pico métrique. (N.B. : études en cours).
- iv) Résolution temporelle des transitions de phase de type solide-liquide : depuis peu de temps, nous avons la possibilité de produire des impulsions de rayons X femtosecondes (10^{-15} sec = une millionième de la milliardième d'une seconde) parfaitement synchronisées avec une impulsion visible. Cela nous a permis de faire l'étude temporelle de changements de phase (passage de type « ordre à courte distance » $\leftrightarrow$ « ordre à longue distance », passage qui est suivi en temps « réel »).
- v) Auto guidage optique : la lumière extrême peut s'auto canaliser. Elle se propage sur de longues distances en compensant la diffraction. Elle permet de véhiculer de fortes intensités à distance. Une application typique est le LIB (acronyme anglais de : Light Induced Breakdown) qui permet d'analyser la composition des matériaux à des centaines de mètres de distance. Les applications civiles et militaires sont loin d'être exhaustives.
- vi) Etude de la pollution : cette étude est valable aussi bien dans un environnement de type applications civiles que dans les applications militaires.
- vii) Traitement du cancer : les lasers ultra relativistes ouvrent une voie nouvelle dans le traitement de la maladie cancéreuse (proton thérapie).

viii) Traitements des déchets nucléaires : les mêmes lasers ultra relativistes portés dans les domaines exo, yotta et zepta pouvaient nous apporter une réponse crédible et unanimement acceptable aux traitements des déchets radioactifs qui sont et qui seront forcément accumulés en masse par les industries des pays développés obligés de faire face aux dernières crises énergétiques qui dépassent largement le cadre strict des réponses aux menaces appelées traditionnellement « pénurie d'énergie ».

ix) Physique « exotique » : création de particules « à partir du vide ».

x) Astrophysique et physique de l'Univers : exploration dans les laboratoires terrestres de l'univers troublant de ce qu'on appelle « trous noirs ».

Les générations de scientifiques du 19^{ème} siècle et 20^{ème} siècle ont posé pas mal de questions et mêmes, ont apportés quelques réponses qui sont loin d'être toutes satisfaisantes. Les physiciens ont été parmi les pionniers de cette démarche à la fois Socrate-ienne et Descartes-ienne. Le temps est venu pour les scientifiques de notre génération que nous fassions une synthèse de toutes les démarches afin de mettre à la disposition des générations futures un début de réponses aux problèmes que nous avons su très bien formuler sans toujours savoir les résoudre.

Associer nos efforts de scientifiques aux efforts globaux des communautés humaines confrontées systématiquement aux défis de leurs époques, constitue une démarche qui fait partie d'un long héritage spirituel de l'Europe. Œuvrer pour que la France et la Roumanie réunissent une fois de plus leurs efforts dans leur histoire européenne commune, constitue une opportunité. Cette démarche dépasse néanmoins le cadre de l'opportunisme : elle représente un devoir et un honneur. Je l'affirme avec tout mon espoir d'être bien compris, à une époque où les mots ont été souvent utilisés à la place des vêtements pour couvrir la nudité de pas mal d'idées saugrenues.