



Normale
Physics Review

INPR

École normale
supérieure

— *Fights Bohr-dom* —

Édito N_{23} : expliquer la physique

La physique tente d'expliquer le monde, oui mais comment expliquer la physique ? C'est bien entendu la question centrale de la vulgarisation, dont nous avons interviewé une des figures les plus éminentes en France, David Louapre, mais c'est également un problème intervenant en tant que chercheur dans un domaine très complexe – quel meilleur exemple alors que Giorgio Parisi, prix Nobel 2021, auquel nous avons eu la chance de parler ? Finalement, deux M1 tenteront de leur mieux de vous expliquer le contenu de leur stage de L3 (et pourquoi l'astro, c'est bien même s'il ne faut pas en faire en L3). Cela étant dit, certaines choses ne s'expliquent pas, comme le nom de la prochaine Kalô du département de physique, la Kalôgero... En apesanteur. Ou du moins, il vaut mieux ne pas avoir à l'expliquer. Sur ces explications, bonne compréhension !

– Victor Lequin pour l'équipe de rédaction

SOMMAIRE

Class life	2
Introducing... the Kalôgero!	2
Physicist's life	3
Quelques mots avec Giorgio Parisi	3
Vulgarisation scientifique avec David Louapre	4
Le Signal des Astres : la communauté de l'Astro (stage de L3)	6
Je tue des algues (stage de L3)	7
Sir, I have a question	8
New problems	8
Mystery photo	8
Solution of N_{21}	8
Photo of N_{23}	8
Acknowledgements	8



normalephysicsreview.
netlify.app



facebook.com/
NormalePhysicsReview

CLASS LIFE

Introducing... the Kalôgero!

What's a Kalô? A party organised by the students of a department or a club for any other student at ENS (PhD students included, why not?). This year, the Kalô of the physics department is proudly called the *Kalôgero... En apesanteur*, featuring a magnificent pun that renders practically absurd the writing of this invite in English.

Come to K-Fêt (downstairs of staircase C at 45, rue d'Ulm) on November 15th (next Tuesday!) to enjoy the music and

physics-imbued cocktails (and mocktail), whose punny names you can only find out about by coming to the event. Only cash will be accepted to pay for your drinks. So come into our elevator and float with us in weightlessness! May those minutes be hours... *Alors venez dans notre ascenseur et flottez avec nous, en apesanteur! Que ces minutes soient des heures...*

And if you happen to be an early reader of the NPR, know that a sale of delicious crepes and various cakes will be organised to pay for the Kalô before and after the colloquium of Serge Haroche on Wednesday 8th, in room Djébar and around room Jaurès.

– L3 and M1 physicists organising the Kalô



Figure 1 – *In space, no one can hear you sing...*

PHYSICIST'S LIFE

Quelques mots avec Giorgio Parisi

Octobre 2021 : le prix Nobel de physique est décerné à Giorgio Parisi, Klaus Haselmann et Syukuro Manabe. Un an après, mi-octobre dernier, la carrière théorique de Giorgio Parisi est célébrée à l'ENS, lors d'un colloque de deux jours dont la variété des conférences, toutes reflétant l'impact de ses travaux, force le respect. À cette occasion, il a accepté de répondre à nos questions – en français, pour cet habitué de la rue Lhomond.



NPR : *Aviez-vous un problème qui vous fascinait en tant qu'étudiant ?*

Giorgio Parisi : Non, je ne pensais pas beaucoup aux problèmes à étudier. Quand j'étais enfant, au lycée, je m'intéressais beaucoup aux mathématiques : j'avais étudié un peu de mathématiques hors du programme de lycée, mais pas dans des livres professionnels – surtout dans des encyclopédies ou dans des livres sur l'histoire de la mathématique. Alors je n'avais aucune idée des problèmes ! Après, je n'ai pas fait de mathématiques, je ne suis pas mathématicien : je suis devenu un physicien. Je me demandais pourquoi : probablement parce que mon livre d'histoire de la mathématique, qui terminait à la fin du dix-neuvième siècle, ne donnait aucune information sur la mathématique du vingtième siècle, qui est beaucoup plus difficile et dure à raconter. C'est pas drôle, et les livres de mathématiques ne parlent pas de ça. Mais la physique du vingtième siècle, on en parlait dans certains livres : ça m'a donné une image sur laquelle je pouvais, au moins, comprendre quel était le type de problèmes qu'on étudiait.

NPR : *Avez-vous continué d'étudier les mathématiques pures ?*

G.P. : J'ai étudié des mathématiques : parmi les physiciens de ma génération, je connais beaucoup plus de mathématiques que les autres. Maintenant, il y a une nouvelle génération dans laquelle ils font des mathématiques trop difficiles pour moi. Mais entre mes copains, j'étais le plus expert en mathématiques.

NPR : *Que pensez-vous des mathématiciens dont les études sont basées sur des problèmes physiques (modèle d'Ising...)?*

G.P. : Je considère que c'est très important. Parce que les physiciens utilisent des méthodes un peu heuristiques : quand on fait une démonstration, c'est une chose que les mathématiciens peuvent appeler – au mieux – une esquisse de démonstration. Après, il y a tous les passages à nettoyer, et à comprendre : par exemple, pour l'équation KPZ, qui a donné lieu à la médaille Fields 2014. Il y avait beaucoup de mathématiques à faire pour rendre formel ce type d'équation.

Équation KPZ

Pour Kardar–Parisi–Zhang, cette équation de 1986 décrit par exemple l'évolution de la surface d'un agrégat de cellules immobiles à mesure que celles-ci se multiplient, et de multiples autres problèmes de croissance des surfaces. Un terme aléatoire inclus à cette équation à la manière d'une équation de Langevin lui confère le statut d'équation aux dérivées partielles stochastique.

$$\frac{\partial h}{\partial t}(\vec{x}, t) = \nu \nabla^2 h + \frac{\lambda}{2} (\vec{\nabla} h)^2 + \eta(\vec{x}, t)$$

<https://doi.org/10.1103/2FFPhysRevLett.56.889>

NPR : *Y a-t-il une direction en physique statistique que vous suggérez à quelqu'un d'explorer ?*

G.P. : Par exemple, un problème dans lequel j'aimerais bien l'aide de mathématiciens, c'est le suivant. Les mathématiciens, parmi lesquels Talagrand ici en France mais aussi Guerra avant, ont démontré que la solution que j'avais écrite au modèle de Sherrington–Kirkpatrick était exacte*. Mais ils l'ont démontré avec une démarche complètement différente de celle d'origine : alors j'aimerais bien qu'on puisse faire une formulation mathématique correcte dans laquelle on utilise une démarche plus proche de la solution originale.

NPR : *Comment avez-vous trouvé votre thèse ?*

G.P. : J'ai pris la thèse avec Cabibbo parce que Cabibbo c'était une étoile et il était très célèbre par tout le monde. Alors, j'ai pris la thèse avec lui mais il hésitait beaucoup à choisir le sujet de la thèse. À la fin, il y a eu une suggestion de Gianni Jona, qui a été suivie, et qui était de vérifier certaines propriétés du modèle de Brout–Englert–Higgs sur la brisure spontanée de la théorie de jauge.

* Voir <https://annals.math.princeton.edu/wp-content/uploads/annals-v163-n1-p04.pdf>, NDLR

NPR : *Avez-vous été lassé de certains thèmes durant votre carrière au point de ne plus vouloir continuer à les travailler ?*

G.P. : Non, c'est-à-dire que certains thèmes, les gens ont bien avancé mais d'autres thèmes sont devenus beaucoup plus techniques, dans le sens qu'il faut travailler avec une grande équipe ou qu'il y a de très longs calculs, alors j'ai un peu laissé tombé ceux-là.

NPR : *Avez-vous un conseil pour se lancer en physique ?*

G.P. : Moi, je pense que la chose essentielle est de comprendre la chose qu'on aime le plus faire. Bien sûr, il faut bien regarder en soi-même, et ça c'est pas difficile mais faire une des choses qu'on préfère je crois que c'est le plus important. Il y a des gens qui viennent chez moi demander une thèse. La première chose que je leur demande, c'est « est-ce que vous

aimez travailler avec l'ordinateur ? » Alors, si les gens disent « oui, j'aime beaucoup », je pense à une chose avec. Mais, il y a des gens qui disent « non, je n'aime pas travailler à l'ordinateur, je préfère faire des choses un peu plus à la main », bien sûr un peu d'ordinateur c'est toujours important mais il y a des thèses où il y a beaucoup de calculs analytiques qu'il faut faire et il y a des thèses où il faut écrire un programme, des simulations. Ce sont des choses assez différentes, bien sûr il y a un cadre théorique pour les problèmes de simulation et aussi quand on fait de la théorie il faut faire des calculs à l'ordinateur parce qu'à la main on n'y arrive pas. Mais, par exemple ça c'est la première chose que je demande parce que je ne vais pas forcer quelqu'un dans une direction très différente de ses capacités.

NPR : *Merci beaucoup Giorgio Parisi !*

– propos recueillis par Victor Lequin

Vulgarisation scientifique avec David Louapre

« Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement, et les mots pour le dire arrivent aisément. »

– Nicolas Boileau

Ancien normalien (physique, ENS Lyon), docteur en physique théorique (gravité quantique à boucles), David Louapre est connu pour sa chaîne YouTube *Science Étonnante* (<https://www.youtube.com/c/ScienceEtonnante>) et son blog (<https://scienceetonnante.com/>), où il exerce ses talents de vulgarisateur scientifique en s'attaquant à des sujets scientifiques aussi divers que complexes.

NPR : *Pourquoi as-tu choisi la physique en particulier lors de tes études ?*

David Louapre : Si je remonte à l'époque du lycée, je me disais que je voulais faire de la génétique ! Je trouvais ça intéressant intellectuellement et je me disais que ça avait des applications. Puis finalement en lisant les livres de Hawking notamment, des choses comme ça, je me suis dit que je voulais faire de la physique. Les origines de l'univers, le big bang ! Ça m'est venu comme ça et ça ne m'a pas quitté. Après le lycée j'ai fait une prépa mais je savais que je ne voulais pas faire une école d'ingénieurs ! J'ai été refusé ici [à l'ENS Ulm] d'ailleurs donc je suis bien content de revenir !

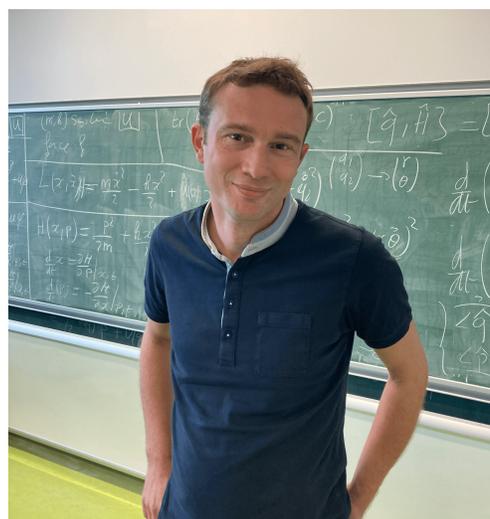


Figure 2 – David Louapre à l'ENS en octobre 2022

NPR : *Récemment tu as publié un papier avec Stuart Bartlett qui est à l'interface de beaucoup de domaine (biologie, physique, informatique, chimie...) et sur ta chaîne tu essaies de couvrir des sujets larges qui ne touchent pas qu'à la physique. Quel intérêt particulier donnes-tu à l'interdisciplinarité ?*

D.L. : C'est vrai que je trouve que toutes les sciences sont intéressantes. Il y a des résultats vraiment fascinants dans pleins de sciences et j'avais envie de faire connaître ces résultats en faisant de la vulgarisation. Après sur le papier en lui-même, moi je suis fasciné par ces notions d'émergence qu'on retrouve à la fois en physique, en biologie, en informatique. Les sujets interdisciplinaires sont hyper passionnants

et sont compliqués pour les vrais chercheurs. Parce que lorsqu'on est chercheur dans un domaine interdisciplinaire on n'est jamais vraiment dans une discipline ou dans l'autre donc c'est un peu compliqué. Mais c'est probablement les sujets les plus intéressants.

NPR : *Tu disais que le fait d'avoir fait de la vulgarisation était une vraie force, concrètement qu'est-ce que cela à pu t'apporter, par exemple dans ton travail en entreprise ?*

D.L. : Je dirai deux choses. La première c'est la curiosité et la « culture scientifique ». Le job que j'ai aujourd'hui, ce qui fait que j'arrive à le faire correctement c'est que je suis capable de passer de la chimie à la biologie, aux sciences sociales etc. Il est le résultat de ces années d'expériences où j'ai eu la chance de passer d'un domaine à l'autre. Aussi, la vulgarisation a renforcé plein de choses, il y a beaucoup de choses que j'ai appris en faisant de la vulgarisation.

L'autre chose, et je pense que c'est un conseil important, j'ai vu que la capacité à transmettre des messages efficaces à l'oral, c'est vraiment un pouvoir magique ! D'ailleurs, c'est un peu la poule et l'œuf, mais je pense que c'est aussi ce qui m'a poussé à me lancer dans la vulgarisation (et en particulier sur YouTube). J'ai toujours aimé cet exercice de dire « Ok, j'ai un truc à présenter, je vais essayer de le faire du mieux possible pour que ça intéresse les gens ». La grosse différence entre le milieu académique et le milieu industriel, c'est que dans le milieu académique, quand on présente quelque chose c'est des chercheurs qui s'adressent à des chercheurs ! On s'adresse aux cinq spécialistes mondiaux du domaine, pendant ma thèse c'était ça quand je présentais dans mon labo. Quand on fait de la recherche dans le milieu industriel, on te demande de présenter ce que tu fais à des gens qui font du marketing, de la finance etc. L'exercice d'expliquer ce que tu fais n'est alors pas du tout le même que celui de parler aux spécialistes mondiaux du sujet ! Et moi j'ai toujours aimé cet exercice-là, d'avoir quelqu'un qui fait de la finance qui ne comprends rien à mon domaine et de faire en sorte qu'il ait des étoiles dans les yeux !

Rapidement je me suis rendu compte que le fait de savoir faire ça offrait un vrai avantage qui peut parfois être négligé par les chercheurs dans le milieu académique, alors que cette partie communication est super importante ! Même dans l'écriture des articles. Il y a des articles qui sont mieux écrits que d'autres et je pense que ceux-là ont peut-être plus de chance d'être féconds par la suite. C'est donc un peu la poule et l'œuf parce que je me suis lancé dans la vulgarisation quand je me suis rendu compte que j'aimais cet exercice et que j'étais bon dans cet exercice-là, et forcément plus on le fait et plus on devient efficace. Je pense vraiment que cette capacité à transmettre un message est super importante.

NPR : *As-tu une équation préférée ?*

D.L. : Une équation préférée ! Il y a des réponses classiques, le lagrangien de la relativité générale, c'est assez joli $L = R$.

Sinon, l'équation de Navier-Stokes c'est quand même assez cool !

NPR : *Est-ce que tu as des activités qu'on ne soupçonnerait pas en tant que public ?*

D.L. : Je dirai que mon loisir principal en dehors de la vulgarisation c'est la musique. J'ai fait plusieurs vidéos sur des sujets musicaux. Sinon, j'aime bien cuisiner, voilà !

NPR : *Quelle est ta meilleure et ta pire anecdote de thèse ?*

D.L. : Intéressant comme question ! Dans les meilleurs j'en ai une, qui je pense a eu un rôle sur la vulgarisation aussi ! Pendant ma thèse j'étais administrativement au labo de physique de l'ENS Lyon, mais j'étais physiquement au Canada, même si je revenais régulièrement. Tous les ans il y avait la « journée des thésards » : c'était une journée pendant laquelle les thésards du labo présentaient leurs recherches. Et en fait, c'était un labo dans lequel il y avait quatre équipes. Trois équipes de physique « normale » et il y avait l'équipe de physique théorique qui n'était même pas au même endroit que les autres, qu'on prenait un peu pour les « barjos »... Et je m'étais lancé un défi, j'avais dix minutes/un quart d'heure de présentation et je m'étais dit « je vais présenter mon sujet, même si c'est un peu abstrait, je veux qu'à la fin tout le monde se dise que c'est cool » ! Donc j'avais vraiment travaillé la présentation et je pensais avoir fait un bon truc et à la fin il y a eu pleins de très bons compliments de la part de gens qui n'étaient pas théoriciens. Donc déjà à l'époque je pense que j'avais cette attirance pour le fait de présenter de la meilleure façon possible, en fonction du public que j'ai. C'était un moment assez sympa !

La pire anecdote, j'étais en stage de DEA avec Carlo Rovelli et à la fin on avait quelque chose de vraiment pas mal, j'étais super content ! Carlo me dit qu'on va publier les résultats, donc j'écris le papier, tout était prêt ! Et en refaisant la biblio, un peu à l'envers en cherchant quel papier a cité quel papier etc. et je retombe sur un vieux papier suédois des années 80 où ils avaient déjà tout... Donc j'ai juste jeté mon papier à la poubelle, j'étais tout content de pouvoir faire ma première publication et, dommage... Après ça, je commence ma thèse qui était un peu sur le sujet chaud du moment dans le domaine, et avant de publier un papier, une équipe britannique sort le même résultat. Mon directeur de thèse me dit que ce n'est pas grave, qu'on va quand même le publier, et le temps de le finir, une deuxième équipe au Canada sort aussi le même résultat ! On a finalement sorti le nôtre peu de temps après et les trois papiers sont souvent cités ensembles ! Sur le coup j'étais assez dépité !

NPR : *Merci beaucoup David pour ton temps !*

D.L. : C'était un plaisir !

– propos recueillis par Lukas Péron, Ethan Uzan et Jean Goudot

Le Signal des Astres : la communauté de l'Astro (stage de L3)

Étude de l'eau dans le vestige de supernova IC443

Disclaimer pour les L3 : les stages sont censés être expérimentaux donc l'astrophysique, qui est principalement une science observationnelle, n'est pas un domaine dans lequel vous pourrez faire votre stage de L3.

J'ai fait mon stage durant dix semaines dans l'équipe astrophysique du LPENS. Mon objet d'étude était le traitement des spectres de transitions rotationnelles de l'eau dans un vestige de supernova. Grosso modo mon stage s'est découpé en une moitié de traitement, un quart de bibliographie et un quart de simulation.

Pour être un peu plus précis : un vestige de supernova c'est 1) la matière expulsée lors d'une supernova (l'explosion résultant de la fin de vie d'une étoile suffisamment massive) et 2) la matière accrétée durant l'expansion de la matière expulsée dans le milieu interstellaire. Dans mon cas, j'étudiais un vieux vestige (de l'ordre de trente mille ans) qui vu depuis la Terre était 1,5 fois plus grand que la Lune ! Par chance, il existait des mesures faites par le télescope Herschel qui n'avaient jamais été étudiées (le choix du nom du télescope est quelque peu comique quand on sait qu'Herschel était l'un des principaux défenseurs de l'idée que le milieu interstellaire est vide).

Mon objectif était de trouver des pics sur des spectres (dit comme ça, cela peut paraître trivial mais le traitement pour enlever tous les parasites m'a pris beaucoup de temps), de faire quelques régressions en fonction de différentes hypothèses et de comparer mes résultats avec des modèles pour estimer les conditions physico-chimiques dans ce milieu. Les résultats obtenus me permettaient d'obtenir des densités de colonne : quand on regarde le ciel avec un seul point de vue, on a une image en deux dimensions donc on travaille avec des nombres de molécules par mètre carré et non par mètre cube. Pour donner un ordre d'idée, j'ai trouvé des densités de colonne équivalente à un litre d'eau réparti sur une région grande comme Paris, ce qui peut paraître faible mais il faut

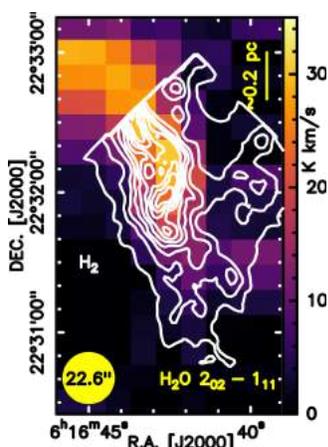


Figure 2 – En couleur, l'intensité de la raie $2_{02} - 1_{11}$ de l'eau dans la sous-partie G de IC443, les contours blancs représentent celle de H_2 mesurée au même endroit. On a en bas à gauche la taille du lobe du télescope et une échelle en haut à droite.

dire que j'étudiais une région 10 000 fois plus grande que le système solaire, au total j'ai mesuré l'équivalent de 3 millions de fois l'eau sur Terre !

Vous pourriez être tenté de me dire « c'est bien joli mais à quoi ça sert ? ». Au-delà de l'aspect purement cataloguiste d'un tel travail, il permet d'affiner les modèles. « Des modèles qui répondent à quoi ? » me direz-vous. Ils tentent de répondre à LA question : pourquoi on est là nous ? Autrement dit, comment s'est formée notre galaxie, notre système solaire et donc notre soleil et même notre Terre. Il n'empêche que je reste un élève de L3 derrière un ordinateur en train de calculer l'intégrale de pic de l'eau, mais être un grain de sable au bon endroit suffit à faire partie d'une plage qui nous dépasse.

J'ai passé mes journées dans un « labo » (une demi-douzaine de tables et autant de PCs) avec cinq doctorants et post-doctorants, ils m'ont super bien accueilli. L'avantage de l'astrophysique c'est qu'elle couvre quasiment toute la physique : en discutant avec mes voisins de table j'ai appris beaucoup sur des domaines variés allant de la chimie-physique à des approches purement mathématiques. En plus de cela, mon tuteur, Antoine Gusdorf était très sympathique, toujours à l'écoute et toujours d'accord pour passer une heure quasi quotidiennement pour répondre à mes questions alors même qu'elles étaient souvent bien plus larges que le sujet que j'étudiais.

On pourrait avoir le cliché qu'un astrophysicien passe sa journée derrière son ordinateur. Certains répondraient qu'à l'heure actuelle c'est le cas dans toute la physique. D'autres vous diraient qu'en astrophysique il y a aussi des expérimentateurs qui tentent de reproduire les conditions spatiales en laboratoire et des théoriciens qui passent leurs journées à noircir des feuilles. Et ils auraient raison, mais un astrophysicien ne travaille jamais seul, les mesures qu'il traite ont été faites par un collègue expérimentateur et les résultats des mesures seront utiles pour un collègue théoricien. Les listes interminables de co-auteurs dans les publications astrophysiques sont un bon exemple du fait qu'un astrophysicien ne reste jamais très longtemps seul devant son écran. Au-delà de cela, l'astrophysique c'est aussi parfois lever les yeux, pointer une zone sombre dans le ciel et dire tout fièrement à son petit frère « tu savais que là y'a plus d'eau que dans tous les océans de la Terre ». Bref, l'astrophysique est à la fois un mélange de toute la physique mais aussi un contexte fabuleux qui met des étoiles plein les yeux.

« Il est grand temps de rallumer les étoiles. »

– Guillaume Apollinaire



Figure 3 – Mauvaise référence d'échelle

– Guillaume Vigoureux (φ21)

Je tue des algues (stage de L3)

J'ai bien dû tuer 350 millions d'être vivants pendant mon stage de L3, au LPENS. À la louche. Le truc, c'est que ce sont de minuscules algues : les toutes mignonnes *Chlamydomonas Reinhardtii*, qui ne feraient pas de mal à une mouche – en même temps, pas facile quand on mesure dix microns. Malheureusement pour ces unicellulaires eukaryotes*, je ne suis pas le seul à les persécuter : elles peuvent se targuer d'être un système modèle largement étudié en biologie à cause de la facilité à les multiplier et à les manipuler.

Mais je faisais bel et bien de la physique avec : dans les conditions biologiques dans lesquelles j'étudiais *Chlamy*[†], elle manifestait le phénomène de *phototaxie négative*, c'est-à-dire qu'elle fuyait la lumière incidente, en nageant la brasse grâce à ses deux flagelles jusqu'à

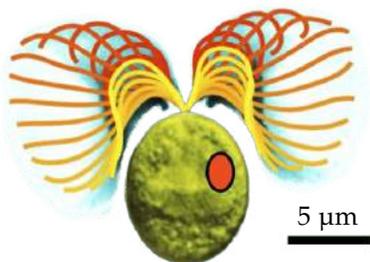


Figure 4 – *Chlamydomonas nageant la brasse*. Le point rouge est l'eyespot, son récepteur lumineux.

atteindre des vitesses de l'ordre de 100 $\mu\text{m/s}$. Michael Phelps n'a qu'à bien se tenir. Ce comportement engendre une dynamique complexe caractéristique de tels *fluides actifs*, intéressante à étudier pour comprendre comment modéliser les phénomènes émergents qui apparaissent. Je me suis intéressé en particulier à l'interface entre une zone dense en algues (du fait qu'on les y a poussées là par phototaxie) et une zone diluée : peut-elle être modélisée par une tension de surface ? Cette dernière dépend-elle de la luminosité ? Pour faire bref, à ce jour la réponse est : pourquoi pas.

Une première conséquence intéressante de cette dynamique est due à l'absorption de la lumière que la présence des algues engendre. En effet, des algues se regroupant en un point vont se cacher mutuellement la lumière et avoir moins tendance à fuir dans la direction imposée par le faisceau lumineux ! Ce comportement sera donc encouragé, et on observe ainsi des instabilités hydrodynamiques (voir photo mystère) où les algues se regroupent en filaments. Mon maître de stage, Raphaël Jeanneret, et sa doctorante Isabelle Eisenmann ont étudié ces instabilités et on commence à les comprendre pas mal.

Ces instabilités constituaient un intéressant enjeu expérimental, mais comme j'ai dit je m'intéressais plutôt à l'interface entre les régions dense ou diluée en algues. Donc je mettais de la lumière à droite et à gauche d'une cuve et je concentrais les algues en une bande à son milieu. J'observais la bande avec un gros grossissement optique (je pouvais en gros distinguer une algue individuelle) et je faisais des stats sur les fluctuations de l'interface. Pourquoi ça ? Eh bien l'interface d'un fluide, même passif (imaginer de l'eau), n'est jamais vraiment plate : bien sûr elle n'est pas vraiment continue puisqu'elle est composée de molécules, mais le mouvement de celles-ci, s'il est aléatoire, n'est pas complètement irrégulier. Il est régi par les lois de la physique statistique, et une description qui marche bien est de considérer que chaque mode de propagation des ondes (gravito-)capillaires à la surface est excité selon l'équipartition. On parle alors d'*onde thermocapillaire*. Et donc si on a accès aux stats de ces fluctuations, on peut en déduire une tension de surface. Ou presque. J'en suis au « ou presque ».

Il y avait plein de problèmes intéressants d'analyse de données (en passant outre du Python si traumatique aux L3s dont le cerveau vient d'être lavé à Numpy et Matplotlib), et beaucoup de Fourier.

Pour finir, une dernière curiosité physique que j'ai découverte par hasard un soir en jouant avec les paramètres de mon setup. Tout d'un coup, en atteignant une intensité lumineuse particulière, la bande d'algues a commencé à se séparer en deux : comme une fermeture éclair, un trou apparaît à un endroit où la bande est large puis s'étend à toute sa longueur. Ce qui se passe reste un mystère : phénomène dynamique ? Transition de phase ? Raisons physiques ? Biologiques ? En tout cas c'était très cool de tomber là dessus.



Figure 5 – À gauche, une portion typique de la bande dense en algues que j'observais. À droite, la version séparée. Pourquoi ? Mystère...

Ce stage a été une super expérience, j'en continue d'ailleurs les travaux comme projet expérimental de M1. N'hésitez pas à me contacter (victor.lequin@ens.pls.eu) si vous voulez des précisions !

– Victor Lequin ($\phi 21$)

* La SVT est loin ? Ça veut dire qu'elles ont un noyau.

† Charmant surnom.

SIR, I HAVE A QUESTION

New problems

If you meet a physicist at the Kalôgero, you can ask them one of the following questions to show off your physical superiority. Well, only if you have the answers... (in which case, send them to us!)

- I** : In a well known fairytale, a character lives in a gingerbread house. How thick should the walls be to provide reasonable thermal isolation ?
- II** : A person wears a long tshirt. As they run, the tshirt may bunch up in their lower back. Why ?
- III** : Suppose every light ray coming from the Sun is deflected using mirrors and focused at a given point in space. What would happen ?
- IV** : A pan is used to boil water and is covered by a flat lid. What is the distribution of the size of the droplets hanging inside the lid ? How do they form ?
- V** : How intense should a lightning bolt be so as to break a crystal glass some distance away ? How do the composition and temperature of air influence this ? What would be such ideal conditions ?
- VI** : How many packs of flour would stop a revolver bullet ?
- VII** : It is known that pages of two books inserted in between one another create a strong friction force. How does that force scale with the number of pages ?
- VIII** : Sometimes, a peeler will leave a pattern of stripes when applied to a hard surface like a marrow. Why ?
- IX** : What curve does the Sun trace as we see it in the sky, depending on the latitude of the observer ?
- X** : Free energy (resp. Gibbs free energy) is the appropriate thermodynamic potential for an isothermal (resp. and isobaric) transformation. Can you define a thermodynamic potential for a polytropic transformation ? For any transformation ?

MYSTERY PHOTO

Solution of N_{21}

As mentioned above, microscopic algae *Chlamydomonas Reinhardtii* can actively swim to flee light. Since they also absorb said light, a complex coupling appears between the light intensity field and the concentration field of the algae. This leads to a number of instabilities, both longitudinal and transversal, as can be seen in the picture, where light is sent from the left and the right.

– Victor Lequin

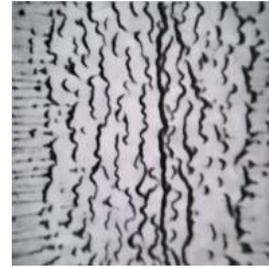


Figure 6 – Photo of N_{22}

Photo of N_{23}

;))

[NaCl] = 100 mM, T = 25 °C

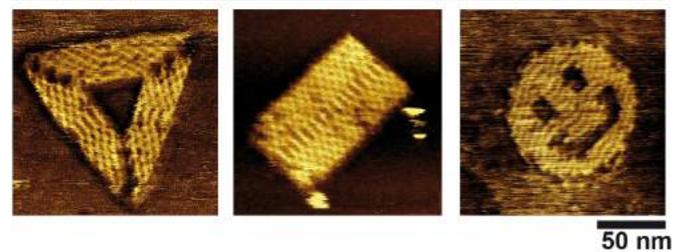


Figure 7 – Mystery photo of N_{23}

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank all who contributed and took time to answer our questions! Of course, immense thanks go to Giorgio Parisi for his time. We also thank everyone who sent us their feedback and encouragements. And as always thank you, dear reader!

We need you! If you would like to contribute, submit questions or provide feedback, please contact us :

- Juliette Savoye φ_{21} :
juliette.savoye@ens.pls.eu
- Victor Lequin φ_{21} :
victor.lequin@ens.pls.eu
- Oriane Devigne φ_{21} :
oriane.devigne@ens.pls.eu
- Esteban Foucher φ_{20} :
esteban.foucher@ens.pls.eu
- Guillaume de Rochefort φ_{19} :
guillaume.de.rochefort@ens.pls.eu

(The Editorial Board)

<https://www.facebook.com/NormalePhysicsReview>

<https://normalephysicsreview.netlify.app>

If you like the review, please be sure to subscribe to its mailing list on the website!