



LE PARAXIAL

Numéro 16 - 13/12/2023
leparaxial@institutoptique.fr

Découvrez notre site internet !

Page 2



Cartoon
Page 3



Les textes de Lola
Pages 12 et 13



Rencontre à Pasqal

avec Jessica Pellegrino
Pages 4 à 7



Interview avec Célia Pelluet
Pages 8 et 9



Stage FOCUS à l'OHP
Pages 10 et 11



EDITORIAL

par Maurice Mannoni (P25)

Le Paraxial innove !

À l'occasion du forum, le Paraxial a lancé son nouveau site internet. L'ambition est multiple : il vous permettra tout d'abord de retrouver n'importe où et n'importe quand vos articles préférés, mais il sera également l'interface entre SupOp' et les entreprises et laboratoires, afin que le Paraxial puisse vous présenter un contenu toujours plus en lien avec le monde de la recherche et de l'ingénierie.

Cette volonté, nous la perpétons, et par l'intermédiaire de la communauté supopticienne, les reporters du Paraxial sont allés découvrir ce mois-ci les activités passionnantes de Pasqal, dans ses locaux de Massy. À travers le portrait d'une ingénieure, nous

plongeons dans le monde fascinant de l'ordinateur quantique et des perspectives vertigineuses qu'il pourra offrir.

La communauté supopticienne, c'est aussi l'emballlement que connaît l'école pendant cette période de l'Avent avec la semaine sapin qui se profile et l'enthousiasme réjouissant des listes BDE qui s'investissent pleinement durant ces dernières semaines de campagne !

Et pour continuer à vous faire rêver malgré le froid de décembre, quoi de mieux que de regarder les étoiles et de s'évader dans l'univers de tous les possibles...

Bonne lecture !

Ce numéro coûte 0€, il est disponible dans tous vos kiosques de l'Institut d'Optique

Le Paraxial s'agrandit et a besoin de vous !

Cela fait un peu plus d'un an et demi maintenant que Le Paraxial a été fondé. A l'époque déjà, son but était de réunir la communauté supopticienne : élèves, chercheurs·euses et membres du personnel autour d'un journal, sur des sujets proches de la physique - des parcours inspirants en optique et photonique - mais pas que !

Après une quinzaine de numéros et plus d'une centaine d'articles, Le Paraxial ne cesse de s'épanouir au sein de la communauté supopticienne. Mais Le Paraxial grandit et souhaite maintenant découvrir le monde extérieur !

Le Paraxial souhaite désormais toucher les entreprises et laboratoires, et réunir plus largement la communauté des ingénieur·e-s et chercheurs·euses que nous formons en France.

Quel est l'intérêt d'un tel projet pour nous, supopticien·ne·s ?

Tout d'abord, c'est bon pour la vie asso : c'est un moyen idéal pour donner de la visibilité à vos projets. C'est le moyen de faire découvrir l'Eidolon, le GOST, le forum de la photonique (pour ne citer qu'un infime échantillon de la vie asso) à des gens qui n'en ont jamais entendu parler.

Ensuite, c'est très bon pour votre projet professionnel. C'est l'occasion pour différentes entreprises de divers horizons de présenter leurs travaux, leurs locaux, leurs équipes et ce gratuitement pour tout le monde.

Enfin, c'est l'occasion pour eux de publier des offres de stages et d'emploi. Les 3A+ pourront vous dire à quel point ça peut être dur de trouver des offres de stages. Ce serait vraiment une chance pour toutes et tous si ce sont les offres de stages qui viennent à vous.

Comment nous aider à mener ce projet à bien ?

Pour cela, rien de plus simple, parlez-en autour de vous : un·e proche, votre ancien maître de stage, votre entreprise, bref, qui vous voulez ! Faites-leur découvrir le journal et n'hésitez pas à leur présenter notre (tout nouveau !) site internet. Les intéressé·e-s peuvent nous contacter sur les réseaux ou par mail.

Et justement, comment fonctionne notre site internet ?

Notre site internet contient une catégorie «Numéros» correspondant aux versions PDF des quinze premiers numéros pour l'instant.

La catégorie «Articles» contiendra d'ici quelques mois tous les articles sortis depuis 2022, classés par rubriques. Le site internet en est encore à ses débuts et subira quelques changements et ajouts d'articles pendant les mois qui vont suivre encore !

Le numéro sort toujours en version papier à supop à chaque début de mois. Sur internet désormais, les articles sortent au fur et à mesure du mois sur internet et la version PDF ne sortira qu'une fois tous les articles publiés sur le site internet ■



Bienvenue sur le journal étudiant de Supoptique !



Accueil Articles Numéros L'équipe Contact

Découvrez nos 15 derniers numéros !

Et explorez l'univers fascinant de la photonique 🌟

Numéro 15



Numéro 14



Numéro 13



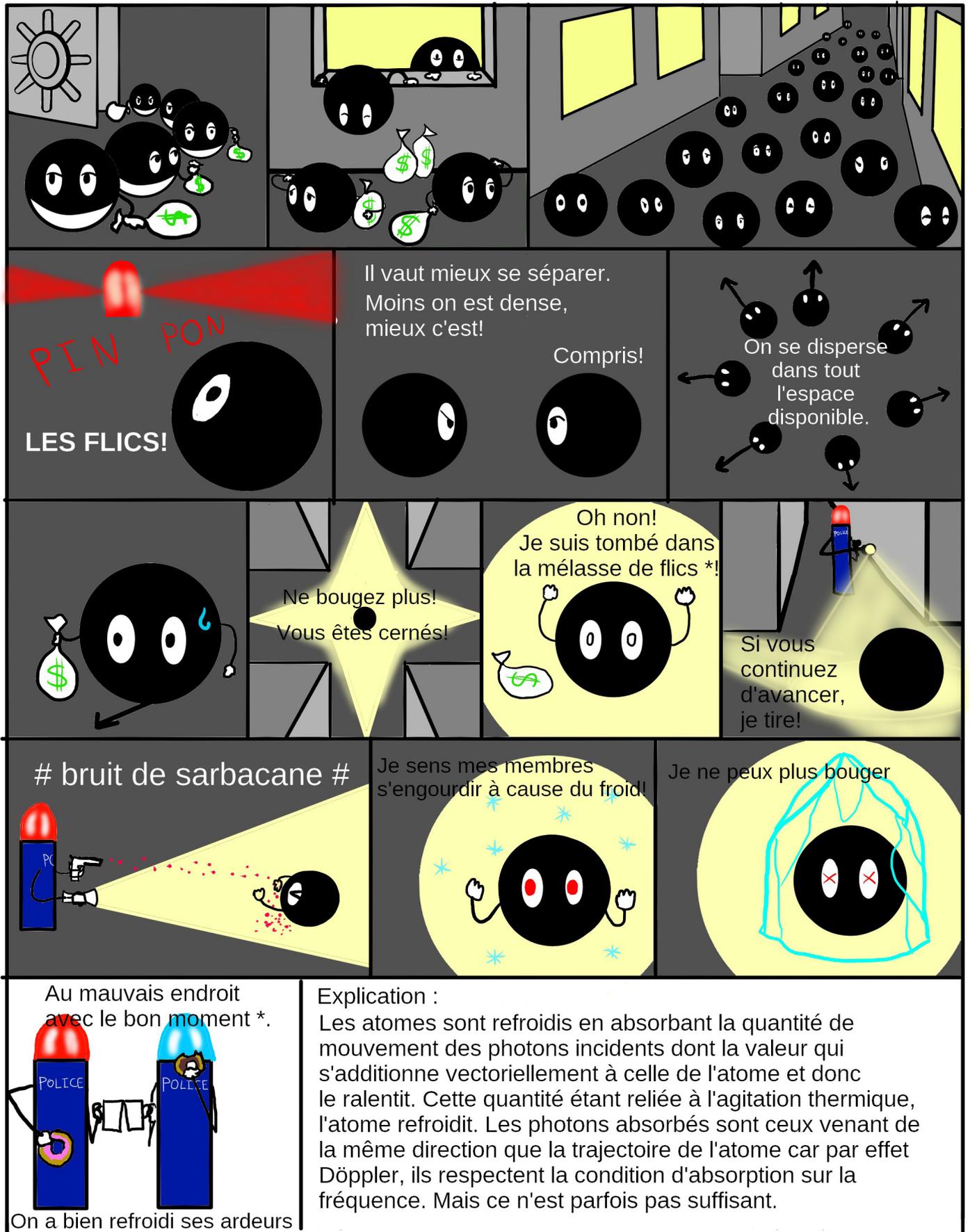
Numéro 12



Numéro 11



Refroidissement Döppler des atomes par laser



*abus de langage, prononcez "mélasse optique"

* moment = vecteur quantité de mouvement

La suite au prochain épisode...

Rencontre à Pasqal



PASQAL

Fondée il y a trois ans dans les laboratoires de SupOptique, Pasqal a ouvert les portes de ses bureaux de Massy au Paraxial. Récit d'une visite passionnante...

Grâce à Théo Bandini (P25), en apprentissage à Pasqal, nous avons eu l'opportunité de pouvoir rencontrer quelques membres de cette entreprise et de découvrir leurs installations. Pasqal, c'est la volonté de concrétiser les recherches formidables réalisées dans le domaine de la quantique, notamment grâce à Alain Aspect, pour avancer vers le fameux ordinateur quantique, qui fait tant rêver !

Notre guide pour cette visite est Jessica Pellegrino (P11), ingénieure à Pasqal. Nous avons pu visiter les salles de mise au point des bancs optiques qui seront intégrés dans le fonctionnement de l'ordinateur. L'objectif est de pouvoir créer des pinces optiques pour manipuler des atomes froids de rubidium, qui vont permettre de réaliser des opérations quantiques.

Chez Pasqal, on s'occupe du hardware (construction des ordinateurs, réalisation des bancs optiques et des systèmes laser) ainsi que du software (réalisation des calculs, manipulation des données).

Actuellement, une structure d'ordinateur quantique est terminée, trois autres sont en construction. Dans ces très grandes structures coexistent des bancs optiques et des lasers, des systèmes de refroidissement et de grandes poutres métalliques pour soutenir ces structures (plus de 2m de haut pour 2m de côté). Ces ordinateurs actuels sont demandés par des clients pour traiter des problèmes qui sont tout d'abord traduits sous forme de matrices. On crée alors des matrices d'atome correspondantes, et les probabilités de présence permettront de résoudre ces calculs.

Au milieu de ces salles, nous observons un foisonnement de câbles, de lignes de code qui défilent sur les écrans, le tout dans un environnement très détendu et agréable.

Après ces découvertes et encore un peu déboussolés des raisonnements scientifiques qui viennent de s'offrir à nous, nous nous installons à la cafétéria pour échanger plus particulièrement avec Jessica et son parcours.

Le Paraxial : Pouvez-vous nous décrire votre parcours ?

Jessica Pellegrino : J'ai été élève à l'Institut d'Optique, promo 2011. J'ai été en apprentissage durant mes deux dernières années au sein du Laboratoire Charles Fabry, dans l'équipe Laser, sur des développements de lasers semi-conducteurs pour des applications d'horloges atomiques. Ensuite, j'ai enchaîné sur une thèse dont le sujet portait sur le développement de sources paramétriques optiques pour des applications LIDAR. Au cours de ma thèse, j'ai travaillé sur deux types de sources différentes. Le premier type était une source à $2\mu\text{m}$ pour la mesure du CO₂ depuis l'espace par application LIDAR. Le second était dédié à sur des applications industrielles : mesure de polluants industriels, types COX (CO₂, etc.) et NOX (NO₂, etc.) à $33\mu\text{m}$. J'ai principalement travaillé sur les sources laser et fait un tout petit peu de mesure.

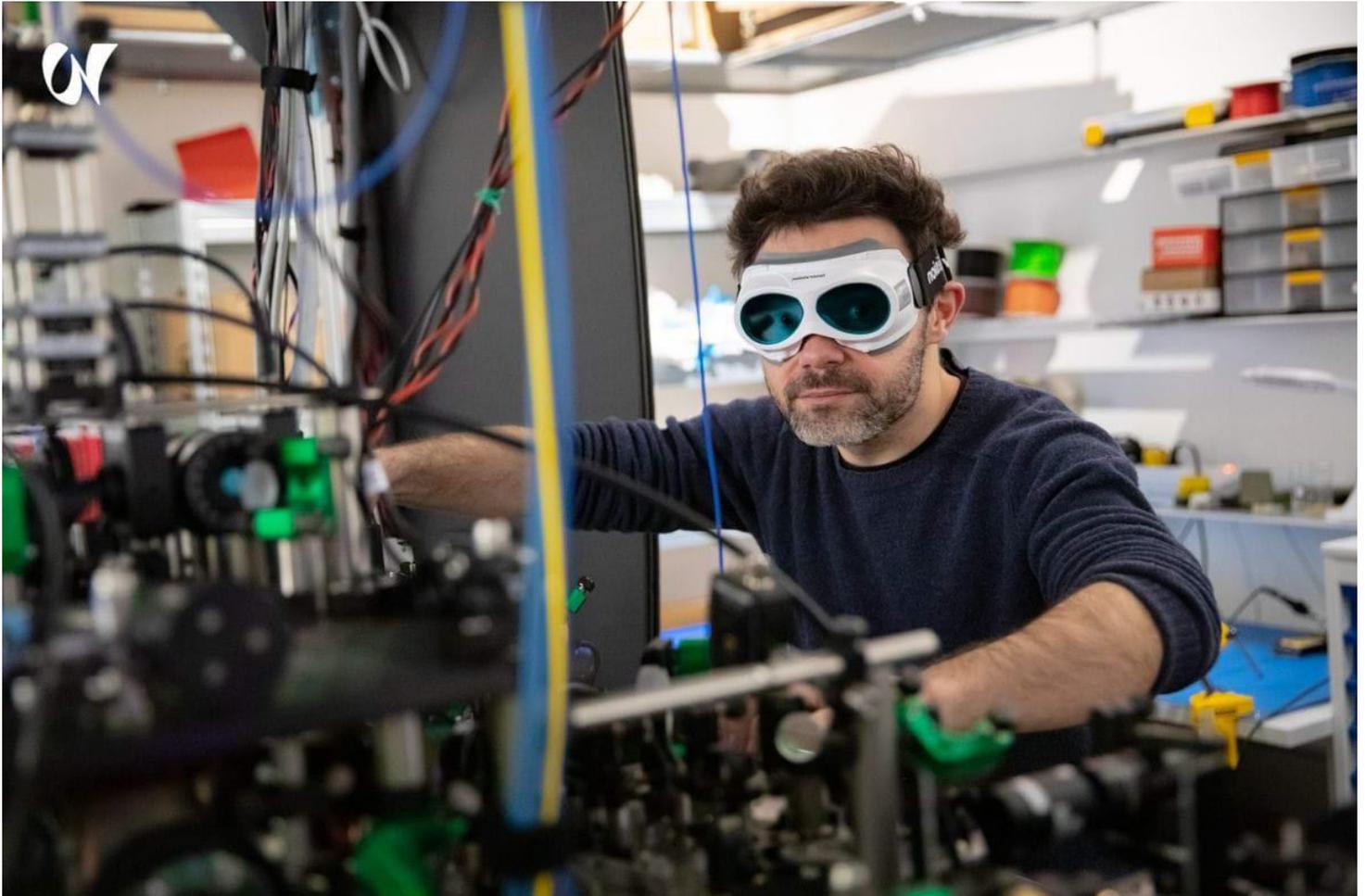
A la fin de ma thèse, j'ai enchaîné sur un poste à l'École Polytechnique en tant qu'ingénieur de recherche sur un sujet qui était dans la continuité de ma thèse. Il consistait à créer une source laser à base de cristaux solides de type HO:YLF pour aller à $2.051\mu\text{m}$. L'application visée pour ce développement était la mesure de gaz à effets de serre dans l'atmosphère depuis satellite. Je devais développer une source double-pulse : qui génère deux impulsions appelées ON et OFF. Il faut savoir que lors de la mesure par méthode LIDAR - DIAL, qui est une mesure par absorption différentielle, on utilise deux longueurs d'onde différentes : la première est absorbée par notre composant (impulsion ON), mais pas la deuxième (impulsion OFF). En faisant la différence des deux, on est capable de remonter à la concentration du gaz sondé. Pour ce projet, il était nécessaire de générer ces deux longueurs d'ondes séparées de quelques centaines de microsecondes pour pouvoir sonder rapidement l'atmosphère et ne pas avoir de variations en position dues au déplacement du satellite. Ces deux impulsions étaient très rapprochées et sur une cadence cible de l'ordre du kHz. L'ensemble de ces développements ont été réalisés dans le cadre d'un projet ESA.

Comme je ne me plaisais pas là où j'étais, je suis partie travailler dans une petite structure qui s'appelait Force-A. Cette entreprise développait des instruments de mesure pour l'aide à la décision dans l'agriculture et plus précisément la viticulture. Le principe de l'instrument était basé sur la fluorescence des plantes (feuilles ou fruits) pour étudier la concentration de certains composants caractéristiques. Dans le cadre de mon travail, j'ai développé un instrument dédié à l'étude du raisin et de sa maturation. La méthode de mesure est basée sur la mesure différentielle de fluorescence à deux longueurs d'onde On et OFF. Ainsi, il est possible de remonter à la concentration du composant d'intérêt à savoir l'Antocyane pour le raisin. Au cours de cette expérience, j'ai pu travailler depuis la conception jusqu'à la mise sur le terrain et la préparation d'une petite série d'appareils. J'ai vraiment vu tout le cycle de développement d'un petit instrument qui tenait dans la main. J'ai eu l'occasion de pouvoir partir en campagne de mesure, en France et à l'étranger.

Malheureusement l'entreprise a fermé et je suis partie à Horiba développer des spectro-imageurs. Un spectromètre classique permet de connaître le spectre d'une source quelconque laser ou incohérente. Ici, on souhaitait avoir une information sur le spectre mais également sur la position de l'élément.

Imaginez un tapis de tri de déchets sur lequel vous avez plusieurs types de plastiques : chaque plastique aura une signature spectrale particulière. Ainsi le spectro-imageur nous permet ici d'avoir le spectre de chaque point sur cette ligne de tri de déchets et ainsi permettre l'identification et le tri des plastiques. J'ai travaillé sur ces instruments pendant 2 ans : de la conception jusqu'au contact client, avec une partie également de développement





software où j'ai pu développer un programme python permettant de réaliser la caractérisation et l'alignement de ces éléments de manière plus rapide et en quasi temps réel. J'ai été au contact de clients plusieurs fois également pour discuter avec eux des différents problèmes et retours d'expérience. Et maintenant je suis à Pasqal depuis un an et demi et aujourd'hui je suis responsable d'une équipe de cinq personnes : Optique & Systèmes Laser.

LP : Avec combien d'équipes différentes travaillez-vous à Pasqal ?

JP : Je travaille principalement avec l'équipe Opto-Mécanique. J'interagis aussi avec l'équipe Software et Electronic. On travaille également avec l'équipe Systèmes qui a une expertise sur la physique quantique. Les membres de cette équipe vont fournir des spécifications et analyser les performances des opérations comme par exemple analyser et déterminer les sources problématiques lorsque le système ne répond pas correctement. On a également des chefs de projet avec qui on interagit beaucoup pour la coordination des activités. Par exemple, Pasqal a un projet de livrer trois machines d'ici le milieu de l'année prochaine. Mon équipe est l'une des plus féminines : en me comptant, nous sommes quatre filles sur six personnes !

LP : Combien de personnes travaillent à Pasqal ?

JP : Nous sommes quasiment 210 personnes réparties dans le monde. Notre deuxième plus grand site est à Amsterdam où il y a 20-25 personnes. On a ouvert un site à Sherbrooke, au Canada, où ils sont entre 10 et 15. Et l'année prochaine on ouvrira des sites aux Etats-Unis, Asie, Moyen-Orient

LP : Travaillez-vous en partenariat avec d'autres entreprises ou laboratoires ? En effet parmi les lasers que vous nous avez montré tout à l'heure, certains provenaient de Muquans et iXBlue (aujourd'hui Exail).

JP : Justement on a des projets communs avec Exail qui développe certaines sources spécifiquement pour nous. Aujourd'hui on aurait 2 sources potentielles avec Exail et avec d'autres partenaires on travaille également sur d'autres développements côté sources lasers. On a également fait appel à un sous-traitant sur un de nos bancs pour la conception, la réalisation, la caractérisation et la validation. Donc une grosse partie est faite en interne mais on a également des partenariats avec des entreprises et des labos. On est aussi en partenariat avec l'Institut d'Optique à Bordeaux sur un projet appelé NextWaveQPU.

LP : Une autre entreprise connue pour travailler dans le quantique est Quandela. Vous arrive-t-il de travailler ensemble ?

Claire Vincent : A aucun niveau, parce qu'ils ne travaillent pas sur la même chose. On est les seuls en Europe aujourd'hui à travailler sur notre

technologie. Quandela (ou Alice&Bob, une autre entreprise) sont très bonnes aussi mais travaillent sur une technologie qui est complètement différente. Ce n'est pas comme avec IBM par exemple, qui travaille sur la même technologie et avec qui on peut faire des comparatifs. Il y a une grande bienveillance entre nous d'ailleurs.

LP : Le but pour Pasqal comme Quandela est de concevoir l'ordinateur quantique. Au fond, même s'il n'y a pas de concurrence, n'y aurait-il pas une course à celui qui aura conçu le plus vite l'ordinateur quantique ?

JP : Il y a une course, c'est sûr, mais aujourd'hui on ne sait pas laquelle de ces technologies peut l'emporter – on appelle cela l'avantage quantique – et même tout simplement, est-ce qu'une technologie quantique va l'emporter ? Je ne crois pas forcément en une technologie plus qu'une autre, si j'ai postulé c'est parce que je trouvais que c'était un très beau projet et je connaissais un petit peu la technologie par ailleurs car mon mari travaillait dans l'équipe d'Antoine Broaweys .

LP : Qu'est-ce qui distingue réellement les technologies de Pasqal de celles de Quandela ?

Lucas Lassabliere, un autre ingénieur de Pasqal, passe à ce moment-là derrière nous et nous apporte une réponse.

Lucas Lassabliere : Alors ça n'a rien à voir ! Quandela travaille avec des sources de photon unique alors que nous on travaille avec les atomes et la lumière. La manipulation et les applications qu'on peut en faire sont très différentes. Quandela ne peut pas faire de calcul analogue comme Pasqal par exemple.

Commentaires rajoutés post-interview :

- Les défis technologiques sont très différents entre nos deux technologies. A Pasqal par exemple, il est très facile d'augmenter le nombre de qubits alors que pour Quandela c'est plus difficile. A l'inverse, il a des choses qui sont plus difficiles à Pasqal mais plus facile à Quandela (Taux de répétition de la machine par exemple)

- Pour les applications, en réalité on peut faire des choses très similaires (j'ai regardé ce qu'ils peuvent faire après notre discussion) mais on s'est orienté sur des chemins différents. Quandela s'est orienté initialement sur l'approche porte alors que Pasqal plutôt sur le côté Analogue.

- Cependant, Quandela peut également faire du calcul analogue (et Pasqal des portes) mais notre plateforme à atome neutre permet beaucoup plus facilement de traduire un problème de graphes (I.E un type de calcul analogue) en un calcul sur QPUs (quantum processing units).

LP : Mais alors justement, qu'est-ce que le calcul analogue ?

Lucas : Personnellement je suis dans l'équipe Hardware, un théoricien du Hardware et j'effectue des simulations pour aider les expérimentateurs. Et je fais aussi l'interface avec l'équipe qui design les algorithmes.

En quantique pour faire des calculs, il y a globalement deux façons de faire : soit faire des portes, proches des bits classiques avec lesquelles on va pouvoir faire additions, soustractions, etc. Et pour faire ces portes, il est nécessaire de targetter les atomes individuellement avec des lasers pour faire des opérations à l'échelle des qubits. Sinon, lors du calcul analogue, on éclaire tous les atomes en même temps. Un hamiltonien décrit le système entier et les interactions entre atomes, et la résolution de l'équation de Schrödinger est similaire à celle d'un système usuel. Donc en conclusion, on éclaire le système en entier, on le laisse évoluer, l'équation de Schrödinger se résout naturellement et il n'y a plus qu'à faire des mesures de temps en temps.

Commentaire post-interview :

La dynamique quantique est décrite par un hamiltonien dit d'Insing, qui décrit les interactions entre les atomes et la lumière. Cet Hamiltonien prend exactement la même forme que des équations classiques à résoudre (optimisation, matière condensée, etc.) Il suffit donc de laisser évoluer le système et de prendre des mesures aux moments opportuns pour résoudre ces équations.

LP : Merci beaucoup ! Une autre question : qu'est-ce qu'un chercheur va faire à Pasqal par rapport à un ingénieur ?

JP : Le chercheur va plutôt travailler sur de nouvelles fonctions, de nouveaux systèmes. Par exemple, il va montrer que cette manière de faire est bien meilleure que celle que l'on a actuellement. L'ingénieur va plutôt prendre cette technologie et l'amener à une maturité suffisante pour l'intégrer à une machine. Sur le métier d'ingénieur, on va plutôt devoir vérifier que le système est stable ou qu'il fonctionne 24h/24, 7j/7. Il faut donc trouver des manières de faire en collaboration avec nos équipes Hardware, Software, Opto-Mécanique.

LP : Vous aviez dit tout à l'heure développer des sources pour un client mais quels sont les types de personnes qui font appel à vos services ?

JP : Aujourd'hui on a deux types de services : la vente de machines (grands centres de calcul par exemple) mais aussi la location de temps de calculs pour le militaire, le médical, la banque, les assurances, etc.

LP : Actuellement, les ordinateurs quantiques ont-ils un avantage par rapport aux ordinateurs classiques, dans le temps de calcul par exemple ?

JP : Aujourd'hui non. Les clients intéressés veulent plutôt voir ce que notre technologie est capable de faire aujourd'hui et quelles seront les solutions futures qui permettront d'atteindre l'avantage quantique.

LP : Y a-t-il une date d'ici laquelle on souhaite avoir atteint l'avantage quantique ?

JP : Courant d'année prochaine, on aimerait pouvoir démontrer certaines avancées sur l'avantage quantique mais aujourd'hui on ne sait pas



quand est-ce qu'on pourra le démontrer en tant que tel. Et même tout simplement, on ne sait pas toujours bien comment le définir : si vous demandez à plusieurs personnes, vous aurez probablement des réponses différentes.

LP : Et quelle est votre réponse à cette question ?

JP : Selon moi, on attend de l'ordinateur quantique qu'il soit plus performant que l'ordinateur classique sur lesquels certains calculs sont encore très très longs voire impossibles aujourd'hui.

LP : Quel profil ont les gens de votre équipe ?

JP : J'ai actuellement une personne qui vient de l'Institut d'Optique (promo 21); un technicien optique sénior qui a 25 ans d'expérience; une cheffe de projet qui est réunionnaise; une profil junior qui vient de l'ENSSAT à Lannion et qui a un an d'expérience; et enfin la dernière personne vient de Suède et a eu, suite à sa thèse, quatre ans d'expérience dans une entreprise.

LP : Est-ce un problème de ne pas avoir encore beaucoup d'expérience ?

JP : Non pas du tout, cela dépend du profil que l'on recherche. L'année prochaine par exemple, j'aurai probablement besoin d'un profil junior et d'un profil sénior.

LP : Mais alors quel est l'intérêt de recruter un profil junior puisqu'il n'aura pas autant d'expérience qu'un profil sénior ?

JP & CV : Alors c'est une très bonne question, je ne me l'étais jamais posée ! En fait cela dépend des missions associées à la fiche de poste. Un junior veut acquérir de l'expérience et peut être intéressé par un poste qui ne plaira pas au sénior qui s'ennuierait sur un sujet très axé sur la manipulation. Par exemple, si j'ai un poste ouvert sur Coordinateur de Projets Lasers, je vais avoir besoin de quelqu'un qui a de l'expérience mais si au contraire je veux ouvrir une fiche de poste sur la Caractérisation des Lasers, un junior conviendrait mieux. Parfois on rédige une fiche de poste et on avait prévu quelqu'un avec un peu d'expérience, 5 ans par exemple et en fonction des candidats on se rend compte qu'un junior est plus adapté finalement, rien n'est figé.

LP : Enfin, avez-vous des thésards CIFRE ?

JP : Alors il n'y en aucun de notre côté en Engineering mais quelques-uns en R&D, seulement 2 ou 3 mais l'année dernière nous étions 90, cette année 210 donc il y en aura peut-être plus à l'avenir. On a un apprenti sup opticien depuis l'an dernier également ■



Les événements du mois du Décembre

Décembre 2023

Agenda de la vie associative

- BDE
- BDS
- BDA
- Autres

6 Décembre Optibar de campagne

Le premier événement officiel des listes ! Venez déguster des bières tout en écoutant les groupes et la fanfare.

Les 9 et 10 Décembre Supopstop

Supopstop revient avec encore plus de défis ! Le but : aller d'un site à un autre (ou de faire les trois pour les plus courageux) en stop.

Du 11 au 15 Décembre Semaine sapin

Les campagnes sont maintenant bien lancées mais la magie de Noël saura les rendre encore plus fantastiques. Au programme : construction de bar, décoration de sapin...

15 Décembre RDD et DZT

La scolarité à Supop se finit forcément par une soirée ! La DZT, c'est LA plus grosse soirée de l'année pour honorer nos diplômés

21 Décembre Conférence FEMTO - IOA (Supop Bordeaux)

Réunir élèves et alumnis dans un lieu magique, voilà toute l'ambition de cette soirée hors-norme.

Peut-on faire du Stand up, gagner un Prix l'Oréal, faire son stage dans un observatoire au Chili et chanter dans un groupe de rock à moins de 30 ans ?

Rien n'est impossible pour Célia Pelluet, alumna de Supoptique en 2019. Aujourd'hui nous vous proposons de mettre en lumière son parcours de l'école à aujourd'hui.

« Personnellement j'ai pas choisi mon cursus en me demandant ce qui était le plus prestigieux mais en cherchant le plus rigolo. »

Hello Célia ! On peut voir que tu as eu une vie asso à Supop hyper riche et variée. Dans quelles assos étais-tu engagée et quels souvenirs tu en gardes ?



J'étais respo inté au BDE et Vice-Présidente au BDA. J'étais déjà dans la musique avec le M@So, Jazzoptics le groupe de jazz de l'époque (d'ailleurs si vous voulez le relancer, je plante juste la graine...); et la comédie musicale. C'était ça qui nous avait motivé à participer au Campus Comedy Tour pour la troisième édition d'Eidolon avec Ceryse (que vous avez dû voir chanter au gala). On avait fait un duo d'humour musical qui nous avait emmené jusqu'en finale sur la scène de la Cigale. Et là on a perdu face à Paul Mirabel, ce qui est pas si surprenant en soi. A côté de ça on avait relancé le journal de l'école après de longues années d'absence, le New Iogs Times. Je faisais du cheer aussi à l'époque, on avait participé au GOST qui a vraiment bien grandi depuis ! Vous pouvez même retrouver un article dessus...



par Françoise Pham (P25)



Tu as aussi réalisé une mission huma avec l'IOSF ?

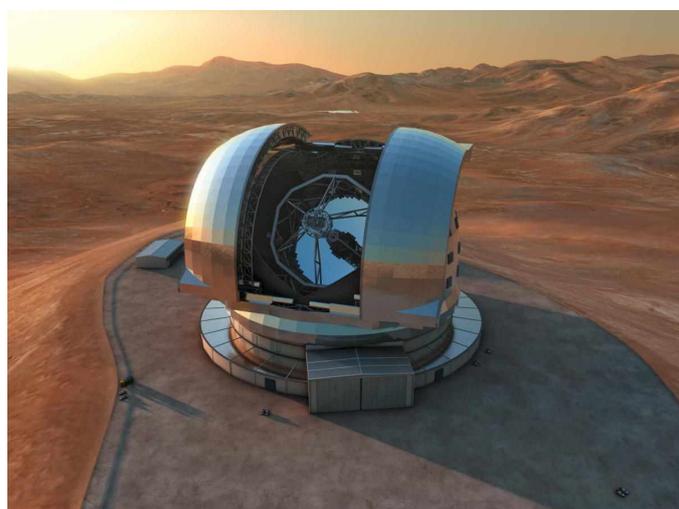
Pour la mission au Népal, plein de choses à raconter haha. Déjà, on avait repris le projet de deux ans auparavant car ils n'avaient pas pu partir à cause d'un gros séisme. C'était en partenariat avec une asso palaisienne et une asso népalaise, ce qui était bien parce que c'est important de bien choisir et connaître l'asso avec laquelle on travaille. Dans ces pays là il y a des gros risques de tomber dans le volontourisme et faire plus de mal que de bien. Donc il faut surtout bien préparer son projet, trouver en quoi on peut être utile (en plus de l'argent des dons qui sert par exemple à scolariser des enfants)

Un vie asso bien remplie... Et niveau cours ?

Alors j'ai fait une 1A classique et ma 2A à Palaiseau. En 1A j'avais fait le PO «centenaire». Benjamin Vest nous encadrait pour faire des recherches et des panneaux, interviews etc. sur les anciens de l'école pour les célébrations de centenaire. C'était un peu comme un projet 'stalking' des anciens élèves : j'avais bien aimé. Ensuite j'ai réalisé ma césure et c'est là où j'ai pu partir au CNES de Toulouse et en plein milieu du désert au Chili sur le Very Large Telescope.

Pourquoi avoir choisi de faire une césure ?

J'ai fait une césure parce que je ne savais pas quel master choisir et je me voyais pas décider sans avoir fait de stage dans les domaines qui m'intéressaient. J'hésitais entre l'instrumentation en astronomie, la quantique et le spatial. Du coup j'ai fait un stage dans un observatoire et un stage au CNES sur des projets de capteurs quantiques pour l'espace. J'ai conclu que scientifiquement c'était la physique quantique expérimentale qui m'intéressait le plus, et avec en plus l'aspect aérospatial c'était parfait pour moi.



Comment tu as pu trouver ces stages ?

Le réseau des anciens c'est vraiment la base. Bon après aussi guetter les annonces sur les sites des entreprises etc, mais personnellement j'ai pris l'annuaire des anciens et j'ai cherché qui m'intéressait. C'est quand même pas mal de travail mais ça vaut le coup.

De retour en 3A tu as continué à Bordeaux, pourquoi avoir choisi le master Light&Sciences?

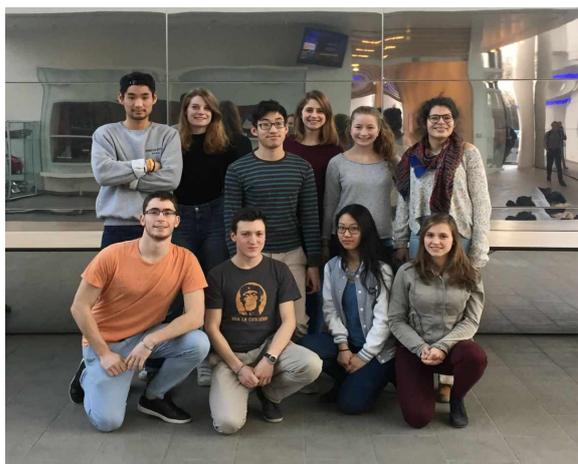
Pendant le stage au CNES j'ai repéré le sujet de thèse au LP2N, et en regardant un peu les sujets de thèse qu'on nous proposait en 3A c'était clairement celui-ci qui me passionnait le plus. Surtout qu'il impliquait des vols dans l'avion Zéro G, ce dont je rêvais depuis très longtemps : ça a facilité ma décision.

Est-ce que tu aurais un petit conseil à donner ?

Si j'avais un conseil «pro» à donner je dirai surtout: faites des stages. C'est vraiment en stage qu'on réalise à quel point ce qu'on apprend est utile (ou pas). On peut être un peu moyen·ne dans les cours et très bon·ne en stage, et c'est ça qui compte à la fin. Un conseil plus «général», qui m'a été donné par Philippe Bouyer l'ancien directeur de supop Bordeaux, c'est que maintenant on est arrivés à un niveau d'études où on peut choisir où on va. Donc le plus important c'est de choisir ce qui nous amuse le plus (en même temps il est à l'origine de l'expérience sur laquelle je travaille qui consiste à emmener une manip de physique quantique à bord d'un avion zero g, donc il est bien placé pour dire ça). Personnellement j'ai pas choisi mon cursus en me demandant ce qui était le plus prestigieux mais en cherchant le plus rigolo ■

Merci pour votre lecture ! Pour lui poser d'autres questions et découvrir son quotidien de femmes dans la recherche ça se passe le jeudi 21 décembre à 18h en Amphi de Bordeaux. (Une visio sera disponible pour les sites)

Quelques liens pour en découvrir plus :





Rubrique Astronomie

Le stage détecteur FOCUS à l'Observatoire de Haute-Provence : des gros télescopes, de l'infrarouge et des filés d'étoiles

par Corentin LE PENDU (Promo 25)



Réalisé lors d'une semaine spécifique en 2A en début Novembre, je vais revenir sur ce stage magique sous les étoiles ou nous avons photographié des aurores boréales, manipulé de gros télescopes et découvert les principes de bases des détecteurs dans le visible l'infrarouge.



Le T120 (avec le fantôme de François B. en 2A)

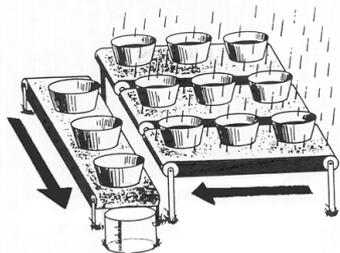
Qu'est-ce que l'OHP ?

L'OHP est un observatoire géré par le CNRS construit en 1937 près de Forcalquier. Le site de l'observatoire est assez grand et permet d'accueillir des étudiants et d'utiliser les nombreux télescopes du site quand la météo le permet. Il y a une dizaine de télescopes sur le site allant jusqu'à 193cm de diamètre, ce qui est énorme par rapport aux télescopes amateurs et aux télescopes en métropole française : le plus gros télescope que notre club possède à 30cm de diamètre et le plus grand télescope optique de France métropolitaine culmine au Pic du Midi avec ses 200cm de diamètre. Le T193 de l'OHP est le télescope ayant permis la première détection d'exoplanète en 1995. Ce dernier est encore utilisé de nos jours pour des observations professionnelles et n'est donc pas utilisé par les étudiants venant en stage.

Le stage LABEX Focus

Inscrit au sein d'une semaine spécifique en 2ème année, le stage permet à une petite dizaine d'étudiants de Supop d'aller étudier sur les détecteurs appliqués à l'astronomie ainsi que sur les principes de bases de l'imagerie en astronomie.

Les premiers cours consistaient en un rappel sur l'optique et la radiométrie afin de nous familiariser avec le langage utilisé par les encadrants des TP sous coupole. Nous avons ensuite eu notre premier cours sur les détecteurs qui nous a exposé le fonctionnement des capteurs CCD et CMOS et les problématiques qui viennent avec.



Les capteurs

Le capteur CCD (pour Charge-Coupled Device) est le premier type de capteur inventé en 1969. Toujours en utilisation dans la plupart des observatoires, le principe des CCD repose sur l'utilisation de photodiodes placées sur une grille. Les photodiodes permettent la production de photo-électrons lors de la réception de photons. Ces électrons sont ensuite déplacés le long de leur colonne pour arriver sur une ligne qui va elle-même déplacer les charges jusqu'au bout de la chaîne où aura lieu l'amplification puis la lecture. L'image des seaux d'eau représente très bien ce fonctionnement ainsi que plusieurs phénomènes

rencontrés lors de l'utilisation d'un capteur CCD ou CMOS.

Un peu de bruit

L'analogie la plus simple est celle avec le bruit de photon. Ce bruit est fondamental en imagerie et nous place une limite sur ce qui peut être détecté : la nature corpusculaire de la lumière fait que nous mesurons une quantité discrète de photons (ou de gouttes d'eau pour faire l'analogie avec le schéma) qui arrivent de manière aléatoire sur le détecteur. Cette probabilité suit une loi de Poisson : pour un nombre moyen de N photons arrivant sur le détecteur sur un intervalle de temps T , le rapport signal à bruit est égal à la racine carrée de N . On a donc que pour une même source et un même T , chaque seau va être aléatoirement plus ou moins bien rempli que son voisin ce qui cause le fameux "grain" sur les images dites bruitées.

Les gouttes peuvent aussi tomber à côté des seaux, traduisant le fait que la surface sensible à la lumière n'occupe pas toute la surface des photosites ce qui nous fait perdre en signal. Un des phénomènes propre aux capteurs CCD et le déplacement de charge le long de colonnes puis d'une ligne. En faisant l'analogie avec les seaux, il est simple d'appréhender le principe du bruit de lecture. Lors du transfert du contenu d'un seau à un autre, de l'eau peut rester dans le seau initial car il a mal été versé : c'est en réalité pour les électrons ce qu'on appelle l'efficacité du transfert de charges. Ce phénomène est en partie responsable du bruit de lecture : un bruit inhérent au capteur et présent peu importe le temps de pose, l'illumination du capteur ou la température. Il reste plusieurs autres phénomènes qui vont venir bruite la mesure mais ils ont déjà été bien décrits dans le précédent numéro du Paraxial par Thomas Gabillet à la page 10.

Nous avons aussi au cours de la semaine abordé des notions de traitement du signal, d'imagerie infrarouge et sur la turbulence atmosphérique dont je vais parler maintenant.

La turbulence : cause du scintillement des étoiles dans le ciel

La turbulence est la plus grosse problématique rencontrée lors de l'observation du ciel avec de gros instruments. En effet, lorsqu'une onde plane nous provient d'un objet lointain et arrive sur Terre, elle traverse de nombreuses couches d'atmosphère turbulentes qui ont des indices rapidement variables



Le T120 (prise avec un appareil photo)

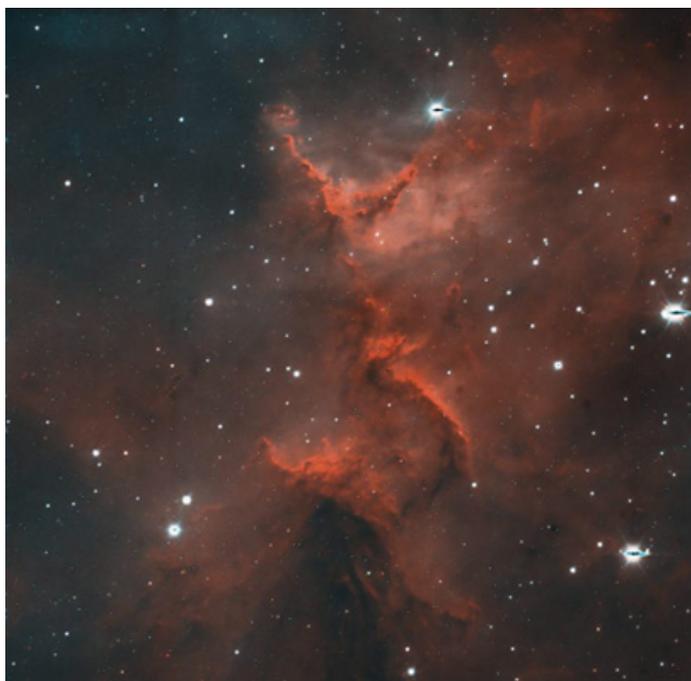


et l'onde plane se retrouve perturbée. Ces perturbations peuvent être dénommées par le terme de « seeing ». Plus le seeing est bon, moins il y a de turbulence et plus l'onde plane provenant de l'espace est proche d'une onde plane quand elle arrive sur la pupille de l'instrument. Il est intéressant d'introduire le paramètre r_0 afin d'en savoir plus sur l'impact de l'atmosphère sur les performances d'un instrument. r_0 correspond au « nouveau » diamètre de notre télescope limité par l'atmosphère turbulent et on a alors une nouvelle limite de l'instrument donnée par : $1.22 \cdot \lambda / r_0$. r_0 peut être vu comme la taille caractéristique moyenne des poches de turbulences cohérentes entre elles pour un temps d'intégration supérieur au temps moyen d'évolution moyen de la turbulence. En moyenne à l'OHP, nous avons un r_0 d'une dizaine de centimètres, ce qui est bien inférieur au diamètre des instruments utilisés. Pour résumer, la turbulence place une limite sur la résolution des instruments terrestres lorsque les temps d'intégration dépasse le temps de variation caractéristique de la turbulence qui fait qu'au lieu d'avoir le pouvoir de résolution d'un télescope de plus de 100 centimètres, nous nous retrouvons avec l'équivalent d'un télescope de quelque dizaine de centimètres.



Le T193 (prise à l'iPhone)

Cette semaine aura aussi été l'occasion de réaliser beaucoup de filés d'étoiles grâce aux conseils d'Isabelle Ribet qui nous a encadré pendant la semaine. Un filé d'étoiles correspond à un ensemble de photos de longue pose additionnées entre elles pour former ces belles traînées. La photo de droite a été capturée par François à l'aide de son iPhone au T193 et j'ai pris celle de gauche au T120 avec un appareil photo (les smartphones offrent de très bon résultats!).



Melotte 15

Deux photos avec des temps de pose sérieux ont été réalisées lors des TP avec le T120 (newton de 120cm de diamètre) sur deux nuits:

Pour finir tout le groupe venu à l'OHP lors de cette semaine spécifique voudrait adresser un grand merci aux personnes qui ont permis l'organisation de ce stage et tout particulièrement à Isabelle Ribet pour nous avoir accompagné tout au long de la semaine, l'OHP c'était un peu une colo de grands dans les étoiles ■

Les TP sous coupole et les photos

La partie "importante" de la semaine réside quand même dans les soirées d'observations. Par chance, ou malchance pour notre sommeil, nous avons eu un météo clémente tous les soirs de la semaine. Les TP commencent à 21h et terminent à minuit, les courageux peuvent rester assez tard sous les coupoles ou juste pour profiter du beau ciel du sud de la France, résistant parfois jusqu'à 4h du matin pour des cours qui commencent à 10h. Les TP sont une application directe des principes étudiés en cours. Il y a par exemple eu un TP sur une manip d'optique adaptative, plusieurs TP d'imagerie ou encore un TP sur l'interférométrie de speckle. Finalement nous avons eu plusieurs cours et TP sur l'imagerie infrarouge où nous avons expérimenté avec différentes caméras, les résultats sont très surprenants : on est blond dans l'IR et on a tous l'air de super saiyan, une photo du groupe a été prise et est un peu plus loin pour clore l'article.



M82





Je ne connaissais personne autour de cette table ronde, et je me demandais bien qu'est-ce que j'étais venu faire ici. « Découvrir du nouveau », je m'étais dit, « discuter avec des gens », et puis, « peut-être rencontrer quelqu'un ? ». Cela faisait un moment que j'empilais les relations foireuses, qui n'aboutissaient jamais, qui s'engouffraient dans une boue de non-dits et d'ambiguïté, qui collaient à la peau comme du sirop séché. Et puis cela se produisait toujours dans mon cercle, ils étaient les « copains d'enfance », les « meilleurs amis » ou les « anciens collègues », et puisque ça se finissait toujours mal, me voici que j'étais tout autant dépourvu d'amour que d'amitiés. Donc table ronde, entourée d'inconnus. Mon entreprise avait proposé une formation pendant une semaine dans un centre du Sud de la France et j'avais répondu à l'appel.

Je n'irais jamais jusqu'à me penser beau, en effet, je me suis toujours considéré moyen. 1m70. IMC moyen. Visage lambda. Cheveux bruns. Yeux marrons. Du classique. Ici, cependant, on aurait pu croire que j'étais la réincarnation de Marilyn Monroe en mec, ou le fils inédit d'Aphrodite avec Brad Pitt. J'avais l'impression d'être le seul qui faisait un minimum attention à son apparence, et le seul qui était venu dans cette ville balnéaire pour autre chose qu'un complément sur son CV. Je marchais dans un nuage d'inconfort constant.

Après chaque débat, on tournait, et il y avait tellement de monde qu'à chaque séance je rencontrais des nouvelles personnes. Ce fût pendant la séance langue étrangère que j'ai rencontré Nazim. Il excellait en anglais, visiblement il avait vécu en Amérique du Nord. Du groupe, on était les deux à être « fluent », et en réalité, ce qui devait être un débat groupé s'est converti en une discussion tête-à-tête. J'avais toute de suite été charmé par son charisme. Ses commentaires intelligents, ses reparties fines et tranchantes, ses petits pics sarcastiques aux personnes qui nous entendaient mais nous ne comprenaient pas. Et puis son petit sourire au coin des lèvres, sa voix rauque et profonde, ses boucles encadrant son visage. En une heure de discussion il avait réussi à me faire sentir qu'on était seuls dans la salle, que la conversation la plus importante de la planète se tenait entre nous, à l'instant. Il était ingénieur, comme moi, mais il avait une richesse dans sa manière de se tenir, de parler, de retorquer, que je n'avais jamais vu dans mes collègues. A la fin de la séance, j'étais enfin à l'aise dans ma peau, et je désirais de rester près de lui.

A l'heure du déjeuner, on s'est assis ensemble, que nous deux. Enfin une discussion pas creuse, plus jamais les commentaires sur la météo clémente du bord de mer en hiver. J'ai compris qu'il travaillait à Lyon, mais qu'il s'était installé il y a à peine un an en France, qu'il avait fait ses études à McGill, mais qu'il avait grandi à Oran. J'avais tellement de questions à lui poser, je voulais tout savoir sur lui. Plus je l'assenais de questions, plus ses lèvres se courbaient, ses fossettes apparaissant de part et d'autre de son sourire, plus ses yeux noirs brillants se plissaient gentiment. Et puis ses manières si intelligentes, si pertinentes de répondre à mes questions, et puis de retourner la conversation et demander que je lui raconte plus de moi. Je lui parlais de ma recherche et il écoutait passionnément, je lui expliquais mon cursus et il ordonnait plus de précisions, qu'est-ce que ce système de grandes écoles, qu'est-ce que j'avais parcouru. Notre déjeuner copieux avait à peine été commencé que les formations de

Les textes de Lola

l'après-midi commençaient, mais il nous fallut un seul regard complice pour nous accorder sur le fait qu'on s'absenterait.

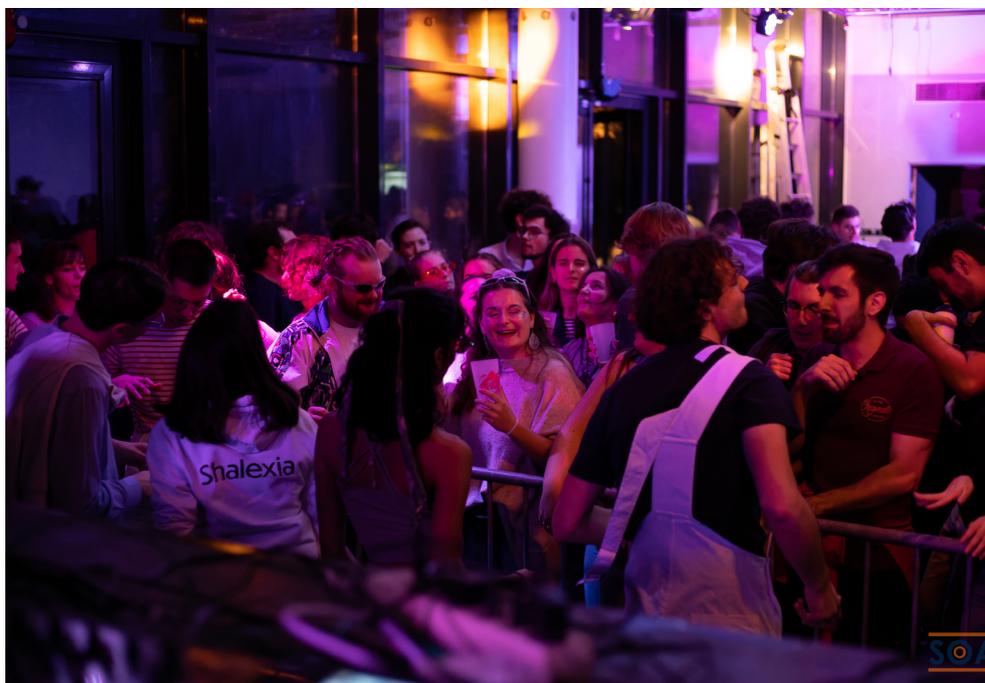
On a décidé de profiter du soleil d'hiver et du chemin côtier qui s'offraient à nous. Notre discussion, ininterrompue depuis la séance d'anglais, commençait à devenir de plus en plus personnelle. De nos parcours on est arrivés à nos goûts, de nos goûts à nos passions, de nos passions à nos désirs. Il me racontait en détail cette période où, sans le sou, il avait dû travailler pour un centre d'art à Montréal afin de pouvoir finir ses mois. Ses journées s'étalaient de 6h du matin jusqu'à 23h le soir, mais il disait n'avoir jamais été aussi heureux de sa vie. Crevé, mais heureux. Comment ? J'assistais gratuitement à une pièce de théâtre toutes les semaines, il me disait, et j'avais la chance de rencontrer tous les artistes derrière les coulisses au concert. Y en a c'est des sacrés connards ! S'exclamait-il. Et comment ça ? Je buvais ses paroles comme la plus belle mélodie que j'aie entendu depuis des siècles.

Je me sentais bête d'être aussi obnubilé par lui, mais il avait cette profondeur dans son regard, dans son discours, dans sa voix. Je me sentais presque frémir. Ridicule, j'avais l'impression d'avoir été téléporté au collège, quand j'admirais les terminales courir dans le stade. Malgré la consternation que provoquait cette attraction absolue, elle restait délicieuse. Je ne souhaitais qu'une chose : me rapprocher de plus en plus vers lui. Enfin, j'avais l'air de lui plaire aussi. Au fil du soleil couchant, ses paroles s'emplissaient de compliments, enfouis dans des tournures de phrases magnifiques. La nuit tombait mais j'étais ébloui, je n'avais jamais été face à un homme comme lui, Nazim ■





Retour sur Novembre





Cher Paraxial,

Depuis les débuts, déjà prometteurs, je n'ai cessé de lire les articles écrits par les jeunes journalistes en herbe de l'Institut d'Optique (et d'autres horizons depuis quelques numéros), me permettant ainsi d'en savoir un peu plus sur les sujets qui les intéressent.

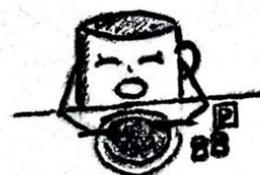
Avec cette proximité croissante, je ne sais pas si je dois vous tutoyer ou te vouvoyer, cher Paraxial. Certaines personnes, d'une génération presque dinosauresque, diraient que le tutoiement est une grande marque d'irrespect envers les autres. Cela est d'autant plus vrai dans le domaine de l'enseignement, où il n'est pas envisageable qu'un élève tutoie son enseignant.e. L'inverse, d'ailleurs, est-il aussi tout aussi "interdit" ?

Mais ne respectons-nous donc pas nos amis ? Ou nos collègues de travail "proches" ? Car il est peu probable que vous vous adressiez à cette catégorie de personnes par le vouvoiement. A contrario, les personnes soi-disant dotées d'autorités ou de responsabilités plus élevées que les vôtres ont-elles plus votre respect parce que vous les vouvoyez ? Dire simplement bonjour à quelqu'un quand on le croise, lui rendre un sourire, lui demander de ces nouvelles ne sont-ils pas déjà les premiers éléments qui montrent aux autres qu'on les accepte et qu'on leur montre un intérêt ?

Et d'ailleurs, dois-je t'appeler Monsieur ? Madame ? Car je ne connais pas ton prénom, cher Paraxial... Et en ces temps où l'identité et le genre ont enfin trouvé à faire parler d'eux et où cette génération se pose enfin les bonnes questions, n'est-il pas l'occasion de se demander si appeler ces "créatures" si étranges et "respectables" (que sont ces êtres dotés de super-pouvoirs hiérarchiques) par ces ancestrales appellations ne froisserait pas au passage leur quête d'identité et leur besoin de réponses ?

Alors oui, cher Paraxial, ce sont toutes ces questions qui me chagrinent actuellement... C'est pourquoi je m'en remets à toute ta sagesse et à ta communauté pour éclairer mes lanternes... (je crois finalement avoir choisi mon camp... et pourtant je ne te manquerai jamais de respect, cher Paraxial)

Une lectrice anonyme



Dessins de la tassaxiale,
la tasse du Paraxial par
Gabriel Morel (P26)

