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

Bienvenu dans le monde étrange de la géométrie non-euclidienne

Public visé : à partir de la 2^{de},

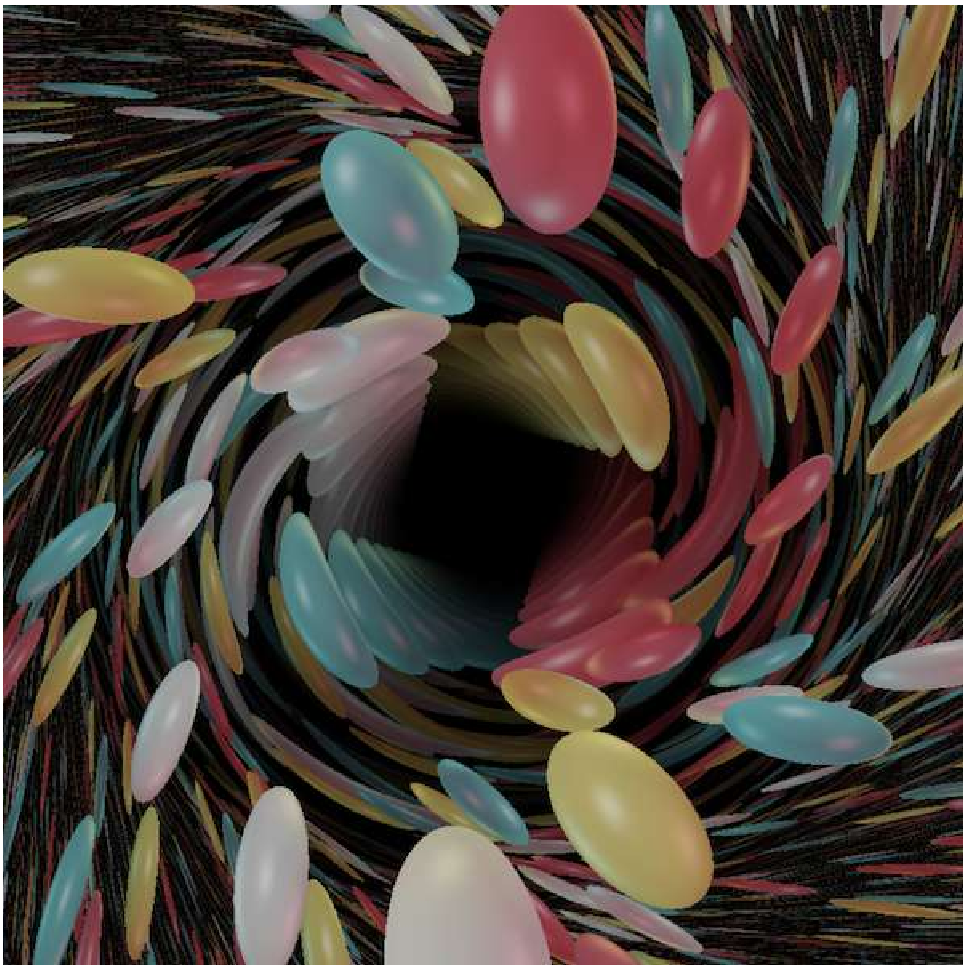
Format : exposé/questions,

Durée : 1 heure,

Intervenants : Rémi Coulon,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Les Éléments" d'Euclide sont l'un des plus anciens textes complets de mathématiques grecques qui nous est parvenu. Symbole de la géométrie, ce texte a eu une influence considérable pendant des siècles. Toutefois, au XIXème siècle, des mathématiciens ont découvert qu'il existe d'autres cadres possibles pour faire de la géométrie, dans lesquels les résultats d'Euclide ne s'appliquent plus ! Dans ces "mondes" la lumière ne se déplace plus en ligne droite, bouleversant ainsi notre perception visuelle. Dans cet exposé, on explorera ce qu'on verrait si l'on vivait dans une de ces géométries non-euclidiennes. Cette promenade sera l'occasion d'explorer leurs propriétés (parfois déroutantes) ainsi que leurs applications.



Bulles de savon et optimisation

Public visé : de la 4^{e} à la 2de,

Format : exposé/atelier,

Durée : 1 heure,

Intervenants : Benoît Chanceaux, Clara Feurtet, 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.

Fractales, hasard et dimensions : toute une dynamique!

Public visé : à partir de la 4^{e},

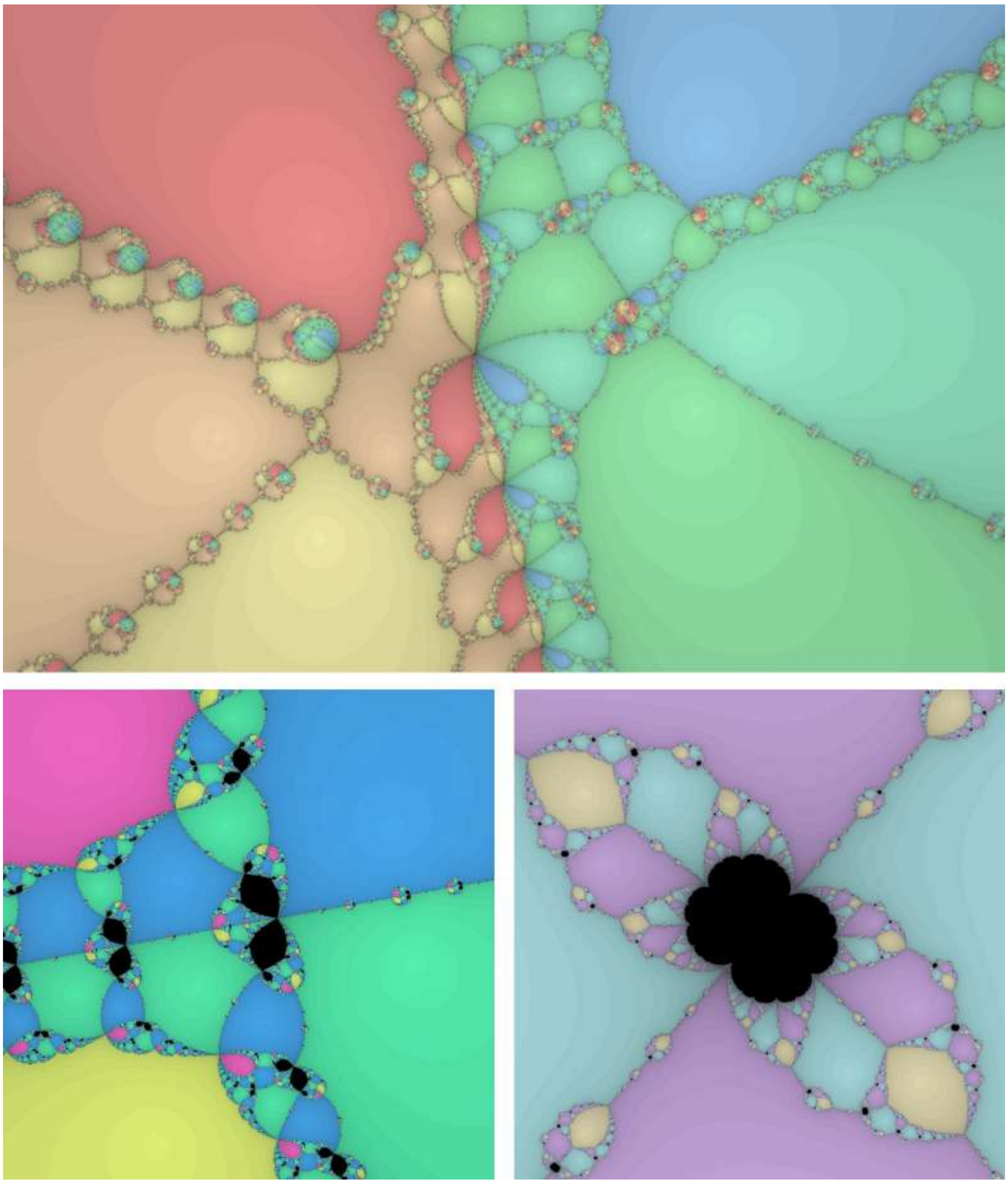
Format : exposé/atelier,

Durée : 1 heure,

Intervenants : Johan Taflin,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Le but de cet exposé est de présenter des situations simples où le hasard crée de la régularité et d'autres où le chaos émerge du déterminisme. En chemin, nous croiserons (dans le désordre et si le temps le permet) des fractals, leurs dimensions, Schrödinger, pi, Newton et des pliages de pentagones.



Géométrie et horizon

Public visé : à partir de la 3^e,

Format : conférence,

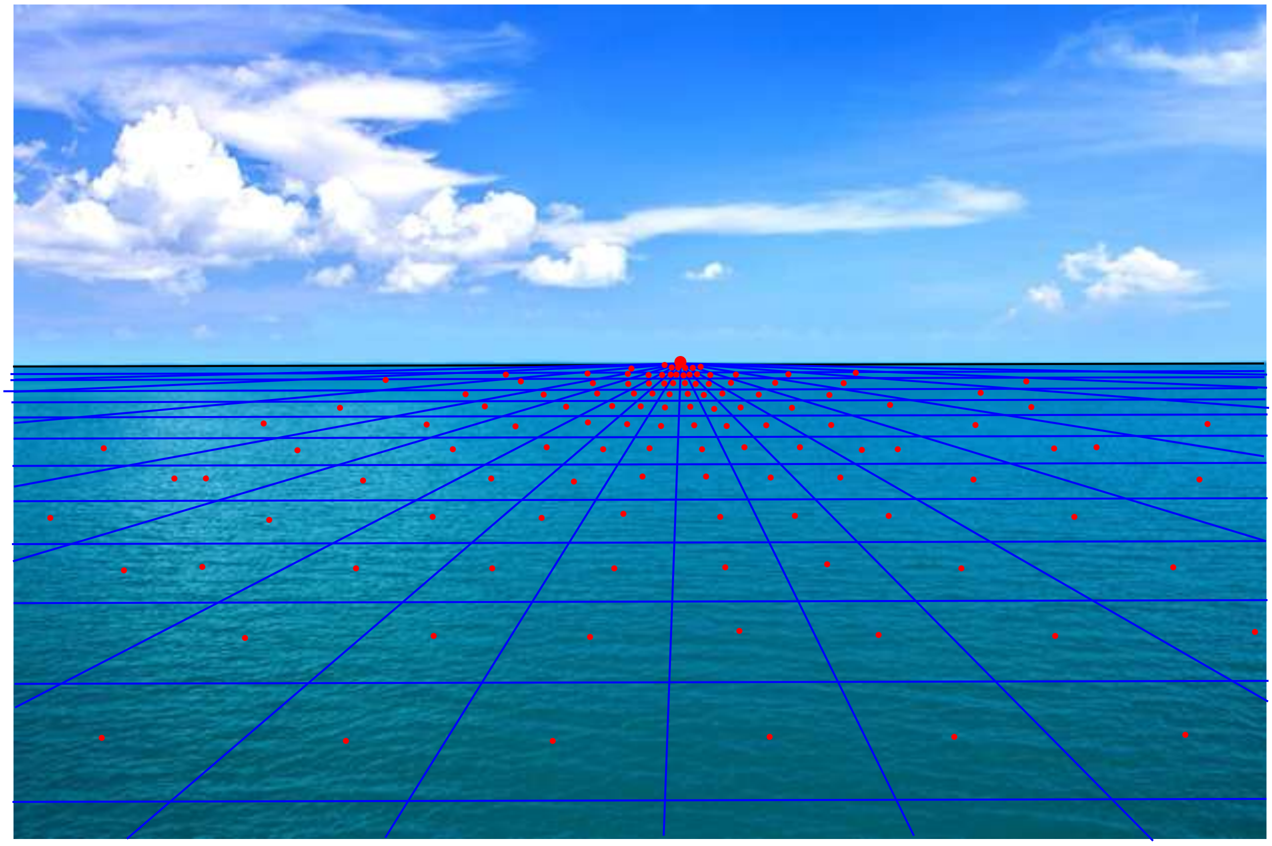
Durée : 1 heure,

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,

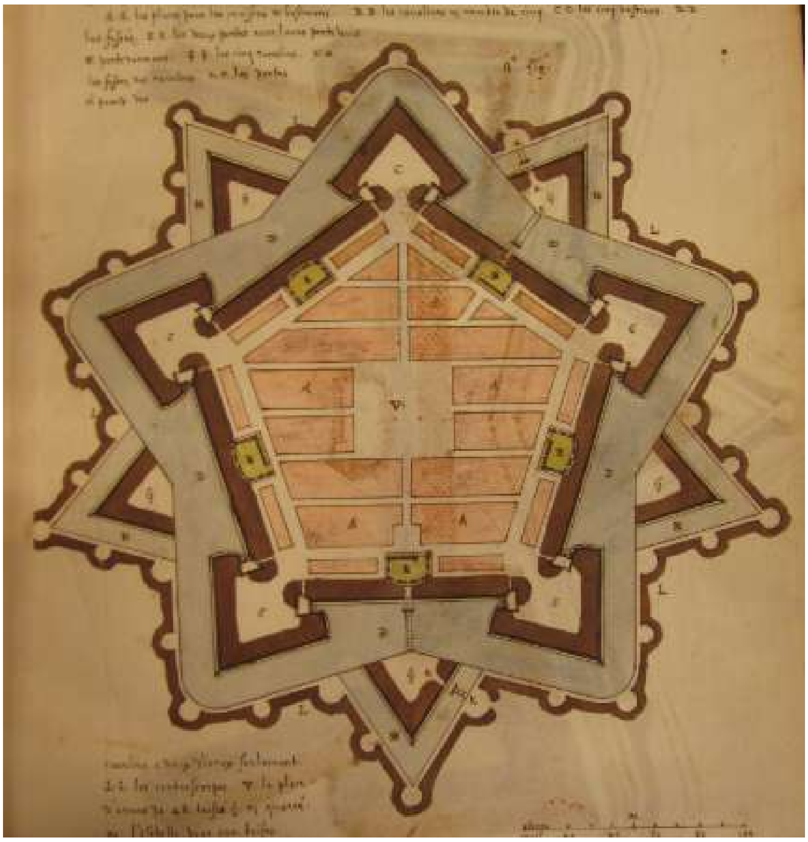
Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

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.



La loi normale : la reine de l'aléatoire

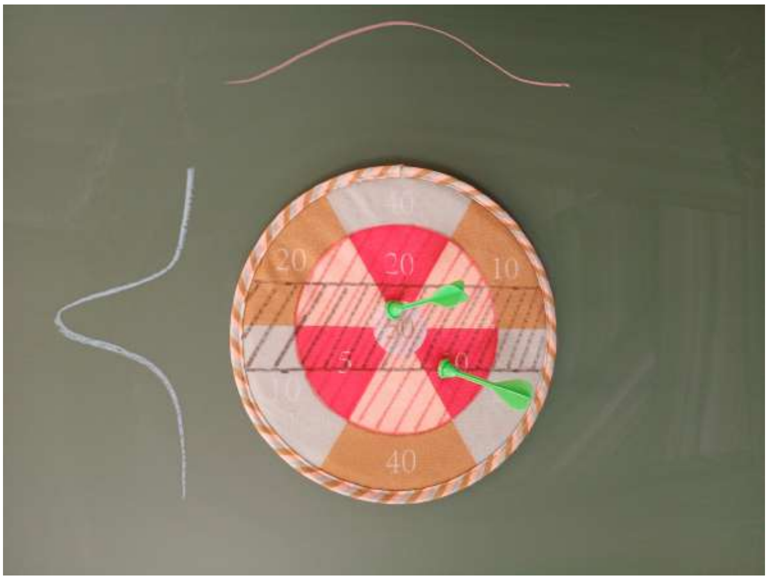
Public visé : à partir de la 2de,

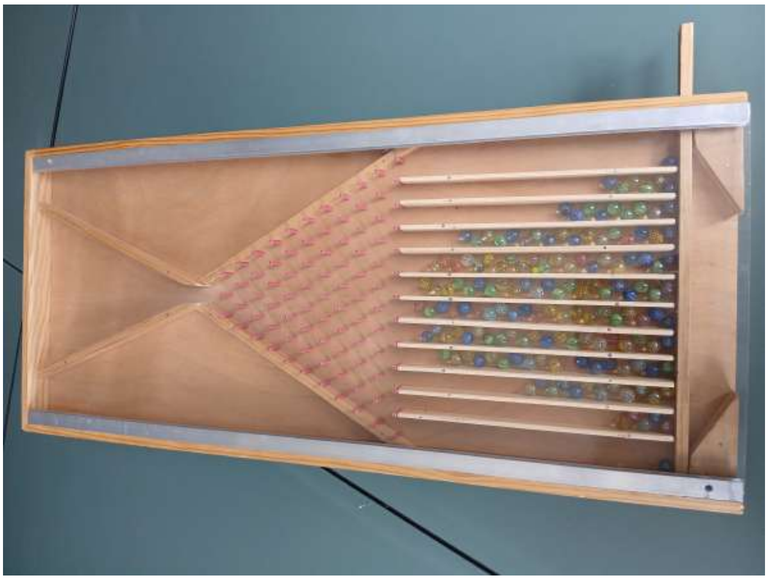
Format : conférence,

Durée : 50 minutes,

Intervenants : Thibaut Duboux, Patrick Tardivel,

L'objectif de l'atelier pédagogique « La loi normale : la reine de l'aléatoire » est d'illustrer, à partir du jeu de hasard pile ou face et d'une planche de Galton, comment la loi normale émerge naturellement comme limite de la loi binomiale. Une attention particulière est portée à l'aspect historique des travaux d'Abraham De Moivre et à une application récente : l'inégalité de corrélation gaussienne, démontrée par Thomas Royen en 2014. Un poster associé à cet atelier est en ligne au lien `https://scholar.google.fr/citations?view_op=view_citation&hl=fr&user=Wy-gDV0AAAAJ&citation_for_view=Wy-gDV0AAAAJ:pqnbT2bcN3wC` et une description complète est disponible sur KITS MATHÉMATIQUES : `https://kits.math.cnrs.fr/activites/la-loi-normale-la-reine-de-laleatoire`.





La symphonie des cercles circonscrits

Public visé : à partir de la 5^{e},

Format : conférence,

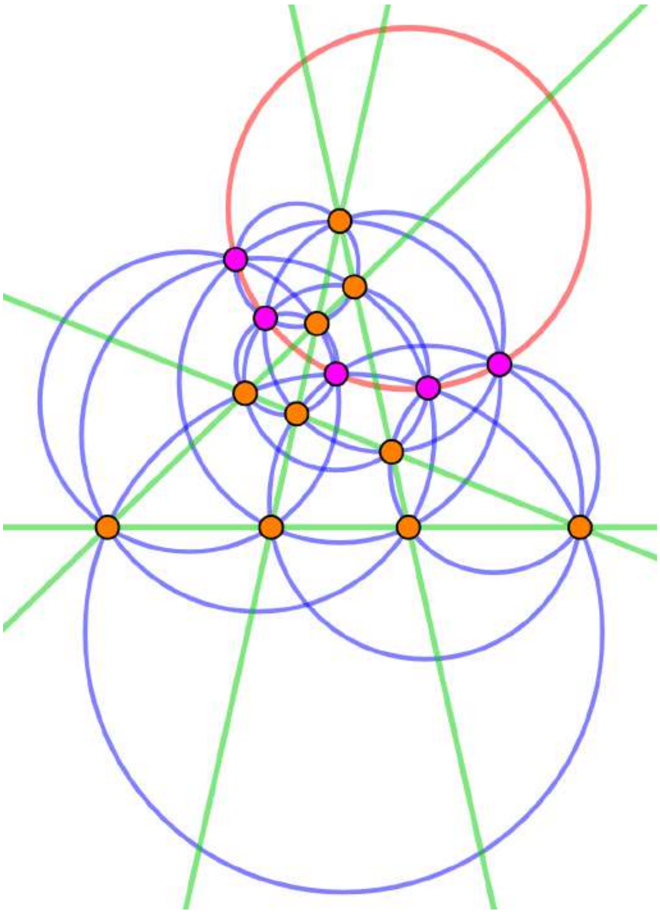
Durée : 45 minutes,

Intervenants : Benoît Chanceaux, Clara Feurtet, Frédéric Métin, Patrick Tardivel,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

Cette présentation est basée sur un article publié dans CultureMath et sur une vidéo disponible sur Youtube.

Trois droites en position générale (c'est-à-dire, deux d'entre elles ne sont pas parallèles et elles ne sont pas concourantes) délimitent un triangle dont le cercle circonscrit passe par les sommets. Dans cette présentation nous exposerons des résultats géométriques ludiques obtenus en étudiant un système de plusieurs droites en position générale, où le cas particulier du cercle circonscrit apparaît pour trois droites.



Le constructeur universel d'équations

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

Format : exposé/atelier,

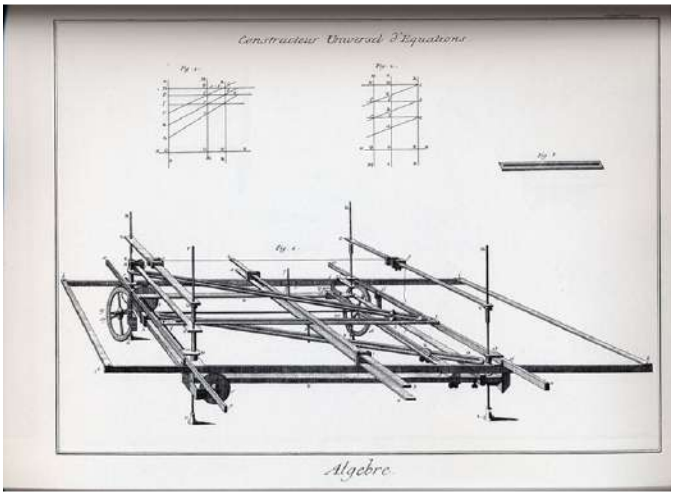
Durée : 1 heure,

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.

Le jeu de la tablette de chocolat

Public visé : à partir de la 2$^{\text{de}}$,

Format : exposé (ou atelier pour 16 élèves maximum),

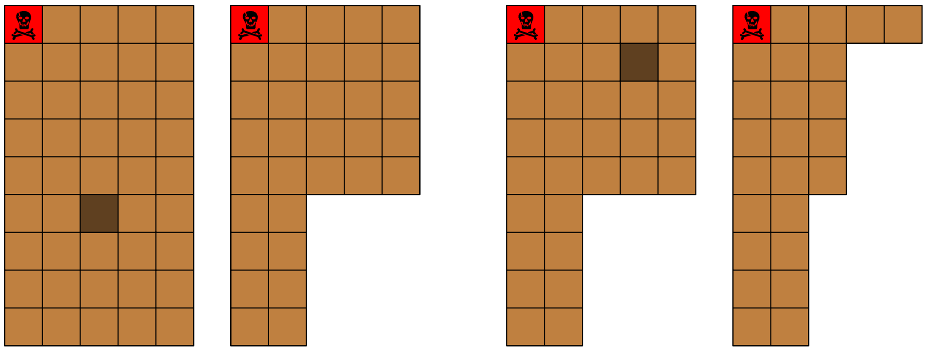
Durée : 50 minutes,

Intervenants : François Le Maître,

Zone géographique : accessible en transports en commun depuis Dijon.

Dans le jeu de la tablette de chocolat est une jeu pour deux personnes qui fonctionne ainsi : on commence avec une tablette rectangulaire avec en haut à gauche un carreau empoisonné, et à chaque tour de jeu on retire un carreau ainsi que tous carreaux dans le quart en bas à droite délimité par ce carreau. La personne qui retire le carreau empoisonné a perdu. Voici un exemple de début de partie :

coup n° 1 : coup n° 2 :



Le but principal de l'exposé est de faire réfléchir à la notion de stratégie gagnante via des cas plus simples (cas où la tablette fait seulement deux lignes, cas où la tablette est carrée). Cette partie de l'exposé peut être abordée dans un format atelier où l'on fournira des carreaux en faïence pour que les élèves jouent 2 par 2.

On verra dans un second temps pourquoi dès que le rectangle fait au moins deux carreaux, c'est toujours la personne qui commence qui a une stratégie gagnante, c'est-à-dire une manière de jouer qui lui permet de gagner à tous les coups. On illustrera ceci via un programme qui permet de jouer et qui calcule la stratégie gagnante. On ne sait cependant pas donner une description simple de la stratégie gagnante en général.

Les anneaux borroméens : une invitation à la topologie

Public visé : à partir de la 2^{de},

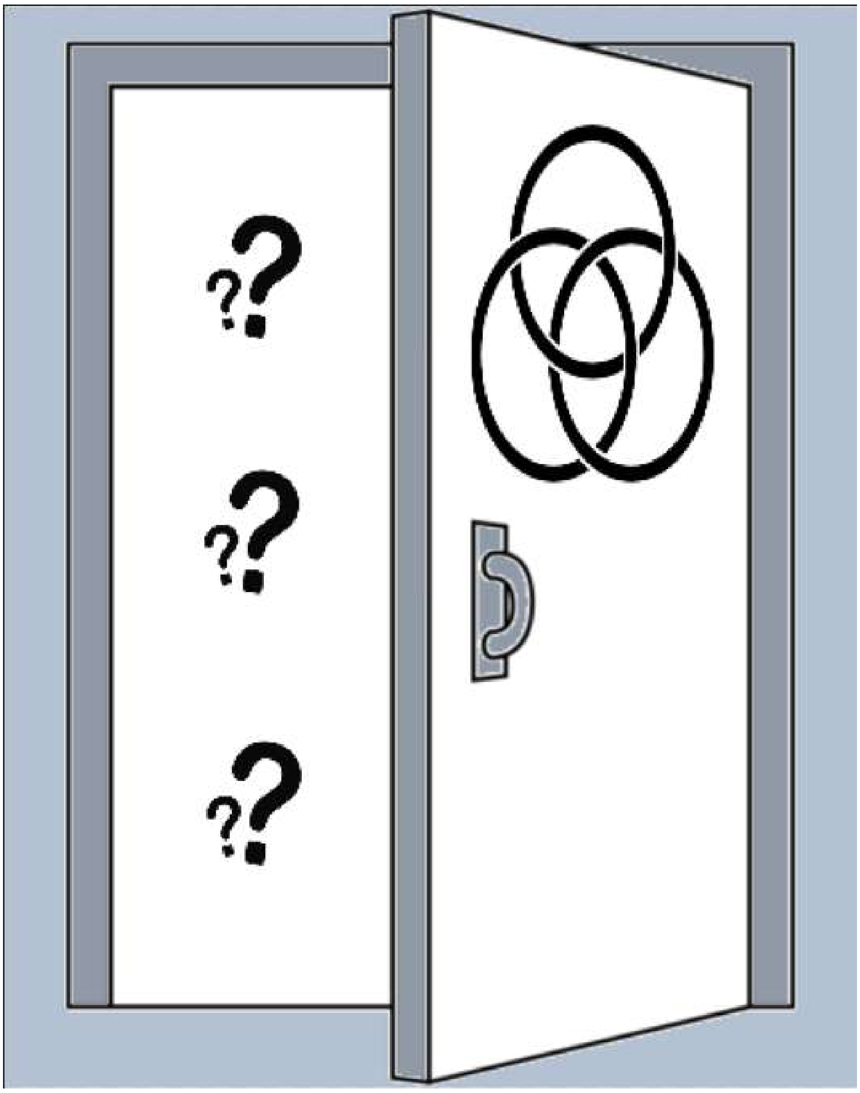
Format : conférence,

Durée : 1 heure + temps de questions/discussions,

Intervenants : Gwénaël Massuyeau,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Les anneaux borroméens (à ne pas confondre avec les anneaux olympiques!) sont constitués de trois (et pas cinq!) anneaux qui, pris deux à deux, ne sont pas enlacés, mais qui, pris dans leur ensemble, ne peuvent être dissociés les uns de l'autre. On les retrouve, depuis tous temps, en de multiples endroits : ils ornent le blason de la Maison Borromeo (d'où ils tiennent leur nom), ils symbolisent la Trinité chrétienne dans certains écrits, et ils servent même de logo à l'Union Internationale des Mathématiciens! En effet, les anneaux borroméens sont un formidable objet d'étude en mathématiques et, plus particulièrement, en topologie : cette science des "lieux" et de leurs "formes", à mi-chemin entre géométrie et algèbre. C'est par cette porte dérobée que nous pénétrerons dans le monde merveilleux de la topologie ...



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

Public visé : classes de 1re et terminale, enseignants,

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

Durée : 1 heure (exposé),

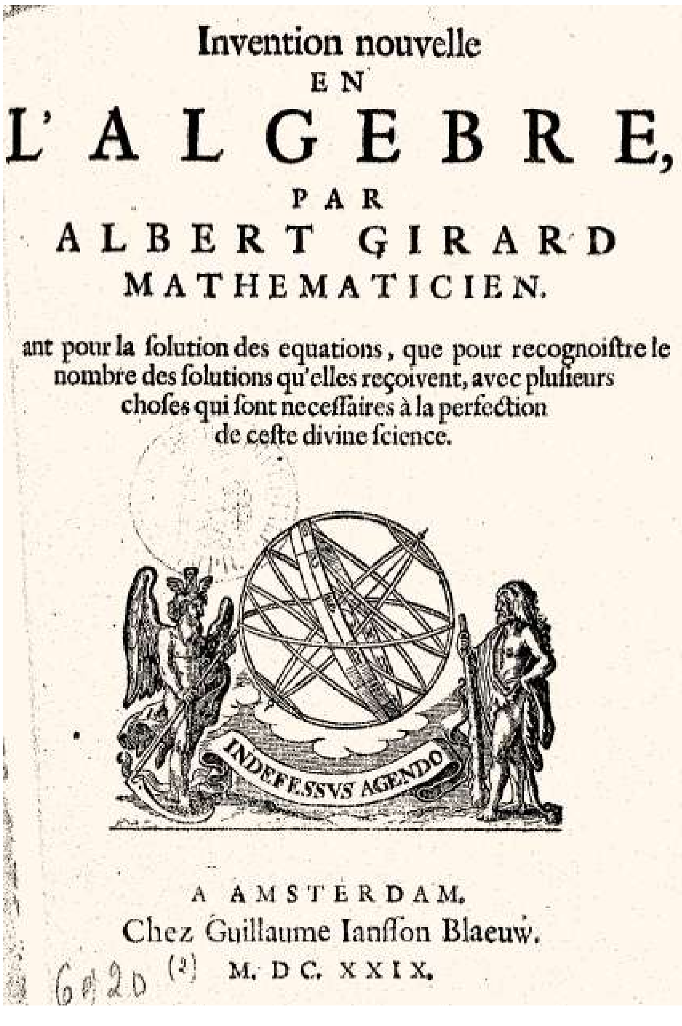
Intervenants : Frédéric Métin,

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 XVIe 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 XVIIe 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 méthodes de Monte Carlo au cœur de la finance

Public visé : classes de 1re et terminale,

Format : conférence,

Durée : 1h30 (avec possibilité d'une version allégée en 1h),

Intervenant : Samuel Herrmann.

Les méthodes de Monte Carlo permettent d'utiliser le hasard pour estimer des quantités déterministes. Ainsi, il est possible d'approcher la valeur $1/6$ à l'aide d'un dé équilibré : il suffit de lancer 100000 fois le dé en question et de compter N le nombre d'apparitions du chiffre 1. Alors vous pourrez obtenir une valeur très proche de $1/6$ en calculant $N/100000$.

L'aléatoire apparaissant dans ces méthodes numériques est juste une énorme astuce qui permet d'utiliser des ordinateurs pour approcher des valeurs mathématiques que l'on ne parvient pas à calculer explicitement par les méthodes de calcul traditionnelles.

Mais ce n'est pas tout !
Les méthodes de Monte Carlo permettent également d'appréhender des phénomènes qui sont intrinséquement aléatoires. Est-il possible, par exemple, de connaître le prix juste d'un contrat d'assurance qui nous permet d'avoir des dédommagements en cas de vol, d'incendie, d'accident, de phénomène climatique exceptionnel ? Est-il possible de connaître le prix de vente du pétrole, du blé ou de l'or dans deux mois ?

Quoi de plus naturel que d'utiliser l'aléatoire pour décrire le futur ?

Des outils mathématiques faisant intervenir le hasard ont vu le jour et ont trouvé un réel succès dans le milieu de la finance. Une vraie petite révolution a vu le jour suite aux travaux de R. Merton, M. Scholes et F. Black.

R. Merton et M. Scholes reçurent en 1997 le prix de la Banque de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel (souvent appelé de manière erronée prix Nobel de l'économie) pour leurs travaux. Fischer Black, décédé en 1995 et donc inéligible, a été cité comme contributeur.

Les quatre couleurs

Public visé : à partir de la 3^{e},

Format : conférence,

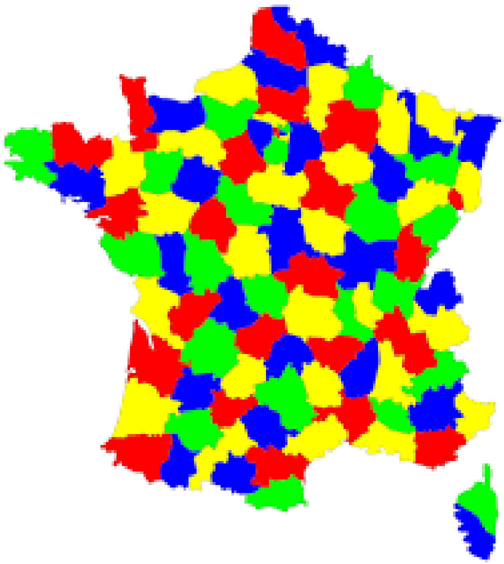
Durée : 50 minutes,

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.



Logique naturelle ou logique mathématique ?

Public visé : à partir de la 4e,

Format : exposé avec interactions ou atelier,

Durée : 1 heure,

Intervenant : Denis Gardes,

Zone géographique : Académie de Dijon,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Dans la vie de tous les jours, on utilise des éléments de logique « si tu ne manges pas ta soupe, tu n'auras pas de dessert », « ne marche pas dans l'eau ou je te punis », « cette table est carrée ou rectangulaire », « fromage ou dessert », ...). On examinera ces éléments de logique naturelle à la lumière de la logique mathématique.

On commencera par poser quelques énigmes de logique nécessitant aucune connaissance mathématique. A partir de ces exemples, on présentera les éléments de base de la logique mathématique (proposition, connecteurs, quantificateurs, raisonnements) - cette présentation tiendra évidemment compte du niveau concerné-. On analysera, à la lumière de la logique mathématique, quelques phrases du langage courant. On montrera que la logique naturelle peut être, selon les cas, une aide ou alors un handicap pour comprendre des éléments de logique mathématique.

Lumière, Espace et Temps : une vision depuis le Cinéma

Public visé : à partir de la 4^{e},

Format : conférence,

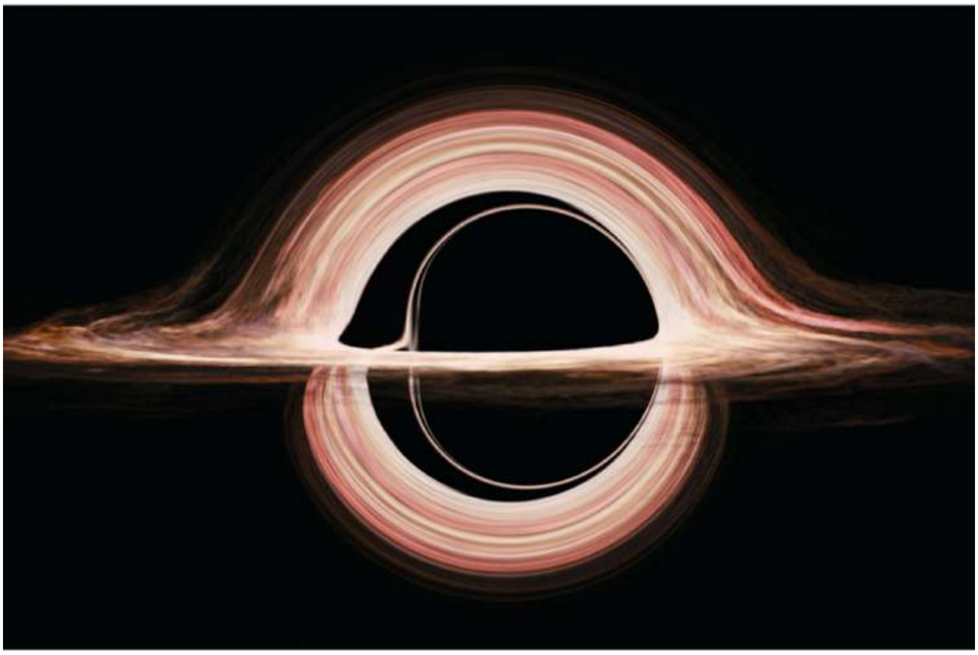
Durée : 1 heure,

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 1re et terminale,

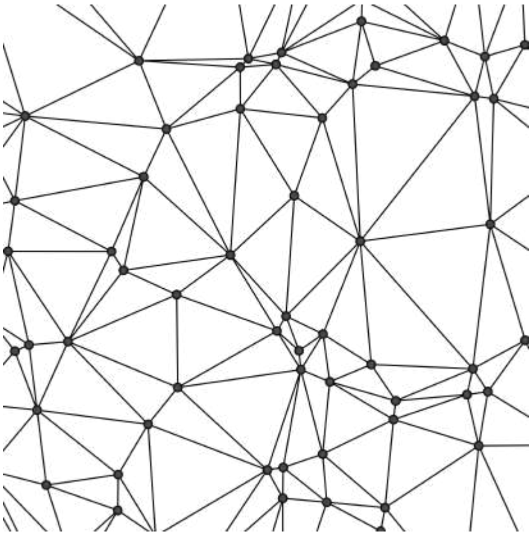
Format : conférence,

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

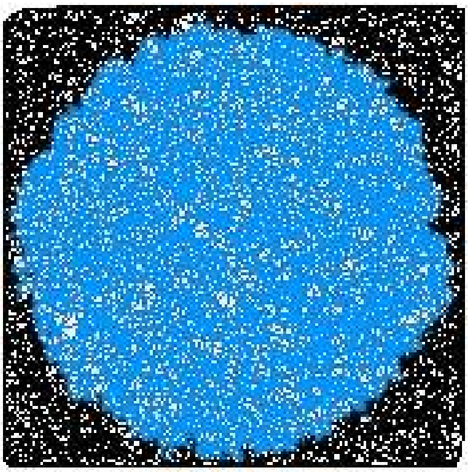
Intervenant : Arnaud Rousselle,

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,

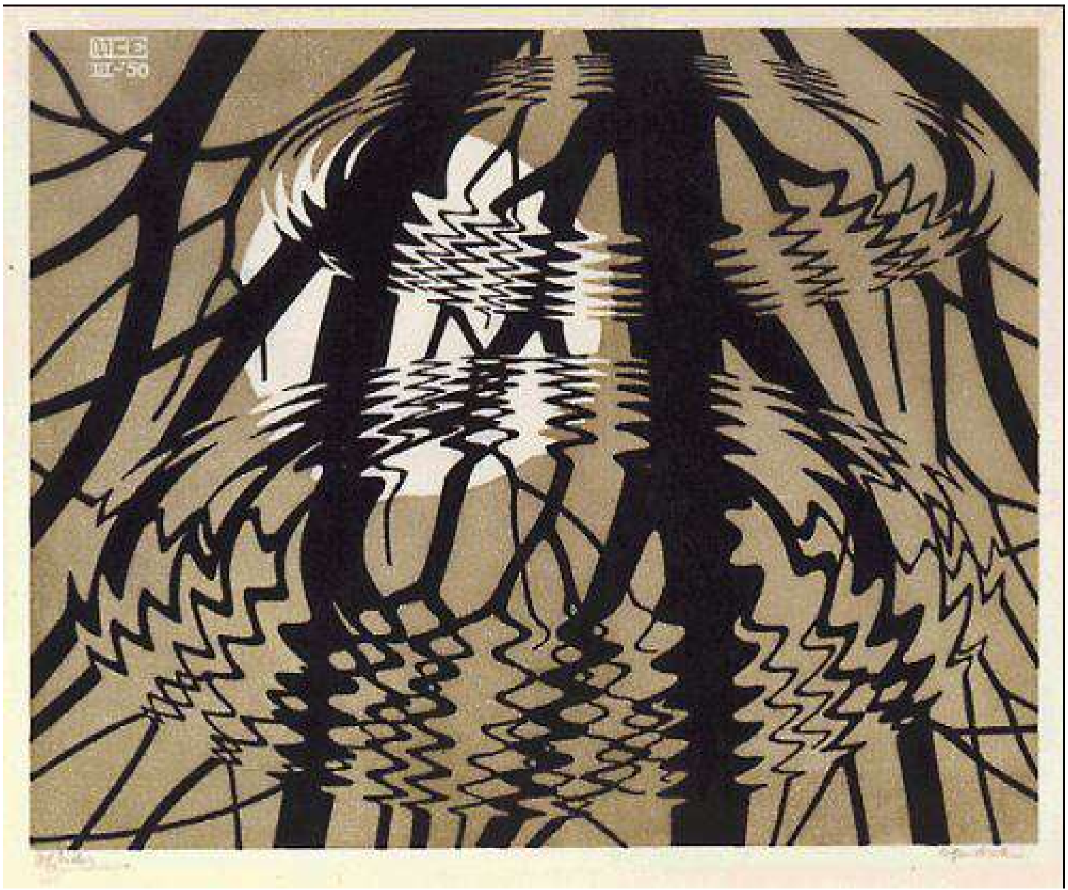
Durée : 1 heure,

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.



Prendre des décisions intelligentes dans un monde aléatoire

Public visé : de la 2^{de} à la terminale,

Format : conférence,

Durée : 1h30 (avec possibilité d'une version allégée en 1h),

Intervenant : Samuel Herrmann.

Quoi de plus passionnant que de passer des heures à titiller le hasard aux jeux de dés, de cartes ou au casino...

Mais le rêve ultime n'est-il pas de brider le hasard, de le maîtriser, de pouvoir se jouer de lui ?

Beaucoup de joueurs invétérés perdent des sommes importantes d'argent parce qu'ils ne prennent pas les bonnes décisions au bon moment.

Y-a-t-il une possibilité de prendre des décisions intelligentes dans les jeux de hasard ? C'est la recherche de ce qu'on appelle la *stratégie optimale* !
Le célèbre philosophe allemand Friedrich Nietzsche a écrit :

> **Nul vainqueur ne croit au hasard.**
> *Le gai savoir. 1882.*

Etes-vous d'accord avec cette affirmation ?

La théorie des probabilités, partie des mathématiques qui appréhende le hasard, permet de répondre partiellement à cette recherche de stratégie intelligente.
De nombreux problèmes de la vie courante trouvent alors un éclairage nouveau : y-a-t-il une stratégie pour trouver l'âme soeur, une stratégie pour vendre son appartement, une stratégie pour gagner de l'argent au casino ou à la bourse ?

Simulation d'expériences aléatoires : les bienfaits du rejet

Public visé : à partir de la 2$^{\text{de}}$,

Format : conférence,

Durée : 1 heure,

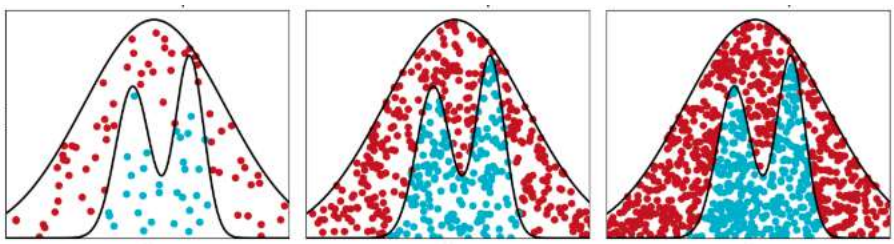
Intervenants : Samuel Herrmann,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Dans la vie courante, la notion de rejet apparaît comme négative et beaucoup de garde-fous sont mis en place pour l'éviter. En mathématique, le rejet est parfois d'une grande utilité surtout dans le domaine de la modélisation probabiliste. En effet, la recherche appliquée en probabilités a pour objectif de trouver des modèles mathématiques décrivant avec justesse des événements observés dans la vie réelle (venue d'un prochain tremblement de terre, faillite d'une compagnie d'assurance, prix des actions à la bourse dans 6 mois, durée de vie d'une machine outil, transmission d'un message neuronal,...). Une fois le modèle mathématique trouvé, il sera judicieux d'en exploiter un maximum d'informations sous forme d'études statistiques.

Ces modèles reposent sur des variables aléatoires particulières voire parfois des fonctions aléatoires (appelées processus stochastiques) qu'il faut pouvoir générer à l'aide d'un ordinateur pour reproduire artificiellement les phénomènes à étudier. La plupart des logiciels scientifiques permettent de générer des variables uniformes, des variables de loi normale, etc... mais dès qu'il s'agit de variables quelque peu exotiques, il faut créer les algorithmes soi-même !

Ces algorithmes reposent sur une méthode de rejet justement : l'idée est de recevoir de façon séquentielle des valeurs aléatoires suivant une loi de probabilité classique et à chaque fois de rejeter celles qui ne conviennent pas (dans un sens à déterminer). A force de rejeter ce qui ne convient pas, on finira bien par obtenir ce qu'il nous faut ! L'idée n'est pas très élégante mais très efficace et repose sur des algorithmes faisant intervenir des boucles "while".



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