Catalogue des actions de diffusion/vulgarisation des mathématiques proposées par l'Institut de Mathématiques de Bourgogne et l'IREM de Dijon aux établissements du secondaire

Ce catalogue liste les actions de diffusion/vulgarisation des mathématiques proposées par les membres de l'Institut de Mathématiques de Bourgogne et l'IREM de Dijon à destination des élèves du secondaire. Ces actions peuvent prendre la forme d'un atelier, d'un exposé ou d'une conférence.

Les demandes d'intervention sont à envoyer à l'adresse courriel : `pop.math@u-bourgogne.fr`.

Table des matières

Bulles de savon et optimisation

Public visé : de la 4^{e} à la 2^{de},

Format : exposé/atelier,

Durée : 1 heure,

Intervenants : Lucy Moser-Jauslin, Arnaud Rousselle,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Quand on plonge un cadre métallique dans une solution de savon, le liquide forme une surface, avec bord sur le cadre, qui est d'aire la plus petite possible. On appelle une telle surface minimale. Ces surfaces ont été étudiées depuis plusieurs siècles par les mathématiciens. Il s'agit d'un exemple fondamental de la démarche mathématique : trouver une solution optimale pour un problème avec des contraintes données.

PLATEAU (1801-1883) a étudié les surfaces minimales de bord imposé de manière expérimentale avec des solutions de savon. Dans cet exposé, nous allons faire des expériences avec quelques cadres particuliers pour illustrer des propriétés des surfaces minimales à bord imposé.

Un exemple préliminaire consiste en une étude de chemins dans le plan. Au début de XIX^{e} siècle, le géomètre STEINER a posé et résolu le problème suivant :

Comment joindre trois villes par un système de chemins tel que la distance totale des chemins soit aussi petit que possible ? On peut démontrer la réponse théorique avec la géométrie du plan. On peut aussi voir la solution à ce problème et des généralisations par les expériences avec des films et des bulles de savon.

Les bulles de savon nous permettent aussi de visualiser les solutions d'autres problèmes variationnels plus compliqués ; on obtient des surfaces dans l'espace à trois dimensions.

Géométrie et horizon

Public visé : à partir de la 3^{e},

Format : conférence,

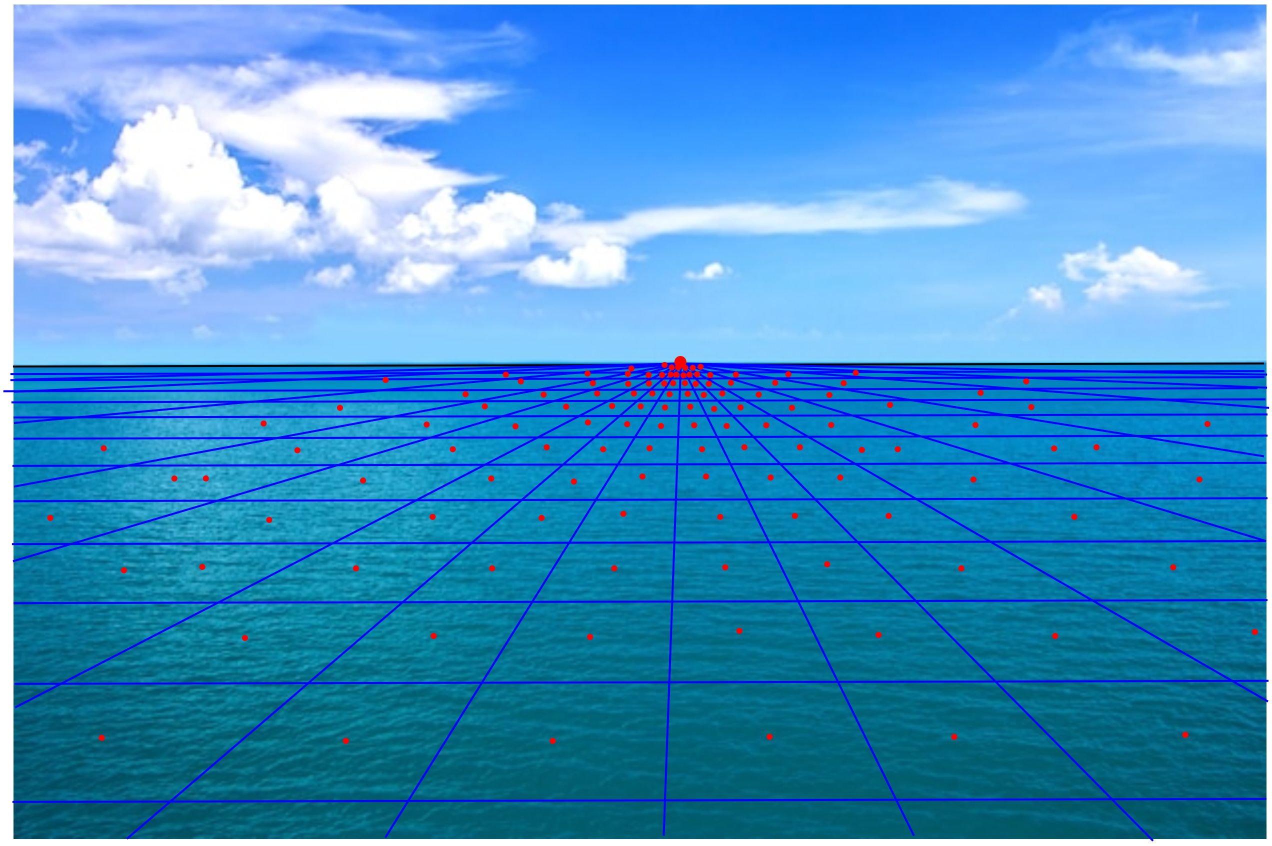
Durée : 1 heure,

Intervenant : Luis Paris,

Zone géographique : Côte d'Or (ou sur demande motivée),

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

L'horizon peut être une réalité pour certains ou un concept pour d'autres, mais il a un sens très précis en mathématiques : c'est le bord à l'infini. Le monde ou les mondes mathématiques, les géométries en particulier, ne sont pas que platitude. ils ont des courbures, des dimensions, des branchements, des retours, et chacun possède son bord à l'infini, son horizon, et son histoire. Cette conférence tentera de vous expliquer ces géométries et leurs horizons.



La fortification géométrique

Public visé : à partir de la 4^{e},

Format : exposé suivi éventuellement d'un travail sur les textes originaux,

Durée : 1 heure (exposé),

Intervenants : Frédéric Métin,

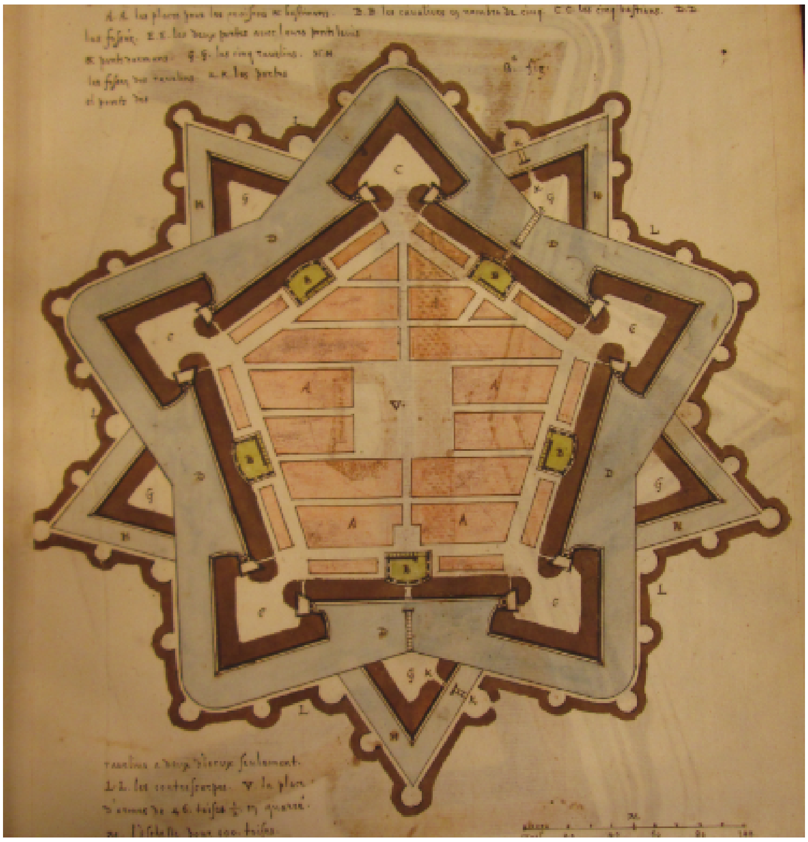
Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

Depuis que la violence existe, les groupes humains cherchent à se protéger de leurs ennemis, si possible sans avoir à les combattre. De la construction des palissades et des châteaux-forts à celle des citadelles et des enceintes urbaines, il s'agit toujours de se mettre à l'abri des agressions derrière de solides remparts.

Mais la technique des fortifications doit toujours s'adapter aux évolutions technologiques de l'attaque ; la mise au point de canons fiables à la fin du XV^{e} siècle en Europe a engendré une géométrisation de la fortification bien avant l'avènement de Vauban.

Après les architectes italiens, le principal artisan de cette géométrisation fut Jean Errard de Bar-le-Duc, ingénieur principal de Henry IV, à travers son chef d'œuvre, *La fortification réduite en art et démontrée*, publié en 1600 à Paris. Les architectes militaires de toute l'Europe suivront Errard en améliorant ses constructions et en les adaptant aux nouvelles techniques de la guerre de siège. C'est toujours en termes de mesure des longueurs et des angles qu'ils chercheront à justifier leurs méthodes, mettant ainsi la géométrie au cœur de leur argumentation.

La fortification allait alors devenir une discipline scolaire à part entière, pour les jeunes nobles destinés aux métiers des armes. L'enseignement des mathématiques lui dont donc une partie de son essor au XVII^{e} siècle.



Le constructeur universel d’équations

Public visé : classes de 3^{e} et 2de,

Format : exposé/atelier,

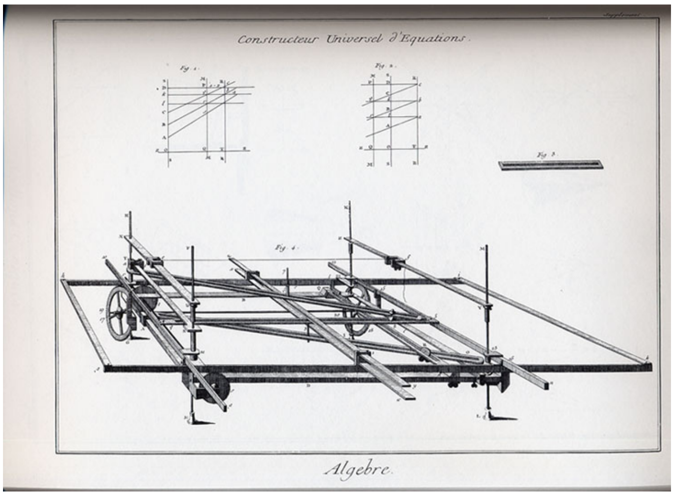
Durée : 1 heure,

Intervenants : Sébastien Leurent, Arnaud Rousselle,

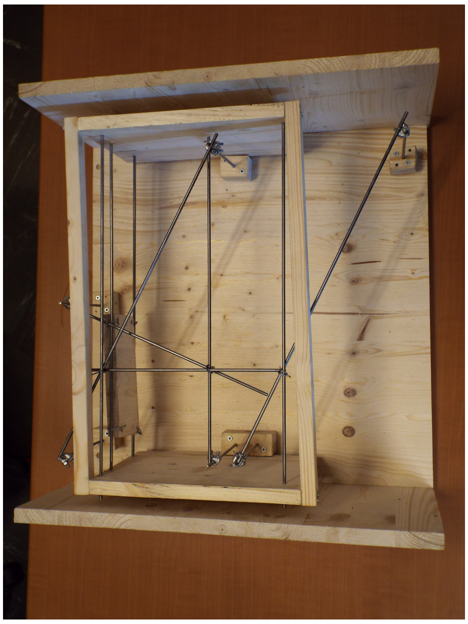
Possibilité d’intervention en visio-conférence : non.

Il s’agit d’une présentation du *Constructeur Universel d’Équations* décrit dans l’*Encyclopédie* de Diderot et d’Alembert et attribué à Segner. Celui-ci permet théoriquement de tracer mécaniquement la courbe représentative de tout polynôme sur un intervalle prescrit.

L’exposé inclura des motivations et une contextualisation historique, la description du fonctionnement de cette machine et la preuve de son fonctionnement, basée sur des utilisations successives du Théorème de Thalès. On s’intéressera également à la façon dont était écrites les mathématiques à l’époque des Lumières et aux difficultés de la réalisation pratique du constructeur. La séance se terminera avec la manipulation d’une version "réelle" de la machine permettant de tracer la courbe représentative un polynôme du second degré.



Comme prolongement, il est possible de faire travailler les élèves sur la conception de versions virtuelles de la machine, par exemple sous GeoGebra, pour le tracé des courbes de polynômes de degrés plus élevés.



Les débuts de l'algèbre moderne : le théorème fondamental d'Albert Girard

Public visé : classes de 1^{re} et terminale, enseignants,

Format : exposé suivi éventuellement d'un travail sur les textes originaux,

Durée : 1 heure (exposé),

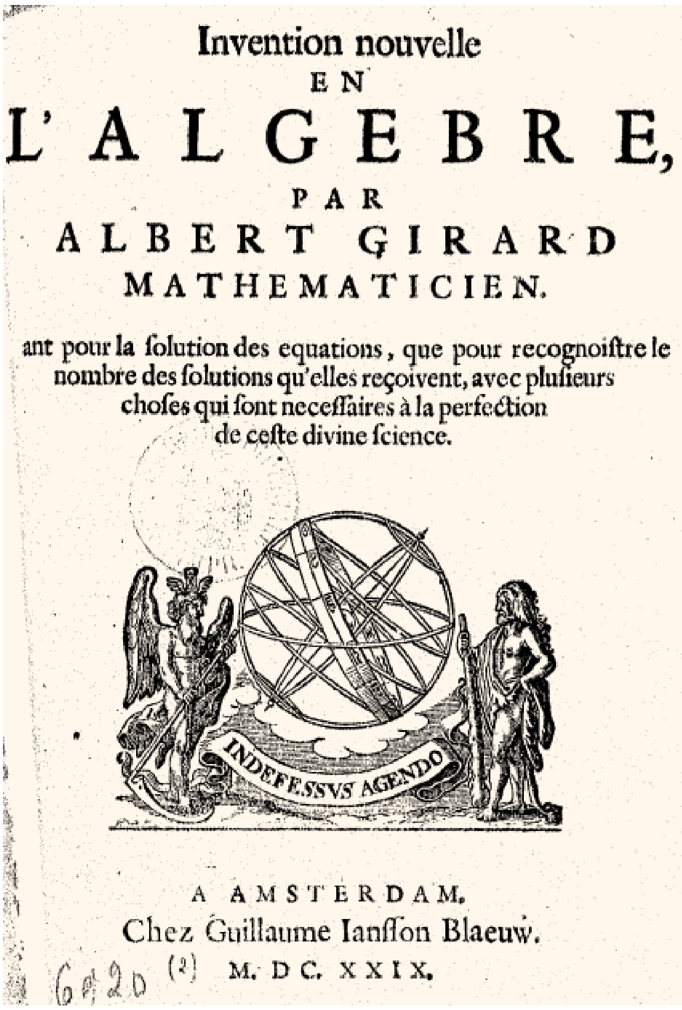
Intervenants : Frédéric Métin,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

L'histoire de l'algèbre est marquée par le tournant décisif que lui a fait prendre François Viète à la fin du XVI^{e} siècle particulièrement par son invention de nouvelles notations et l'utilisation qu'il en a faite dans la résolution des équations.

Son contemporain Albert Girard est un auteur bien moins connu, mais dont l'œuvre reste importante pour la diffusion des mathématiques nouvelles dans l'Europe du premier XVII^{e} siècle. Né à Saint-Mihiel en 1595, probablement élevé à Metz, Girard fait l'essentiel de sa carrière en Hollande. On trouve sa trace à Amsterdam, où il se marie en 1614, puis à Leyde à partir de 1617, en tant qu'étudiant à la fameuse école d'ingénieurs fondée par Simon Stevin.

Girard est l'un des premiers auteurs à avoir formulé, dans son *Invention nouvelle en l'algèbre* (1629), le théorème fondamental de l'algèbre, à une époque où un Descartes refusait encore les solutions négatives des équations. Son traité qui regorge d'exemples originaux nous mène d'un exposé virtuose des techniques de calcul sur les radicaux à l'expression générale du théorème fondamental de l'algèbre tenant évidemment compte des racines imaginaires, ainsi qu'une justification géométrique stupéfiante des racines négatives.


Invention nouvelle
EN
L'ALGEBRE,
PAR
ALBERT GIRARD
MATHEMATICIEN.
ant pour la ſolution des equations, que pour recognoiſtre le nombre des ſolutions qu'elles reçoivent, avec pluſieurs choſes qui ſont neceſſaires à la perfection de ceſte divine ſcience.

A AMSTERDAM,
Chez Guillaume Ianſſon Blaeuw.

M. DC. XXIX.

Les quatre couleurs

Public visé : à partir de la 3e,

Format : conférence,

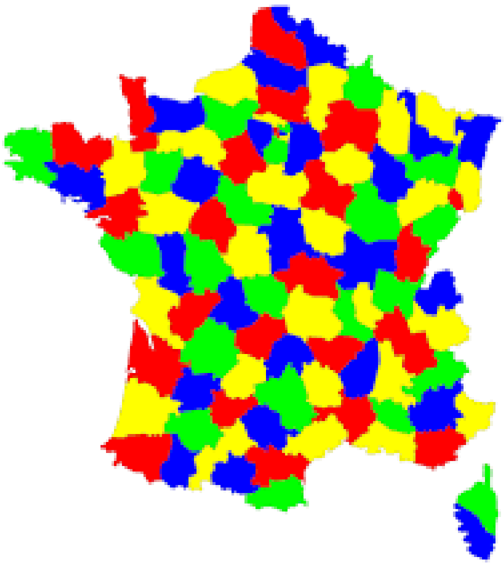
Durée : 50 minutes,

Intervenant : Luis Paris,

Zone géographique : Côte d'Or (ou sur demande motivée),

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

De combien de couleurs a-t-on besoin au minimum pour colorier n'importe quelle carte géographique, avec la contrainte que deux pays partageant une frontière commune doivent être coloriés de couleurs différentes ? Cette question fut posée pour la première fois en 1852 par Francis Guthrie, mathématicien et botaniste sud-africain. La réponse à cette question simple a mis plus d'un siècle à venir. En 1976, Kenneth Appel et Wolfgang Haken démontrent que quatre couleurs suffisent. Leur démonstration fut faite avec l'assistance d'un ordinateur et ce fut une première en mathématiques. D'autres démonstrations assistées par ordinateur suivront, mais les scientifiques restent frustrés, voir divisés, sur la pertinence de l'utilisation d'un ordinateur pour faire des preuves. Il n'existe pas de démonstration « classique » de ce résultat à l'heure actuelle. Cet exposé a pour but d'expliquer l'histoire et les différentes facettes de cette question sur laquelle encore aujourd'hui des mathématiciens travaillent.



Lumière, Espace et Temps : une vision depuis le Cinéma

Public visé : à partir de la 4^{e},

Format : conférence,

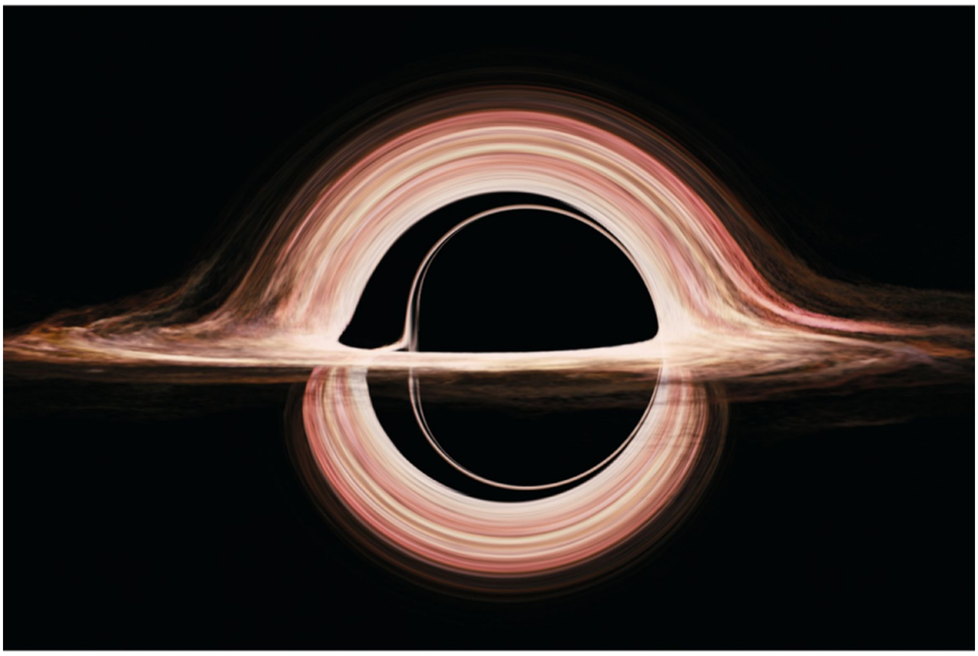
Durée : 1 heure,

Intervenant : Jose-Luis Jaramillo,

Zone géographique : Côte d'Or (ou sur demande motivée),

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Dans cet exposé on discutera les notions d'Espace et de Temps depuis une perspective physique, notamment suivant une approche dans laquelle la Lumière joue un rôle clé pour entrelacer Espace et Temps dans la notion (dite « relativiste ») de Espace-Temps. Pour parcourir les différents pas dans la construction de cette structure espace-temporelle, on utilisera des extraits des films de science-fiction qui illustrent les concepts fondamentaux. Entre autres, on parlera des conséquences de la vitesse finie de la lumière, du paradoxe des jumeaux de Langevin, du retardement gravitationnel du temps, des trous noirs et de trous de ver. L'exposé n'utilise pas des formules mathématiques, en illustrant les concepts graphiquement et d'une manière intuitive (mais tout-à-fait correcte).



Marches aléatoires en milieu aléatoire

Public visé : classes de 1^{re} et terminale,

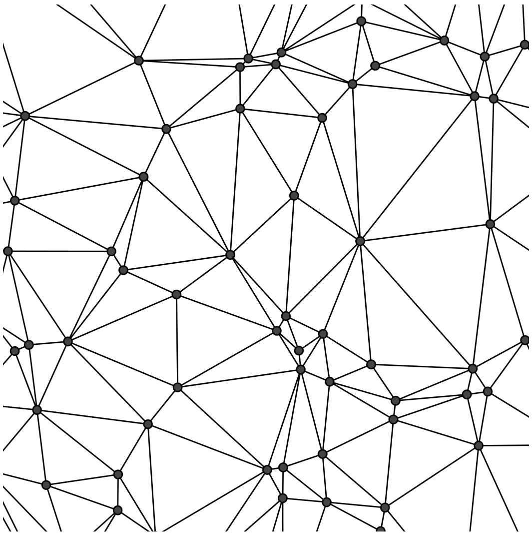
Format : conférence,

Durée : 2 heures (possibilité d'une version allégée en une heure)

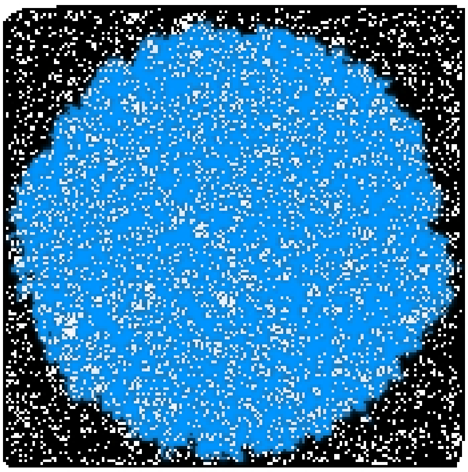
Intervenant : Arnaud Rousselle,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

Les marches aléatoires sont utilisées pour modéliser des trajectoires imprévisibles mais obéissant à certaines contraintes et au hasard dans de nombreux domaines tels que la physique, la biologie ou les télécommunications. Afin de fournir des modèles plus réalistes ou lorsqu'il n'est pas possible de décrire exactement le milieu dans lequel elles évoluent, il est aussi possible de considérer des marches aléatoire sur des milieux eux-mêmes aléatoires. Ces milieux peuvent être obtenus comme des perturbations aléatoires d'une grille ou à partir d'un nuage aléatoire de points et de règles de connexion basées sur la géométrie du nuage de points (par exemple mosaïque de Voronoïou triangulation de Delaunay).



On présentera, dans un premier temps, le cadre classique des marches aléatoires sur des réseaux fixés et on établira une analogie avec les réseaux électriques. Ensuite, des modèles de milieux aléatoires issus de la percolation et de la géométrie aléatoire seront présentés. Finalement, on discutera d'applications de ce domaine de recherche dans le cadre des télécommunications et d'un modèle de croissance utilisé pour analyser un processus de nettoyage de plaques métalliques par oxydo-réduction (électro-polissage, eau forte et corrosion).



Ondes Gravitationnelles : l'autre lumière du Cosmos

Public visé : à partir de la 4^{e},

Format : conférence,

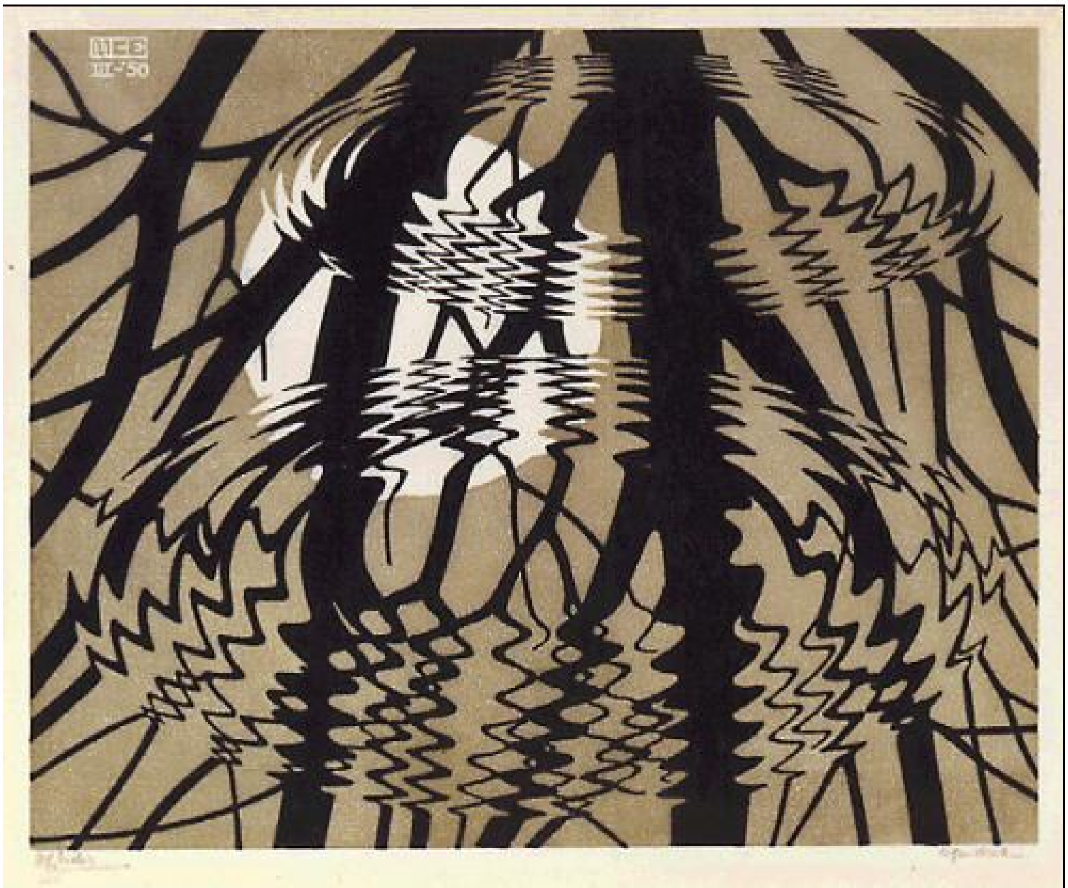
Durée : 1 heure,

Intervenant : Jose-Luis Jaramillo,

Zone géographique : Côte d'Or (ou sur demande motivée),

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Le 14 septembre de 2015, les deux antennes gravitationnelles LIGO détectaient pour la première fois une onde gravitationnelle, prédiction fondamentale de la Relativité Générale d'Einstein, justement 100 ans après sa formulation. Mais, que sont ces ondes gravitationnelles? Quelles sont leurs sources d'émission? Quel type d'information nous transmettent-elles? Et comment peut-on les détecter? Avec le recul pris depuis la première détection, dans cet exposé, nous partirons d'une présentation de la nature de ce type de rayonnement, pour continuer avec la description des principaux objets astrophysiques (comme les trous noirs) qui les émettent, et finir avec la discussion de l'utilisation d'un laser et de l'interférométrie pour leur détection. Les ondes gravitationnelles offrent ainsi une nouvelle fenêtre, complémentaire à celle de la lumière (ondes électromagnétiques), pour étudier les phénomènes les plus violents de l'Univers. Avec ces détections a commencé une nouvelle ère pour l'astronomie, pleine d'espoir de nouvelles découvertes et, sans doute, de grandes surprises pour notre compréhension de l'Univers.



Séquences d'ADN et jeu du Chaos

Public visé : à partir de la 1re,

Format : atelier/conférence pour des groupes de 15 élèves environ,

Durée : 1 heure 30

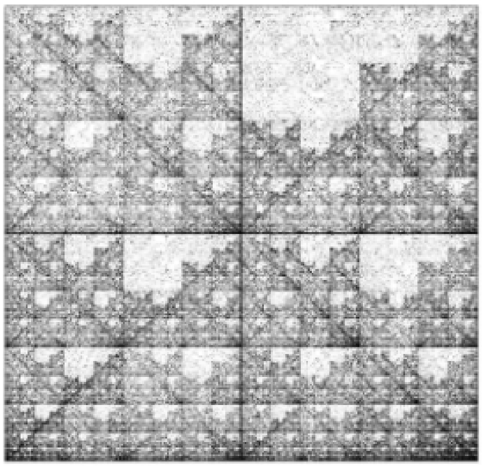
Intervenantes : Peggy Cénac-Guesdon, Catherine Labruère-Chazal,

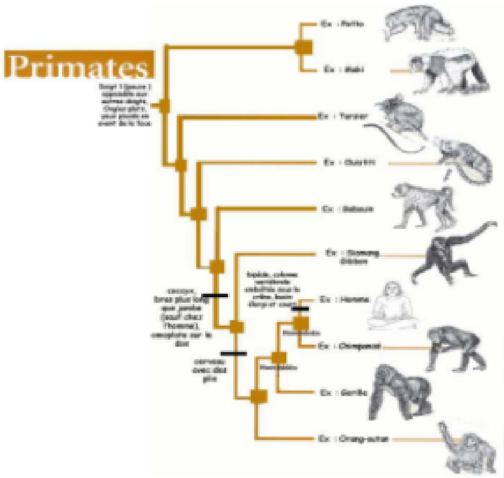
Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Depuis 2003, les scientifiques ont décodé le génome humain. La quantité d'information à stocker et à analyser est tellement grande qu'ils cherchent des moyens permettant de différencier et de classifier les séquences d'ADN constituant le génome humain. Un des outils utilisés par les chercheurs est la *Chaos Game Representation (CGR)*, représentation par jeu du chaos. L'objectif est de montrer aux élèves la définition de cet outil géométrique et son utilisation en recherche pour la génétique. Pour cela, on aborde, entre autres, la notion de modèle probabiliste de la structure de l'ADN et la CGR sert alors de test pour juger si le modèle est valable.

Déroulement de la séance :

- Dans la première partie, nous définissons la représentation géométrique d'une séquence d'ADN et la faisons construire sur feuille aux élèves.





- Dans la seconde partie, nous appliquons cette représentation à la construction d'arbres phylogénétiques et à la détection de maladies génétiques.

- Dans la troisième partie, nous décrivons plusieurs modèles probabilistes décrivant la succession des bases azotées d'une molécule d'ADN. Pour chacun de ces modèles, nous utilisons la CGR pour comparer la séquence simulée avec ce modèle à la vraie séquence.

Un nombre infini d'infinis

Public visé : à partir de la 5^e,

Format : deux séances de 50min (une séance de théorie et une séance d'applications et de discussion avec les élèves)

Durée : 1h40 (possibilité d'une version allégée de 50min pour les classes connaissant la notion de fonction)

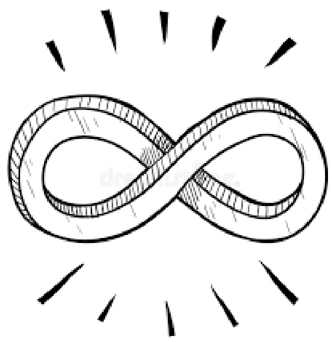
Prérequis : l'exposé peut s'adapter pour les classes n'ayant pas vues la notion de fonction ou de nombre réel

Intervenant : Ioannis Iakovoglou,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Depuis l'Antiquité la notion d'infini a été au centre de nos intérrogations philosophiques, théologiques, scientifiques ; au centre de notre vision du monde. Est-ce notre Univers infini ? Peut-on décomposer la matière en un nombre infini d'éléments ?

Ce n'est donc pas une surprise que l'infini se retrouve avoir un rôle privilégié dans la science Mathématique. L'ensemble des nombres entiers $\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, ...\}$ est infini tout comme l'ensemble des nombres réels. Mais les entiers font partie des nombres réels, c'est ainsi qu'on pourrait dire que les nombres réels sont plus infinis que les nombres entiers !



Combien d'infinis existent en Mathématiques ? Le mathématicien Georg Cantor(1845-1918) propose dans sa théorie des ensembles une manière de mesurer les infinis ; une manière mathématique pour établir qu'un infini est plus grand qu'un autre et il en conclut que le nombre d'infinis est infini !

Dans cet exposé, on propose dans un premier temps traduire la démarche de Cantor en termes simples et dans un deuxième temps essayer de montrer avec les élèves et discuter quelques-unes de ses applications qui peuvent sembler contre-intuitives : deux cercles de rayons 1 et 2 ont le même nombre de points (paradoxe de Scot), l'ensemble des entiers $\mathbb{N}$ et des entiers privés de zéro $\mathbb{N} - \{0\}$ ont le même nombre d'éléments, etc.

Liste des interventions pour les classes de 5^e

Liste des interventions pour les classes de 4^e

Liste des interventions pour les classes de 3^e

Liste des interventions pour les classes de 2^{de}

Liste des interventions pour les classes de 1^{re}

Liste des interventions pour les classes de terminale