

## Conférences de mathématiques à l'UPJV

À l'invitation de M. Fabien Durand, président de la SMF (société mathématique de France), des élèves du lycée Cassini ont eu le privilège d'assister, le 4 juin 2024, à des conférences de mathématiques à l'UPJV (Université de Picardie Jules Verne).

C'est ainsi que 15 élèves de seconde, première et terminale, accompagnés de leurs enseignants, ont été accueillis dans les locaux de l'UFR de mathématiques d'Amiens, au pôle Citadelle, pour profiter des conférences « grand public » organisées par Samuel Petite, directeur de l'IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) d'Amiens.

En préambule à la conférence, Rémi Coulon, chercheur à l'Université de Dijon, a présenté différents outils pédagogiques (kits mathématiques, site web, Fabrikathon) permettant de créer, de mutualiser et de mettre à disposition des enseignants des supports et des activités pour découvrir les mathématiques de manière concrète, autrement qu'en suivant le programme scolaire. Ces outils permettent de jouer avec des objets mathématiques et de voir que les mathématiques sont belles. Par exemple, un pavage de Penrose réalisé dans de beaux matériaux, avec des machines à commandes numériques, est un véritable objet de décoration !

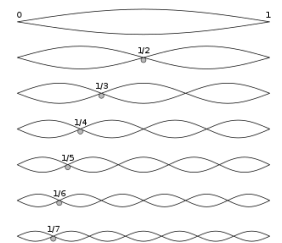


La conférence en elle-même s'inscrivait dans un cycle d'exposés intitulé initialement « Un texte un mathématicien » qui est devenu maintenant « Un texte, une aventure mathématique » pour donner toute leur place aux femmes et pour prendre en compte l'investissement collectif grâce auquel la recherche est féconde.

L'intervenante du jour, Virginie Bonnaille-Noël, est une mathématicienne spécialiste de l'analyse numérique. Ses thèmes de recherche concernent les équations aux dérivées partielles, l'analyse asymptotique, spectrale et numérique de problèmes issus de la physique ou de la mécanique.

Pendant que la conférencière préparait son intervention, le public, réuni dans l'amphithéâtre Simone Veil, a découvert le sujet « Peut-on entendre la forme d'un tambour ? », accompagné d'une photo d'un tambour de type africain. Cela a suscité chez les élèves un certain nombre de questions sur la forme d'un tambour (existe-t-il des tambours carrés ? rectangulaires ?) et sur la nature du son que peut produire un tambour, en lien avec sa taille.

Au début de son exposé, Virginie Bonnaille-Noël a rappelé la nature ondulatoire du son, puis présenté l'expérience de Melde (physicien allemand du 19<sup>ème</sup> siècle) sur les cordes vibrantes. Ses travaux mettent en évidence les situations d'interférence sur une corde soumise à une vibration de fréquence donnée et définissent les conditions d'apparition d'ondes stationnaires.



Pour illustrer concrètement ce phénomène de résonance, la mathématicienne a évoqué deux catastrophes historiques de rupture d'un pont :

- Le pont de la Basse-Chaîne à Angers, achevé en 1838, dont la rupture en 1850 provoqua la mort de 220 soldats qui le traversaient lors d'une revue militaire
- Le pont de Tacoma dans l'État de Washington aux États-Unis qui s'effondra en 1940 sous l'effet des oscillations provoquées par le vent.

Ensuite, l'auditoire a été captivé par la présentation des figures de Chladni. Il s'agit de motifs géométriques obtenus en plaçant du sable sur une plaque de verre que l'on met en vibration au moyen d'un archet frotté sur le bord de la plaque. Sous l'excitation de l'archet le sable se déplace depuis les zones de forte vibration vers les zones où elle est moins forte, voire nulle, formant ainsi des figures géométriques attribuées au savant allemand Ernst Chladni (1756 – 1827). Ce phénomène a été modélisé entre 1811 et 1816 par la mathématicienne française Sophie Germain (1776 – 1831).



Pour revenir au sujet « Peut-on entendre la forme d'un tambour ? », il s'agit d'une question formulée par Mark Kac, mathématicien d'origine polonaise (1914 – 1984) émigré aux États-Unis en 1937.

Virginie Bonnaillie-Noël a expliqué que ce problème complexe avait été décomposé et étudié par divers mathématiciens, comme Hermann Weyl (1885 – 1955) et Ake Pleijel (1913 – 1989) qui ont démontré plusieurs résultats partiels.

Les travaux des chercheurs ont permis d'établir qu'il est possible de déterminer, à partir des fréquences propres, l'aire et le périmètre d'un tambour ainsi que les dimensions d'un tambour rectangulaire, triangulaire et trapézoïdal non obtus. On peut aussi déterminer si le tambour est circulaire ou présente des coins.

Il a également été démontré que des tambours aux sons similaires ne sont pas nécessairement identiques. Mais les contre-exemples mis en évidence –polygonaux, non convexes, en dimension 16 – sont des objets mathématiques abstraits et non des tambours pour faire de la musique !

À la fin de son exposé, Virginie Bonnaillie-Noël a été chaleureusement applaudie pour cette conférence d'un niveau soutenu et pour sa présentation très bien documentée et illustrée.

La conférence a été suivie d'une séance d'échanges avec le public ; les élèves n'ont pas hésité à intervenir avec deux questions intéressantes formulées par Louka et Enzo pour savoir si le problème étudié concernant les tambours pouvait être étendu à d'autres instruments ou à l'identification de personnes à partir de leur voix.

Sur le chemin du retour, les élèves ont livré leurs impressions, mettant bien sûr en évidence la difficulté à comprendre l'intégralité de l'exposé, mais retenant aussi l'intérêt de l'expérience :

- Pour Kayané, qui est musicienne, la conférence était captivante et lui a permis de faire le lien entre les mathématiques, la physique et la musique ;
- En écoutant la conférence, Margaux également musicienne, a eu l'idée d'un sujet pour le grand oral du bac ;
- Antoine, élève de seconde, a pris conscience que la frontière entre les maths et la physique est mince et cela le motive pour la suite de ses études ;
- Sixtine quant à elle, a été sensible à la démarche de réflexion scientifique qui conduit à un découpage du problème pour obtenir des réponses partielles.

Pour nous, les professeurs, cette journée a apporté des informations intéressantes, tant sur le plan pédagogique que culturel, et nous remercions chaleureusement M. Samuel Petite qui est à l'initiative de ce colloque et M. Fabien Durand pour son invitation. Merci également aux organisateurs et aux intervenants des conférences, ainsi qu'à Mme Oligeri, proviseure du lycée, qui a favorisé l'organisation de cette sortie pédagogique enrichissante pour tous.



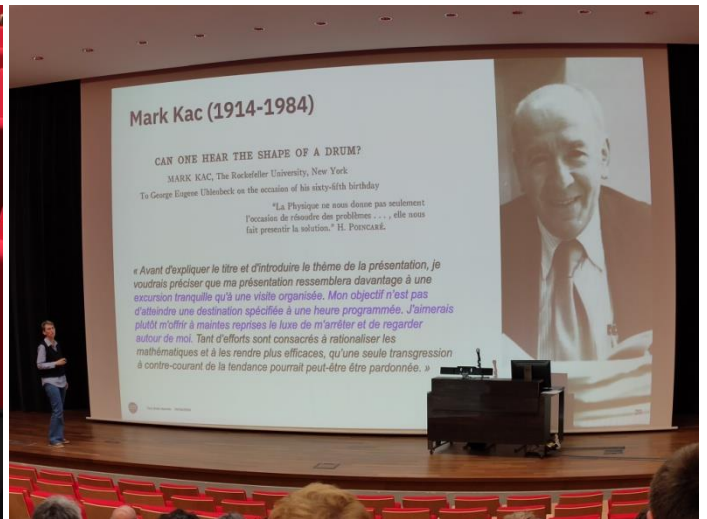
Des maths, toujours des maths, même pendant la pause...



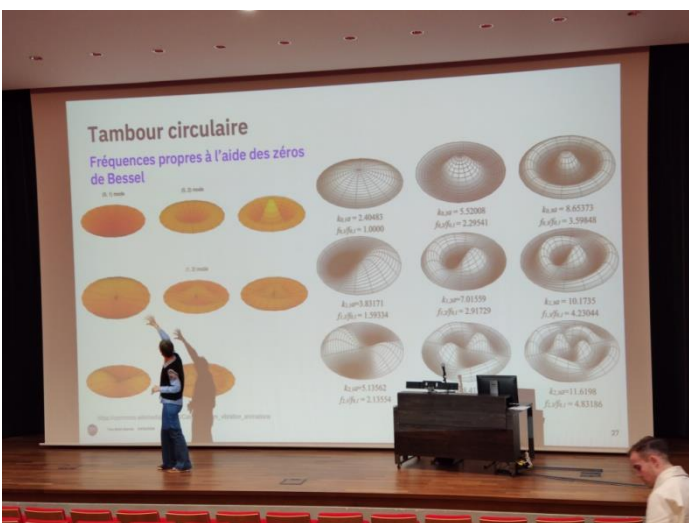
Les élèves de seconde ont comparé l'architecture de la Citadelle avec celle de Doullens qu'ils ont visitée lors du voyage avec M. Vin



Les sièges de l'amphi sont tellement plus confortables que les chaises du lycée !



Le sujet de la conférence a été formulé pour la première fois par Mark Kac, dans une publication de 1966



De belles illustrations aident à visualiser les concepts présentés



Une dernière photo, avec les profs, avant de quitter la Citadelle