



Département  
de Physique  
École normale  
supérieure

# Normale Physics Review

La newsletter acausale qui cause

17th November, 2020

## Résumé

Chères et chers physicien.ne.s, Nous avons le plaisir de vous présenter le premier numéro de cette newsletter qui se veut être une ouverture entre les différents agents de la physique au sein de l'École, mais aussi un renouveau hebdomadaire de notre curiosité scientifique. Renouer avec le monde qui nous entoure en adoptant le point de vue si particulier du ou de la physicien.ne, sans pour autant oublier la diversité polytechnique et sensible qui fait de nous des membres d'équipage du navire Humanité, voici la démarche de cette lettre.

A travers des entretiens avec des étudiant.e.s, des chercheu.se.r.s, des professeur.e.s, des technicien.ne.s, nous aimerions vous proposer une vision plus large de la physique que celle – très académique – qui nous est inculquée ainsi que de nous éveiller à ces petits détails invisibles du quotidien qui pourtant ont animé un feu intellectuel intense depuis des millénaires.

Une rubrique sera aussi consacrée à ce que nous aimons appeler des 'problèmes de Fermi', ouvrant des pistes à la réflexion sur les objets qui nous entourent, en laissant dégagé l'horizon des possibilités multiples d'appréhender la même question. Car la physique c'est aussi et surtout le lieu de rencontre entre des pensées colorées et variées, c'est l'édifice humain de leur union. (V.Deloupy)

## CHRONIQUE

### Puit de potentiel

L'arrosee arrosé. Le monde de la physique fait face à un nouveau confinement. Un juste retour des choses pour ceux qui prennent un malin plaisir à confiner de pauvres particules. On aimerait bénéficier d'un effet tunnel pour se reconnecter aux labos le temps d'un instant, car une des choses exceptionnelles au département de Physique est la proximité avec le monde de la recherche. Il nous faut en profiter ! Sans l'actuelle barrière de potentiel, nous vous aurions versifié une éloge sur les visites de laboratoire : celles-ci représentent un moment d'échange privilégié dans nos études à l'ENS. C'est l'occasion de discuter avec des chercheurs sur leurs travaux et de découvrir le monde de la recherche.

Avec un passage au *tout à distance*, peut-on imaginer des visites virtuelles de laboratoires ? Et même, pourquoi pas, tirer parti de la suppression des contraintes spatiales pour découvrir de nouveaux horizons ! (L.Brivady)

## [VIE DE PROMOTION]

### Fin du parrainage

Mes chers physicien•ne•s, Aujourd'hui est un grand jour. Le temps du "chocolat des physiciens", savoureuse copie du thé du DMA, étant dorénavant révolu, j'annonce solennellement ouvert le parrainage inter- $\varphi$ , qui permet aux conscrit•e•s ayant rempli le questionnaire d'obtenir un•e parrain / marraine des promotions précédentes ! (cette annonce étant trop pompeuse, je décide de changer de ton) L'idée, c'est de pouvoir créer un esprit d'unité dans le département de physique et, en tant que conscrit•e, de recevoir des conseils d'ainé•e•s. On pourrait (dans un monde idéal) organiser un grand évènement pour tous se rencontrer, ce qui permettrait à chaque filleul•e de rencontrer son parrain / sa marraine. Ensuite, il pourrait y avoir des visites de laboratoires, des discussions autour de l'orientation professionnelle, de belles amitiés... Enfin bref, toute personne ayant participé au parrainage a dorénavant un partenaire ! (Celles et ceux, un peu en retard, qui souhaiteraient participer à la première d'une tradition qui je l'espère sera pérenne, sont prié•e•s de contacter l'auteur de cette tirade) Les résultats seront dévoilés TRÈS prochainement.

Au plaisir de vous retrouver bientôt, Physiquement, (T.Da Costa)

## [VIE DE PHYSICIEN]

## I. QUELQUES MOTS SUR LES PLASMAS MARTIENS

Nous étudions encore assez peu les plasmas dans nos études. Vous avez cependant tous déjà entendu parler du projet ITER qui cherche à mettre au point la fusion nucléaire. Mais pas besoin d'aller dans les Bouches-du-Rhône pour observer un plasma ! A quelques stations de RER B de la rue Lhomond, le plateau de Saclay abrite plusieurs laboratoires dédiés aux plasmas dans nos écoles d'ingénieurs préférées.

De passage sur le campus de CentraleSupélec, un ami doctorant m'a permis de rencontrer l'équipe des plasmas de l'école. La visite fut très intéressante, les chercheurs étaient ravis de me parler de leur recherche alors que j'étais un vrai néophyte sur le sujet. (Vraiment n'hésitez pas à vous adresser aux laboratoires, surtout à l'ENS ! : thésards et chercheurs seront ravis de vous accueillir et de vous présenter leurs travaux!!!)

L'un de ces laboratoires étudiait l'effet des plasmas sur les boucliers thermiques des aéronefs martiens. En effet, l'atmosphère Martienne est constituée à 99% de CO<sub>2</sub>. L'échauffement dû aux frottements des gaz atmosphériques produit un filet de plasma entourant la sonde. Pour simuler cet environnement, il faut réunir ensemble deux critères : le plasma CO<sub>2</sub> et un écoulement de plusieurs km.s<sup>-1</sup> pour étudier les effets de ce plasma qui peut réagir chimiquement avec le bouclier thermique.

Ainsi, l'analyseur de spectre est un outil essentiel pour retrouver la composition chimique du plasma et avoir accès à des grandeurs comme la distribution des réactifs dans le plasma. Une des difficultés de l'étude de ces plasmas est la détermination de la température du milieu, seule une physique statistique hors équilibre permet d'appréhender convenablement cette question parmi tant d'autres.

(G.Rochefort)

## II. UNE APPLICATION DES PLASMAS : LA FUSION NUCLEAIRE

La fusion thermonucléaire représente une opportunité de développer une nouvelle source d'énergie, sans risque majeur et qui, contrairement à la fission nucléaire, ne produit pas de déchets hautement radioactifs. Avant une éventuelle inclusion des réacteurs à fusion nucléaire, il faut d'abord répondre à un certain nombre de questions d'ordre

scientifique. En effet, pour réaliser la fusion nucléaire, il est nécessaire de créer un plasma à une température de l'ordre de quelques dizaines de keV, qui est le siège des réactions nucléaires. Afin que le plasma ne se refroidisse pas au contact des parois du tokamak, celui-ci est confiné par un puissant champ magnétique. Dès lors, la compréhension du transport et de la turbulence, nécessaire au confinement du plasma, est un axe important de recherche. Ces processus non-linéaires nécessitent des hypothèses physiques importantes afin de pouvoir être résolus numériquement à un coût raisonnable.

## III. UN PROJET AERONAUTIQUE A ULM

*Une poignée de  $\phi_{19}$  se sont lancés l'année dernière dans un projet aéronautique très innovant à l'ENS grâce au soutien de la direction des études et du Fablab du département de physique. Voici la description de leur projet.*

Le projet ArcHe est né d'un constat : la fusée, unique moyen d'accéder à l'espace depuis plus de 60 ans, est non efficace. Très gourmande en énergie, en équilibre instable et dans des conditions de décollage extrêmes, elle n'a pourtant aucune alternative viable à l'heure actuelle. L'idée est simple : révolutionner la phase la plus dangereuse, celle de décollage, où la fusée s'échappe de l'atmosphère. Au lieu de lutter contre, pourquoi ne pas l'utiliser ? Au lieu de gigantesques boosters occupant la moitié du poids total, pourquoi ne pas élever le lanceur à l'aide d'un ballon ?

Ce concept, délirant en apparence, est en fait plutôt vieux ; Van Allen l'avait utilisé pour atteindre les hautes couches de la mésosphère (et découvrir la ceinture de Van Allen) en 1949, avant que l'ingénierie des fusées soit suffisamment développée. Les avantages étaient simples : le système permettait d'atteindre à moindre coût l'espace proche, avec des petites charges. Notre objectif est le même : permettre l'envoi en orbite basse de masses faibles (quelques kilogrammes), notamment pour des étudiants ou des chercheurs. Démarré l'année dernière à l'ENS, le projet regroupe 50 étudiants de quatre écoles différentes (ENS Ulm, X, Mines, ENS Lyon), a initié deux projets de cours, et est en contact avec le CNES pour avancer. Notre but : apporter notre pierre à l'exploration spatiale à visée scientifique, mais aussi avoir une première expérience du travail en groupe. Le projet ArcHe est une aventure, et quel qu'en soit la conclusion, nous voulons retirer le maximum de cette expérience. (A.Prieur)

## IV. SIR, I HAVE A QUESTION

Voici une rubrique dont l'idée nous est venue très vite dans nos réflexions sur cette newsletter. Nous sommes entourés de chercheurs dont le métier consiste fondamentalement

à se poser des questions. Cette rubrique vous propose de vous livrer au même exercice. Une dizaine de questions ouvertes de physique posées par des normaliens vous seront présentées ci-dessous.

Nous n'avons pas l'ambition d'y répondre, mais plutôt d'éveiller notre curiosité et notre capacité à étudier de plus en plus de phénomènes. Certaines questions vous rappelleront peut-être un problème de l'*International Physicist Tournament*, d'autres feront plutôt appel à un calcul d'ordre de grandeurs plus ou moins proche d'un problème de Fermi.

Nous espérons que cette rubrique vous plaira et que nous recevrons de nombreuses questions de votre part!  
(G.Rochefort)

- I :** Mesurer la masse d'un plomb sans balance ;
- II :** Quelle loi d'échelle suit la puissance électrique d'une éolienne ? ;
- III :** Comment évaluer la valeur de pi à partir de d'un générateur de nombre aléatoire dans  $[0,1]$  ? ;
- IV :** Si l'on considère les valeurs du *Module de Young*<sup>1</sup> pour différents matériaux, elles sont comprises dans un ordre de grandeur restreint. Expliquer ;
- V :** Existe-t-il une loi d'échelle entre la taille d'un arbre et la taille de ses fruits ? ;
- VI :** Quelle est la vitesse d'éjection d'une boulette de papier en sortie d'une sarbacane ? ;
- VII :** Évaluez la consommation mondiale d'énergie, comparez avec l'énergie solaire reçue par la Terre ;
- VIII :** Pourquoi la vitesse de rotation de la Terre sur elle-même diminue-t-elle ? Évaluez son moment cinétique ;
- IX :** Quelle est la masse d'un électron ? ;

Merci à G.Dangoisse, G.Rochefort, L.Brivady

## V. DISCUSSION

Pour inaugurer cette rubrique de questions ouvertes, nous avons fait appel à nos professeurs en leur proposant de répondre à ce sondage : "*Quel serait votre conseil pour se poser une bonne question en physique ?*"

1. le module d'Young  $E$  aide à caractériser la tendance d'un matériau de longueur  $L$  et de section  $S$  à se déformer (variation de la longueur  $\Delta L$ ) lorsqu'il subit un effort  $F$  selon sa longueur. Il intervient dans la relation  $\frac{F}{S} \approx E \times \frac{\Delta L}{L}$ .

### 1. Souvenez-vous de l'étymologie :

Pour se poser une bonne question en physique, d'abord se souvenir de l'origine du mot "physique" : nature. Car le risque est grand d'oublier le phénomène et de s'enfermer dans l'étude de sa modélisation. Après, c'est souvent la simplicité de la réponse qui fait qu'une question est une bonne question.

Frédéric Moisy

### 2. Mécanismes du questionnement en physique :

Cadrons le contexte d'abord. Il y a plein de situations où on aimerait trouver « une bonne question » : en écoutant un cours, un séminaire, en se promenant dans la rue, en regardant une vidéo Youtube, lorsqu'on bloque dans son domaine de recherche, etc. Pour toutes ces situations, deux éléments sont capitaux : d'abord la curiosité. Il faut vraiment s'intéresser et s'appropriier le problème physique que l'on a devant les yeux, écouter ou regarder ne suffit pas. On peut être curieux.se « naturellement », ou en « se forçant » un peu. Dans les deux cas, la curiosité demande au cerveau d'être dans une situation active de questionnement. La différence est flagrante lors d'un séminaire par exemple : si vous êtes auditeur « passif », vous écouterez le flux d'informations et vous comprendrez (plus ou moins) l'objet de la présentation. Mais aurez-vous une question à poser ? Supposez maintenant qu'on vous demande d'être « chairperson » de la conférence, et donc d'être celui ou celle qui doit poser des questions s'il n'y en a pas. Là tout change, vous stressiez, vous allez écouter de façon attentive l'exposé, et dénicher des points pas clairs, ou escamotés par l'orateur.trice. Et voilà, vous avez forcé votre cerveau dans un état de curiosité !

Bien sûr, toutes les questions (même des chairperson) ne sont pas toujours excellentes. En plus d'être dans cet état actif de questionnement, votre cerveau a besoin d'autre chose pour élaborer sa réflexion : des situations analogues, des points de comparaison. On n'appréhende bien un problème physique, que si on connaît une situation à peu près similaire à laquelle la comparer. En rapprochant un problème d'un autre, on peut se demander pourquoi ils agissent de la même façon (ou non), et ainsi dénicher les paramètres physiques pertinents, qui sont à l'origine des « bonnes questions ». Pour ça, pas de secret : il faut un champ de connaissances en physique (et en chimie des fois !) aussi large que possible. Faites le test, je parie que tous.tes les excellent.es scientifiques que vous connaissez soient des « puits de science », et même s'ils font de la recherche en physique quantique, il savent des millions de choses en thermodynamique, en mécanique des fluides,

etc.

Curiosité et connaissances ne sont pas innées, mais acquises, et demandent beaucoup d'entraînement. Pour les connaissances pas de miracle : il faut suivre des cours, des conférences, lire, sortir de sa zone de confort et de ses thématiques préférées. Pour la curiosité, vous le saurez pour le prochain séminaire de la FIP : pour entraîner votre esprit à la curiosité, imposez-vous au début de l'exposé de trouver une question à poser !

**Arnaud Raoux**

## VI. PARTICULE LIBRE

Chers  $\varphi_{20}$ , en fin de L3 vous devrez trouver un stage expérimental et à votre rentrée de M1, vous présenterez un beau rapport sur cette expérience d'un mois. Pour vous aider dans cette tâche, voici un lien hypertexte vers un cloud avec plusieurs de nos rapports de stage.

<https://cloud.eleves.ens.fr/index.php/s/YwtF4C69fmNSQZn?fbclid=IwAR2aL4H-p0lg7T8gLFYe-pDbn0irQoMsH9jIwe5L22-hJa4xMcBBmZMC0vY#pdfviewer>

On en profite pour continuer la saga sur les plasmas avec un extrait d'un stage au LPP.

Stage de L3  $\varphi_{19}$  au Laboratoire de Physique des Plasmas (LPP-Polytechnique-Sorbonne Université)

**Titre :** Modèle de cascade turbulente et applications aux plasmas magnétisés

« La compréhension des phénomènes de turbulence et de transport est un enjeu important pour la réalisation de réacteurs à fusion nucléaire. Nous avons plus particulièrement étudié la turbulence dans un plasma fortement magnétisé. »

Ce fut un stage (en télétravail) très intéressant, avec un tuteur très sympathique. Le point fort de la physique des plasmas (et je dirais de la physique numérique en général) pour un stage est qu'on trouve des problèmes (utiles) intéressants et accessibles pour un élève de L3. (**M. Bernard**)

Retrouvez la visite virtuelle du LPP à Palaiseau à l'adresse suivante! (lien clickable grâce à la librairie *hypereff* de latex)  
<https://www.youtube.com/watch?v=A5oW08CYteY&t=43s>

## REMERCIEMENTS

Nous remercions la direction des études pour son soutien. Nous remercions l'ensemble des enseignants-chercheurs et

thésards qui nous ont encouragé pour ce premier numéro et qui ont bien voulu répondre à nos questions.

Merci à vous chers lecteurs.

## Important!

Vous souhaitez contribuer à ce journal, n'hésitez pas à nous contacter :

- **Ludovic Brivady**  $\varphi_{19}$  :  
ludovic.brivady@ens.fr
- **Guillaume de Rochefort**  $\varphi_{19}$  :  
guillaume.de.rochefort@ens.fr

## RÉFÉRENCES