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 présente 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

Bienvenue dans le monde étrange de la géométrie non-euclidienne . . . 1
Bulles de savon et optimisation . . . 2
Comment les machines apprennent-elles ? . . . 3
Comment les machines deviennent-elles intelligentes ? . . . 4
Fractales, hasard et dimensions : toute une dynamique ! . . . 5
Géométrie et horizon . . . 6
Histoire des nombres complexes . . . 7
La fortification géométrique . . . 8
La loi normale : la reine de l'aléatoire . . . 9
La naissance des logarithmes . . . 10
La symphonie des cercles circonscrits . . . 11
Le constructeur universel d'équations . . . 12
Le jeu de la tablette de chocolat . . . 13
Le voyage mystère - Comment décider ensemble ? . . . 14
Les anneaux borroméens : une invitation à la topologie . . . 15
Les débuts de l'algèbre moderne : le théorème fondamental d'Albert Girard . . . 16
Les Maths au cœur de l'enquête . . . 17
Les méthodes de Monte Carlo au cœur de la finance . . . 18
Les quatre couleurs . . . 19
Logique naturelle ou logique mathématique ? . . . 20
Lumière, Espace et Temps : une vision depuis le Cinéma . . . 21
Marches aléatoires en milieu aléatoire . . . 22
Ondes Gravitationnelles : l'autre lumière du Cosmos . . . 23
Prendre des décisions intelligentes dans un monde aléatoire . . . 24
Simulation d'expériences aléatoires : les bienfaits du rejet . . . 25
Listes des interventions par classe . . . 26

Bienvenue dans le monde étrange de la géométrie non-euclidienne

Public visé : à partir de la 2de,

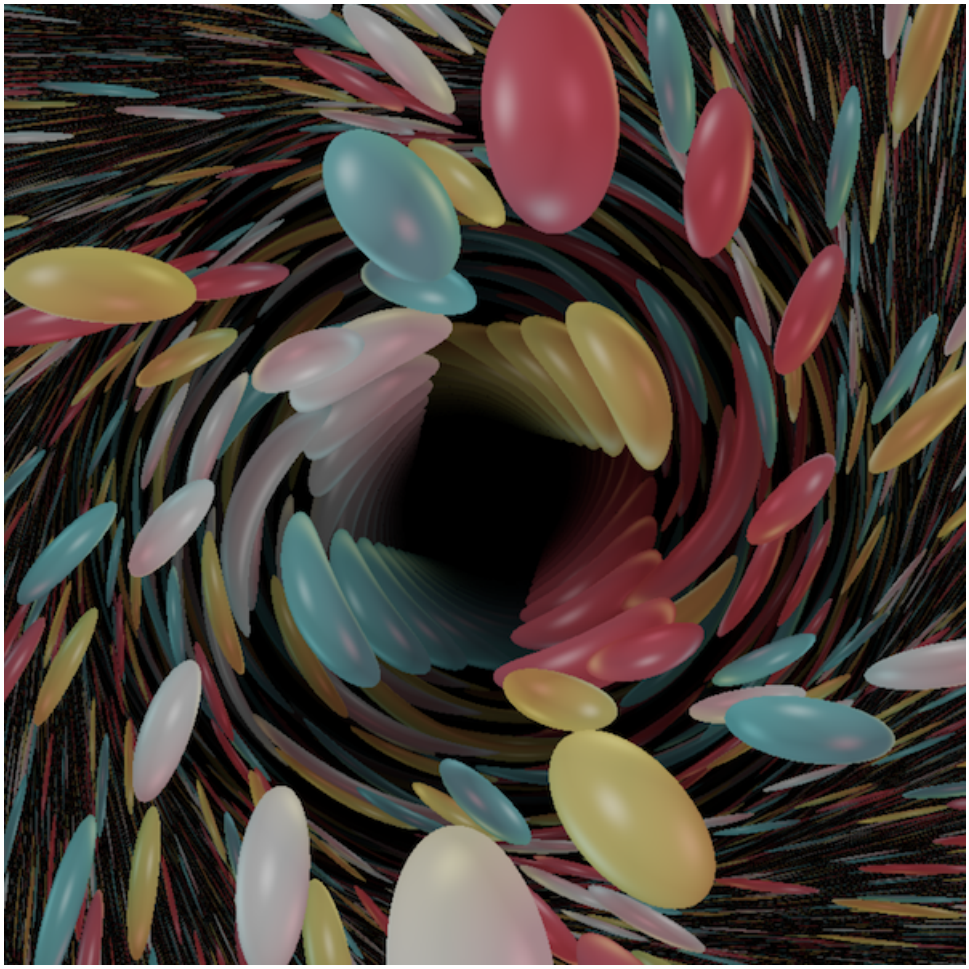
Format : exposé/questions,

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 XIX^{e} 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.

Comment les machines apprennent-elles ?

Public visé : à partir de la 2de,

Format : exposé/atelier,

Durée : 1h30 (avec possibilité d'une version en 1h sans le perceptron),

Intervenants : Catherine Labruère Chazal,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Cette intervention introduit les principes de l'apprentissage automatique, sur lequel reposent la plupart des intelligences artificielles actuelles. Elle commence par une présentation générale de l'IA et du problème de la reconnaissance d'images en expliquant comment une machine « voit » une image sous la forme d'un tableau de nombres. On se concentre ensuite sur une tâche simple, à partir de la célèbre base de données MNIST (cf image ci-dessous) : apprendre à la machine à distinguer des chiffres manuscrits, les 1 et les 7. L'idée est de montrer que la machine ne suit pas des règles écrites à l'avance, mais détermine elle-même les paramètres d'une règle de décision à partir de données d'apprentissage. On commence par l'indicateur le plus naturel, la moyenne des niveaux de gris de l'image : les histogrammes des 1 et des 7 montrent que ce seul critère ne suffit pas à les distinguer. On exploite alors une différence visuelle plus fine : le 7 est souvent plus chargé dans sa partie haute que le 1. Ainsi, chaque image est décrite par deux nombres, la moyenne du haut et la moyenne du bas. Dans la partie atelier, les élèves calculent ces deux moyennes sur des grilles d'images à la calculatrice. Les points obtenus sont ensuite reportés dans le plan à l'aide d'une application projetée au tableau. Celle-ci permet de tester différentes droites séparant les 1 des 7, puis d'évaluer les performances de la droite trouvée sur de nouvelles images. On présente ensuite l'algorithme du perceptron, qui ajuste automatiquement cette droite à partir des erreurs commises. Les élèves calculent eux-mêmes sur une fiche quelques étapes de cet algorithme sur un exemple très simple.



Comment les machines deviennent-elles intelligentes ?

Public visé : classes de collège,

Format : Atelier,

Durée : 30 minutes à 1h,

Intervenant : Arnaud Rousselle,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Il s'agit d'un atelier permettant de découvrir comment une machine peut apprendre.
On présente d'abord le jeu de Nim et une machine qui va apprendre à y jouer durant la séance, sans électricité.
Dans un premier temps de l'atelier, les élèves explorent ce jeu et en déterminent la stratégie gagnante. Ensuite, ils affrontent la machine afin de lui apprendre à jouer. En effet, on ne donne à la machine que les règles du jeu et une méthode d'apprentissage (le renforcement) lui permettant de s'améliorer au fur et à mesure des parties jouées : elle oublie les coups perdants et privilégie les coups gagnants.



Fractales, hasard et dimensions : toute une dynamique !

Public visé : à partir de la 4e,

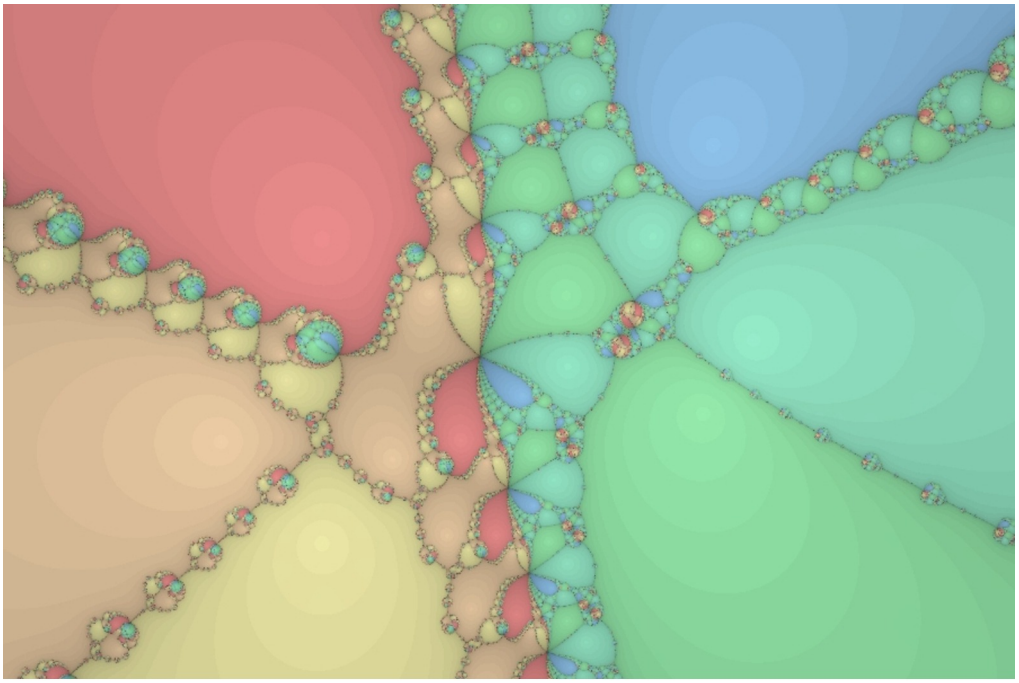
Format : exposé/atelier,

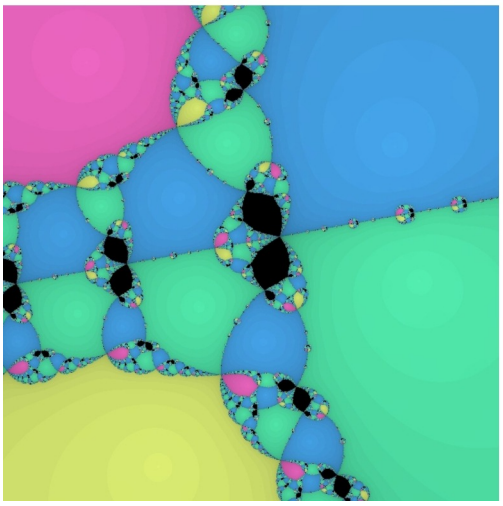
Durée : 1 heure,

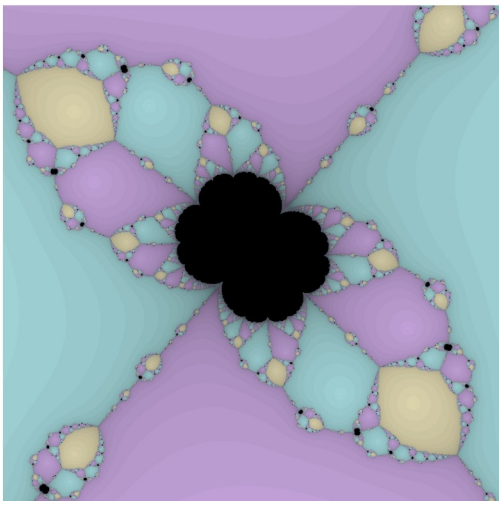
Intervenants : Johan Taflin,

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 3e,

Format : conférence,

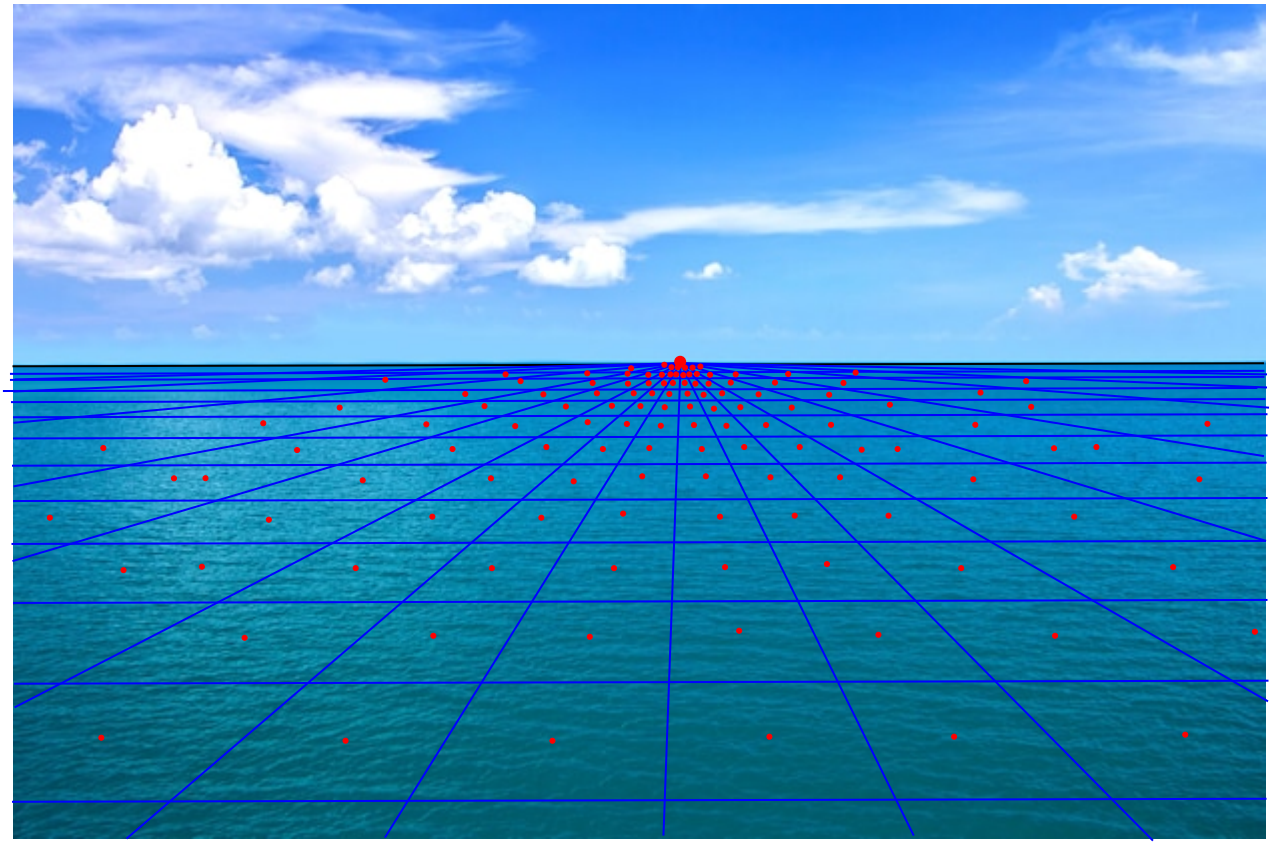
Durée : 1 heure,

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.



Histoire des nombres complexes

Public visé : élèves de Terminale Maths Expertes,

Format : exposé avec interactions,

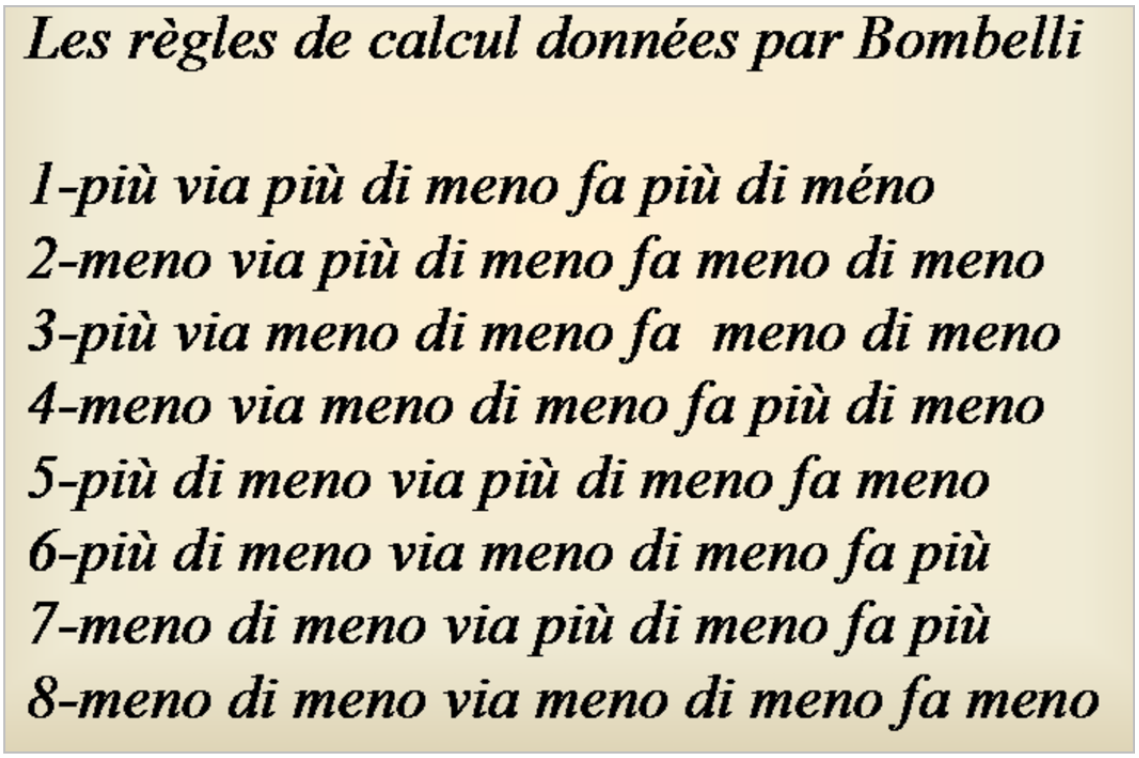
Durée : 1 heure,

Intervenant : Denis Gardes,

Zone géographique : Académie de Dijon,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Nous montrerons dans quel cadre les nombres complexes ont émergé à partir de résolutions d'équations. Grâce au génie de mathématiciens italiens de la Renaissance les « nombres complexes » ont permis de résoudre certaines équations jusqu'alors impossibles à résoudre. Nous verrons en détail la genèse avec son lot de débat dans la communauté mathématique d'alors, les difficultés de notation et d'écriture des règles de calcul. Enfin, nous montrerons que les nombres complexes ont été adoptés bien plus tard grâce à la géométrie.



La fortification géométrique

Public visé : à partir de la 4e,

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

Durée : 1 heure (exposé),

Intervenants : Frédéric Métin,

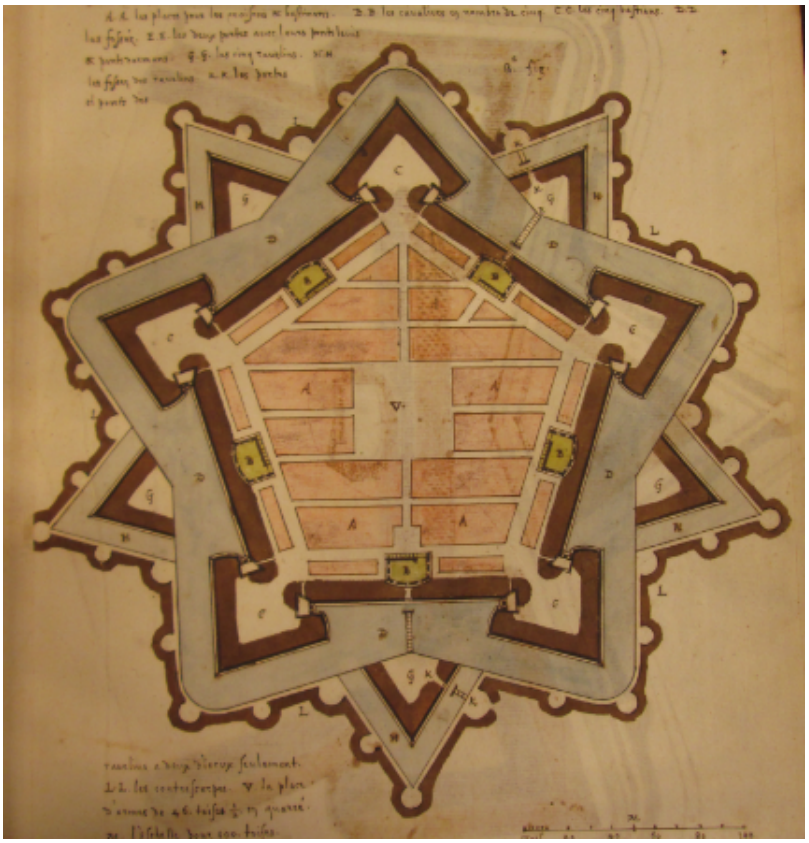
Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

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 XVe 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 doit donc une partie de son essor au XVIIe siècle.



La loi normale : la reine de l'aléatoire

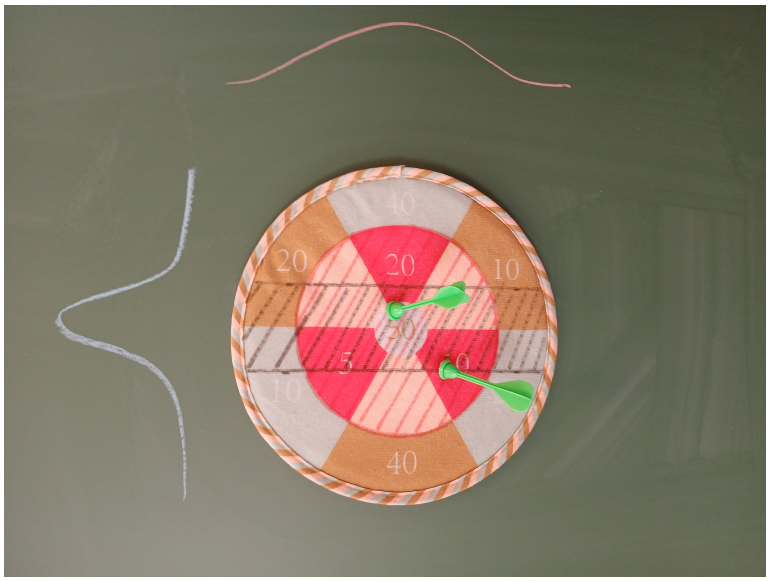
Public visé : à partir de la 2de,

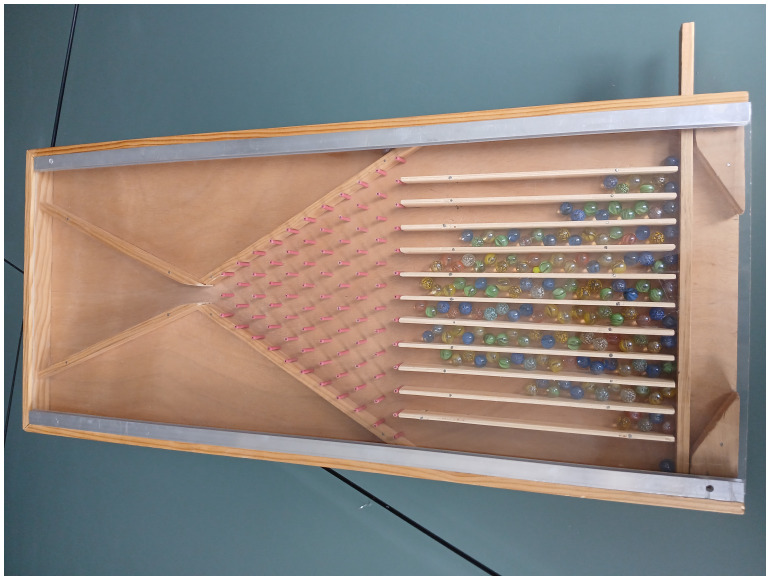
Format : conférence/atelier,

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 à partir de ce lien et une description complète est disponible sur KITS MATHÉMATIQUES à partir de ce lien.





La naissance des logarithmes

Public visé : élèves de Terminale Maths Expertes,

Format : exposé avec interactions,

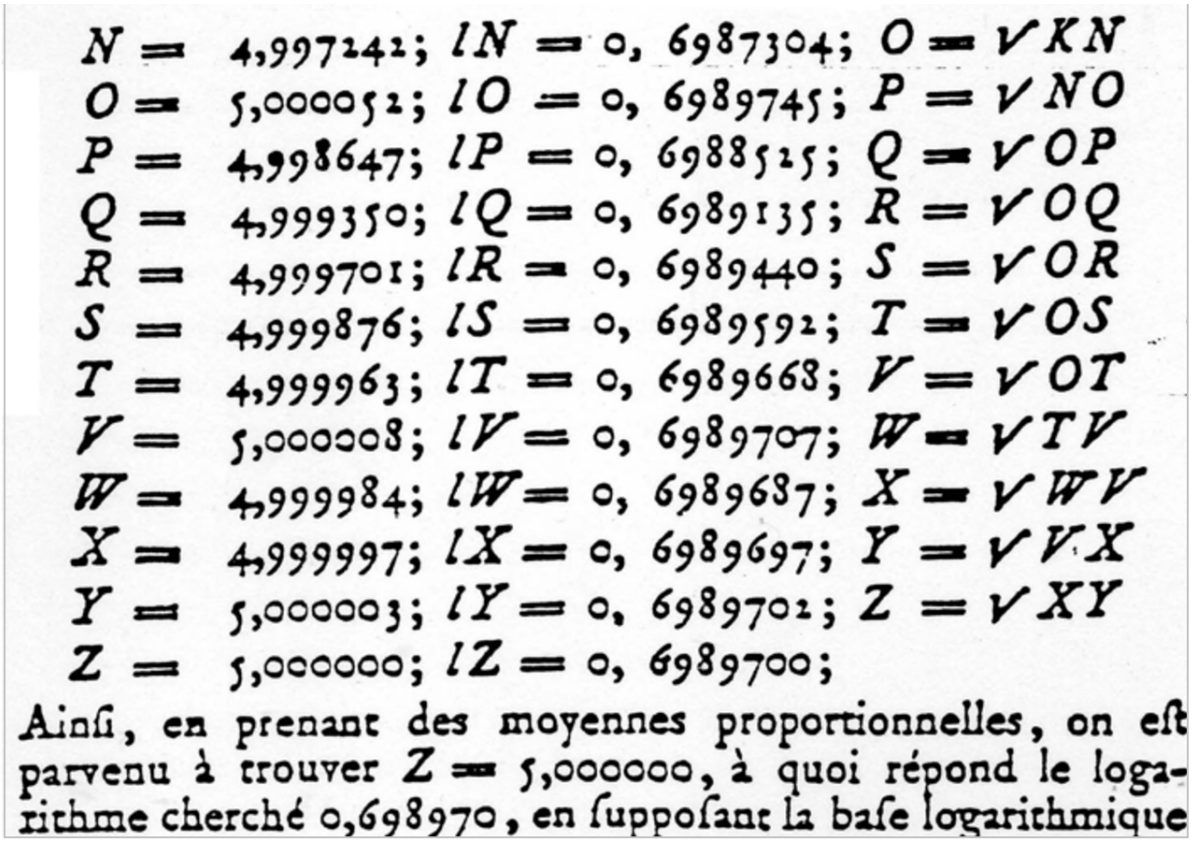
Durée : 1 heure,

Intervenant : Denis Gardes,

Zone géographique : Académie de Dijon,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Nous présenterons pourquoi au début du XVIIe siècle la communauté mathématique ressentit le besoin d'avoir à sa disposition un moyen rapide et sûr de calcul. Nous travaillerons les logarithmes décimaux de Briggs et non pas sur les logarithmes de Neper (ceux-ci étant nettement plus compliqués à manipuler). Nous expliquerons leur principe et nous calculerons « à la main » (mais avec une calculatrice) log 5 comme le faisait à l'époque Henry Briggs. Enfin nous manipulerons des tables de logarithmes et des règles à calcul utilisées au lycée jusque dans les années 1970.



$N = 4{,}997242$; $lN = 0{,}6987304$; $O = \sqrt{KN}$
$O = 5{,}000052$; $lO = 0{,}6989745$; $P = \sqrt{NO}$
$P = 4{,}998647$; $lP = 0{,}6988525$; $Q = \sqrt{OP}$
$Q = 4{,}999350$; $lQ = 0{,}6989135$; $R = \sqrt{OQ}$
$R = 4{,}999701$; $lR = 0{,}6989440$; $S = \sqrt{OR}$
$S = 4{,}999876$; $lS = 0{,}6989592$; $T = \sqrt{OS}$
$T = 4{,}999963$; $lT = 0{,}6989668$; $V = \sqrt{OT}$
$V = 5{,}000008$; $lV = 0{,}6989707$; $W = \sqrt{TV}$
$W = 4{,}999984$; $lW = 0{,}6989687$; $X = \sqrt{WV}$
$X = 4{,}999997$; $lX = 0{,}6989697$; $Y = \sqrt{VX}$
$Y = 5{,}000003$; $lY = 0{,}6989702$; $Z = \sqrt{XY}$
$Z = 5{,}000000$; $lZ = 0{,}6989700$;

Ainſi, en prenant des moyennes proportionnelles, on eſt parvenu à trouver $Z = 5{,}000000$, à quoi répond le logarithme cherché 0,698970, en ſuppoſant la baſe logarithmique

La symphonie des cercles circonscrits

Public visé : à partir de la 5e,

Format : conférence,

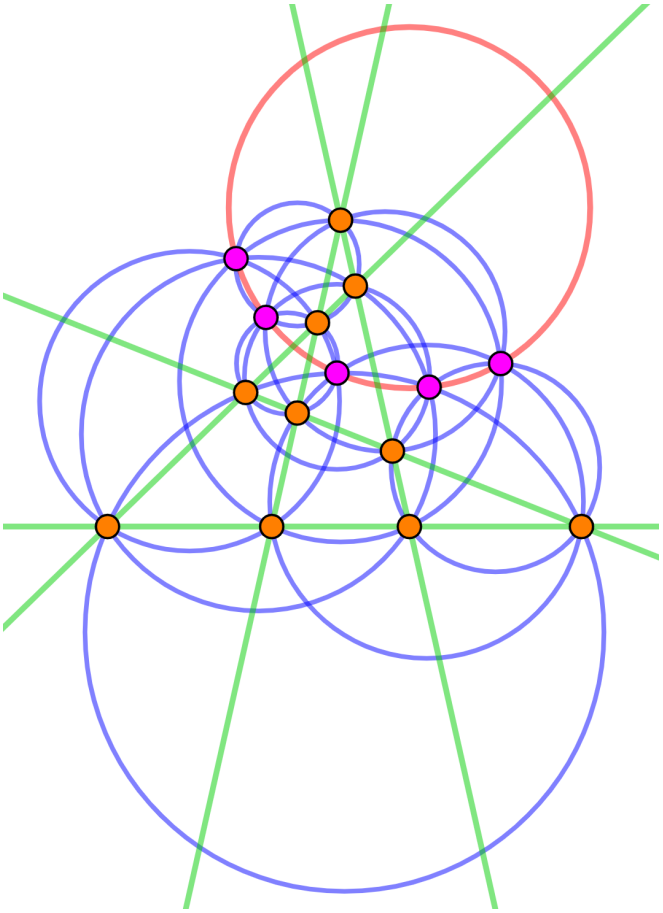
Durée : 45 minutes,

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 qu'aucune paire d'entre elles ne sont 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 2de,

Format : exposé/atelier,

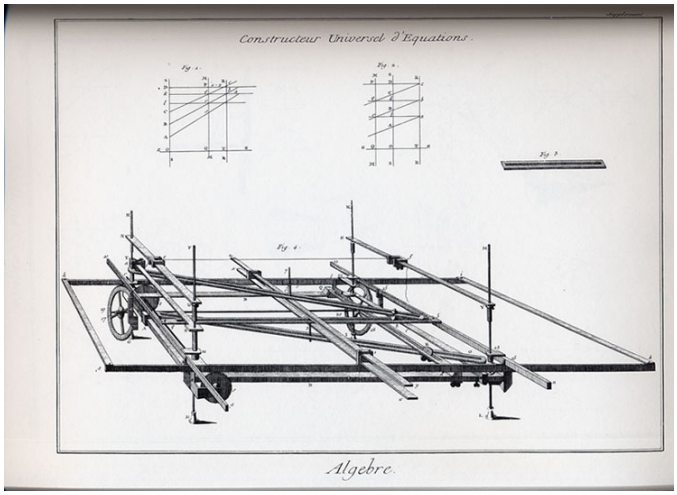
Durée : 1 heure,

Intervenants : Sébastien Leurent, Arnaud Rousselle,

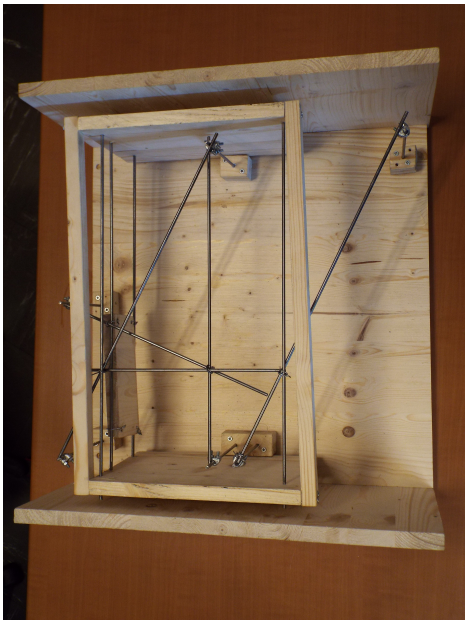
Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

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, fondée sur des utilisations successives du Théorème de Thalès. On s'intéressera également à la façon dont étaient 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 d'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 2de,

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

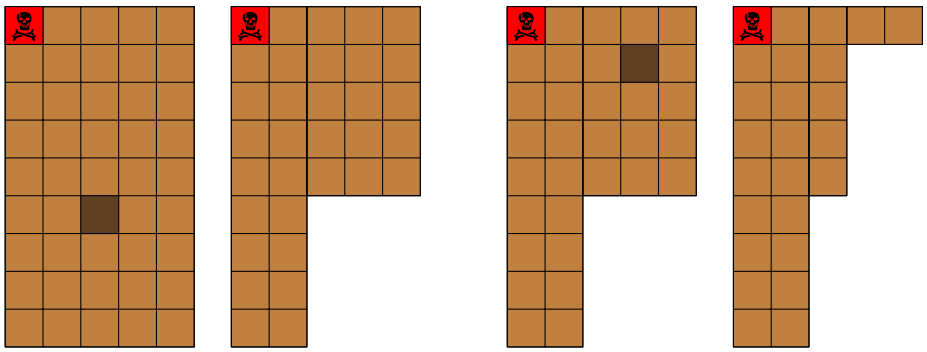
Durée : 50 minutes,

Intervenants : François Le Maître,

Zone géographique : accessible en transports en commun depuis Dijon.

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^o 1 : coup n^o 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 garantit 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.

Le voyage mystère - Comment décider ensemble ?

Public visé : Collégiens,

Format : Atelier,

Durée : 1h,

Intervenants : Léo Dort,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non,

Zone géographique : de préférence accessible en transports en commun depuis Dijon.

La classe vient de gagner un voyage... mais la destination reste à choisir parmi plusieurs propositions ! (*À choisir avec le.a professeur.e, par exemple Japon, Scandinavie, Tanzanie, Îles Caraïbes.*) Comment décider tous.tes ensemble ? Votons ! Au-delà du vote à main levée ou du scrutin majoritaire à deux tours utilisés pour élire les délégué.e.s de classe, nous allons voir qu'il existe différentes manières de voter. Peut-être de manière surprenante : chacune de ces méthodes pourrait désigner une destination gagnante différente. Mieux encore, peut-être que certaine méthode n'élise pas de vainqueur. Comment trancher entre toutes ces possibilités ? Existe-t-il une méthode parfaite pour voter ?



Les anneaux borroméens : une invitation à la topologie

Public visé : à partir de la 2de,

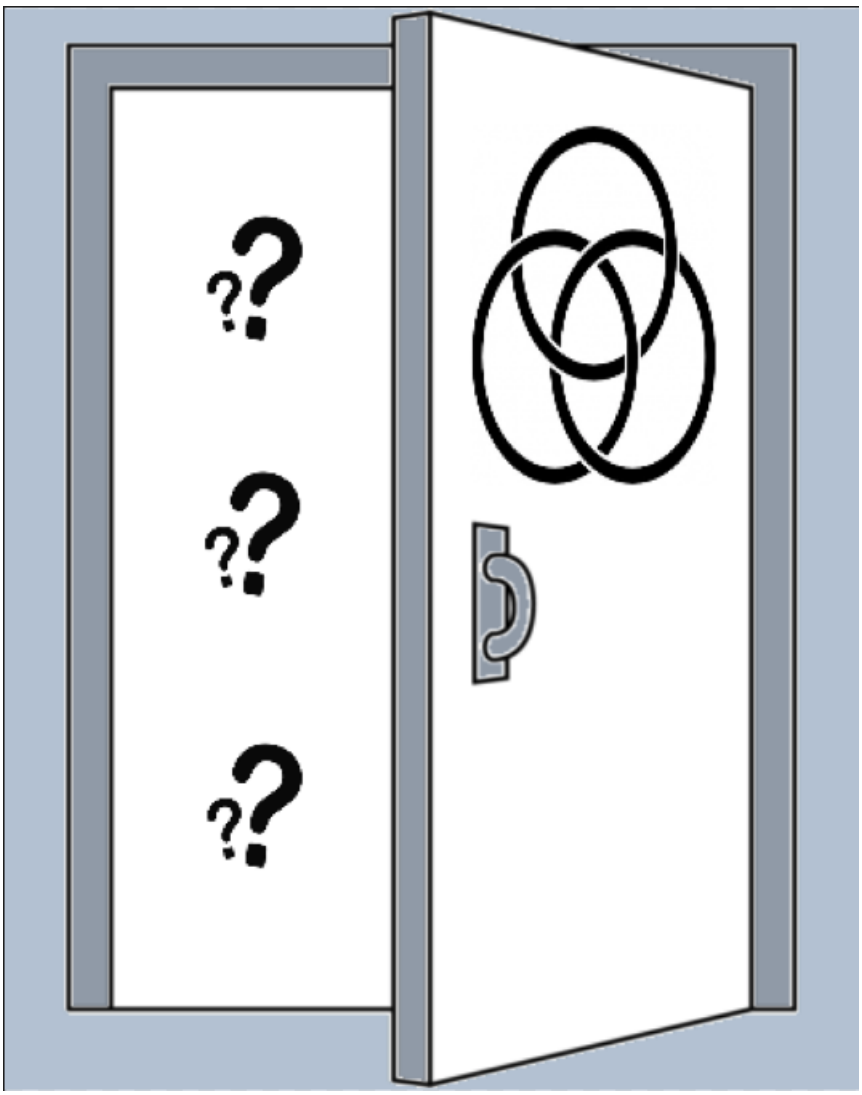
Format : conférence,

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),

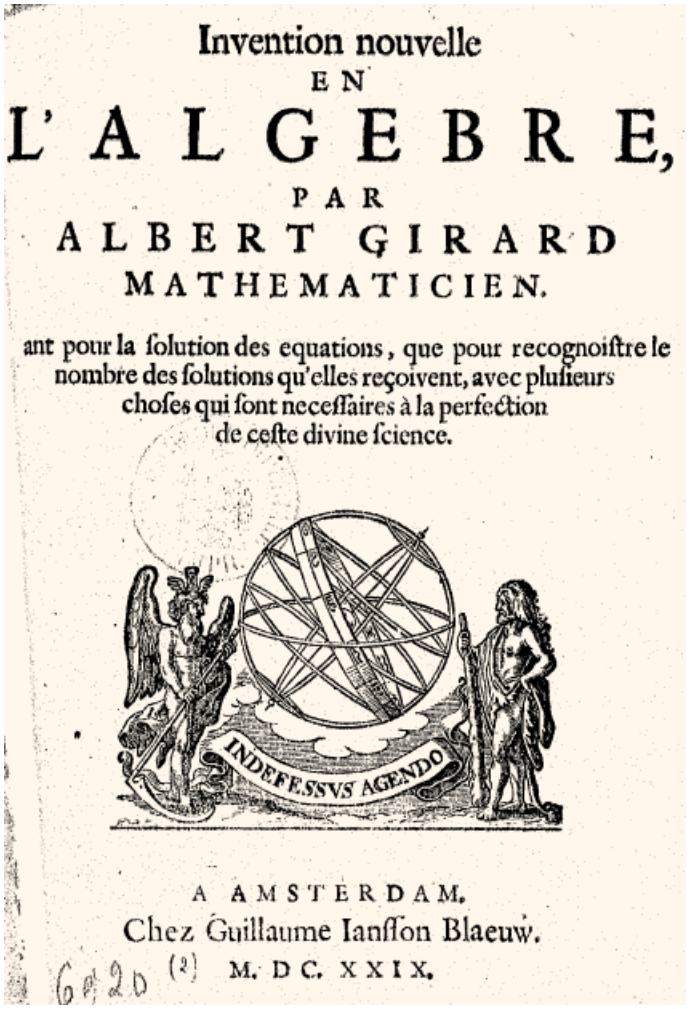
Intervenants : Frédéric Métin,

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.
INDEFESSVS AGENDO
A AMSTERDAM,
Chez Guillaume Ianſſon Blaeuw.
M. DC. XXIX.

Les Maths au cœur de l'enquête

Public visé : de la 6e à la 3e,

Format : conférence,

Durée : 20 minutes,

Intervenants : Laurence Dujourdy,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Contexte et objectif

Cette conférence a été conçue comme un fil rouge narratif à destination des élèves de collège dans le cadre d'un rallye des mathématiques. L'objectif est de montrer, de façon vivante et concrète, que les mathématiques sont des outils réels mobilisés dans des métiers comme la Police Technique et Scientifique (PTS). Le tout est mis en scène sous la forme d'une enquête policière fictive, accessible et engageante.

Le scénario

Le trophée du Rallye des Maths est volé la nuit du 13 mai dans la vitrine du collège. L'alarme a été désactivée avec un code interne. Trois suspects sont identifiés : M. Legrand (prof d'EPS, 1,95 m, pointure 46), Mme Petit (prof de SVT, 1,65 m, pointure 38) et Lucie (élève de 3e, 1,55 m, pointure 36). Aucune empreinte digitale, aucune trace ADN, mais trois indices scientifiques. Les trois indices et les notions mathématiques associées
Indice 1 : l'empreinte de semelle - Proportionnalité et encadrement Une trace de semelle de 29,2 cm est relevée dans la boue. En appliquant la règle biométrique (le pied représente environ 15 % de la taille), on calcule : 29,2 ÷ 0,15 ≈ 1,95 m. En intégrant une incertitude biologique de ±4 cm, on obtient l'encadrement 1,91 m ≤ taille ≤ 1,99 m. Seul M. Legrand correspond. Mais un deuxième indice vient tout contredire.
Indice 2 : l'ombre sur la caméra de rue - Théorème de Thalès Une image de vidéosurveillance montre le voleur sous un lampadaire. La PTS mesure une hauteur de lampadaire égale à sa distance au sol (5 m = 5 m) : il s'agit d'un triangle rectangle isocèle. Par le théorème de Thalès, la taille du voleur est proportionnelle à la longueur de son ombre, soit environ 1,65 m. Avec une incertitude de ± 5 cm liée au flou de l'image : 1,60 m ≤ taille ≤ 1,70 m. Mme Petit rentre pile dans cet intervalle. La contradiction entre les 2 indices révèle que la trace de semelle est un faux indice : la suspecte a utilisé les chaussures de M. Legrand pour le faire accuser à sa place.
Indice 3 : le bornage téléphonique - Triangulation et intersection de cercles Le téléphone de Mme Petit est actif à l'heure exacte du crime. Trois antennes relais ont capté le signal. Par triangulation, intersection de trois anneaux (cercles avec marge d'erreur), notion clé pour introduire les lieux géométriques, la zone localisée correspond exactement au laboratoire de SVT. Le trophée y est retrouvé, caché dans le boîtier d'un squelette en plastique.

Dénouement et message final

Mme Petit avoue : frustrée que le budget du collège soit entièrement alloué au Rallye des Maths au détriment de ses microscopes et sorties pédagogiques, elle a voulu faire annuler le concours. Elle pensait que l'absence d'ADN rendrait l'enquête impossible. La conférence se clôt sur un message plus large : une enquête mobilise un faisceau d'indices concordants issus de plusieurs disciplines, toutes fondées sur les mathématiques : probabilités pour l'analyse ADN, géométrie dans l'espace pour l'analyse de bris de verre, etc.



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 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, voire 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 ne nécessitant aucune connaissance mathématique. À 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 4e,

Format : conférence,

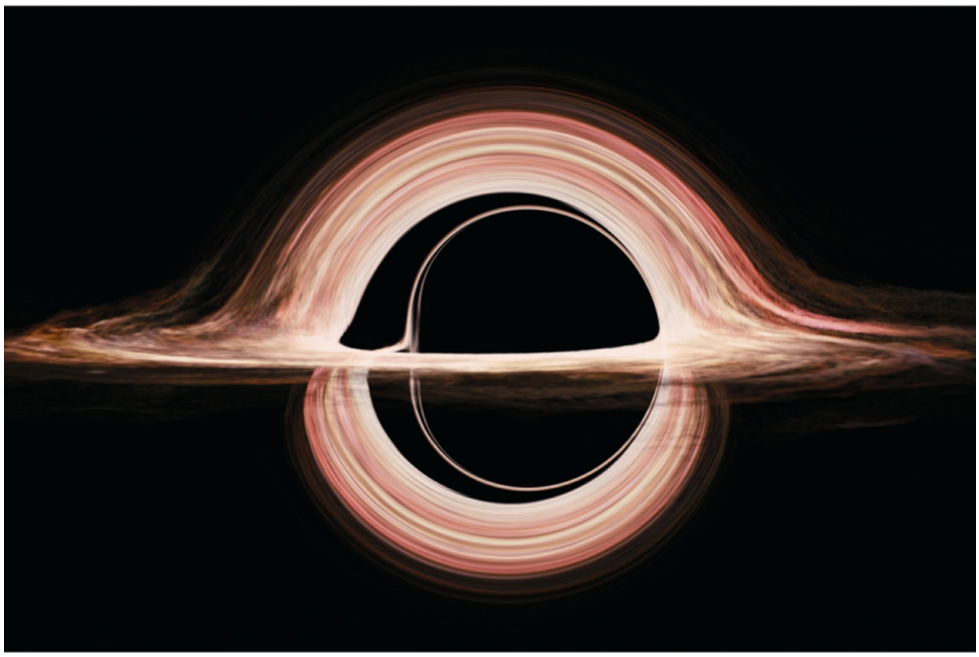
Durée : 1 heure,

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,

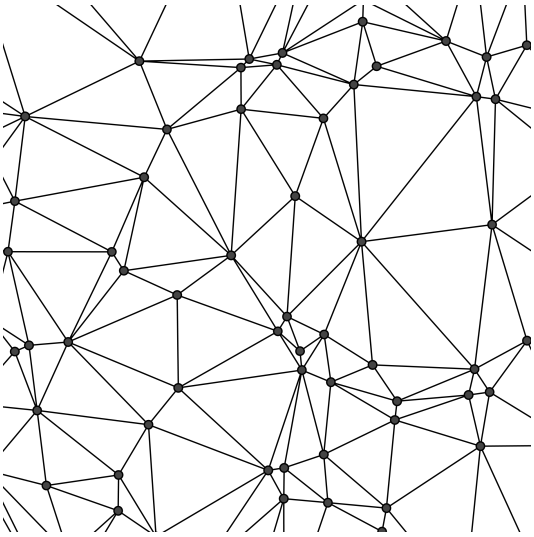
Format : conférence,

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

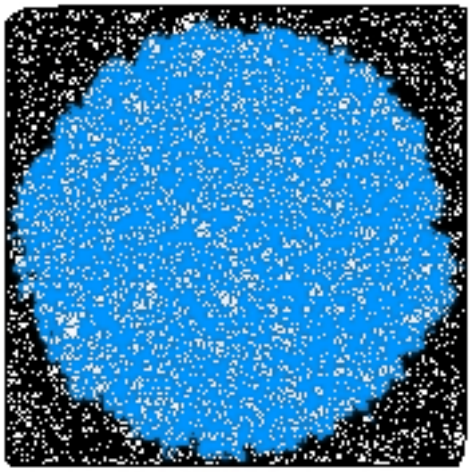
Intervenant : Arnaud Rousselle,

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 aléatoires 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 Voronoï ou 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 4e,

Format : conférence,

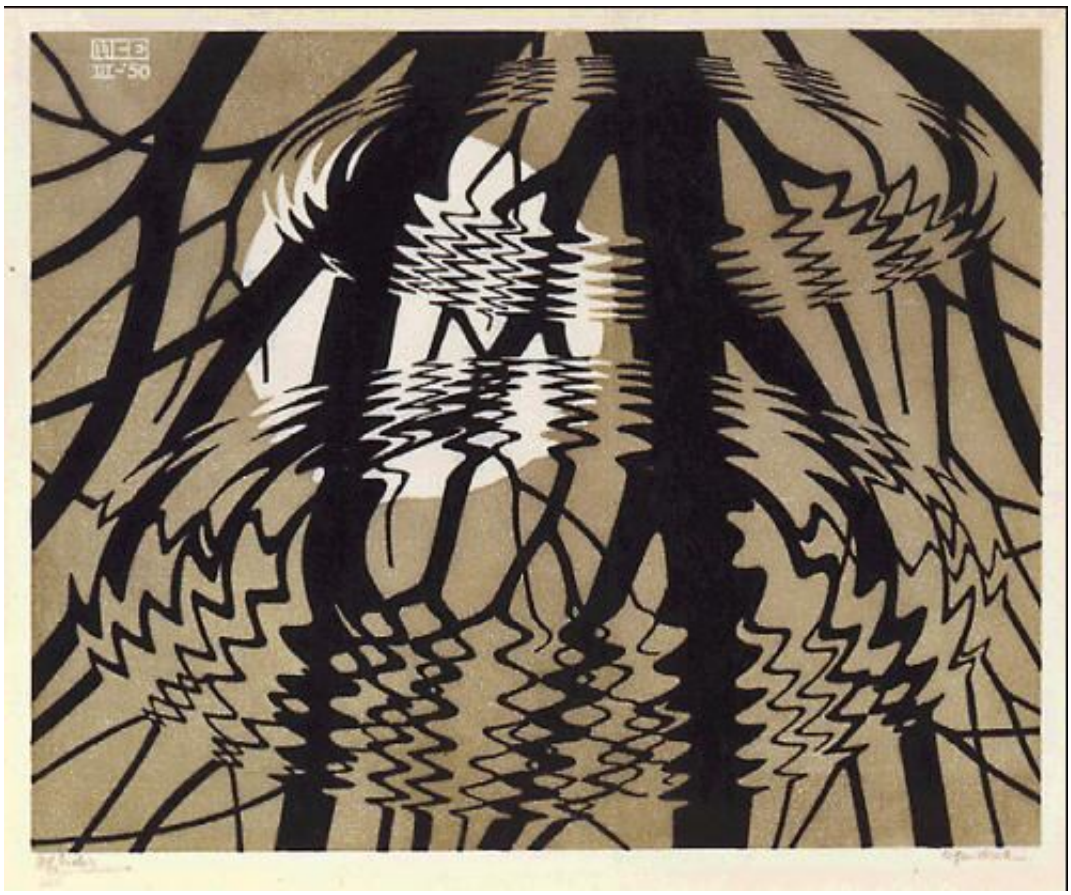
Durée : 1 heure,

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 2de 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 2de,

Format : conférence,

Durée : 1 heure,

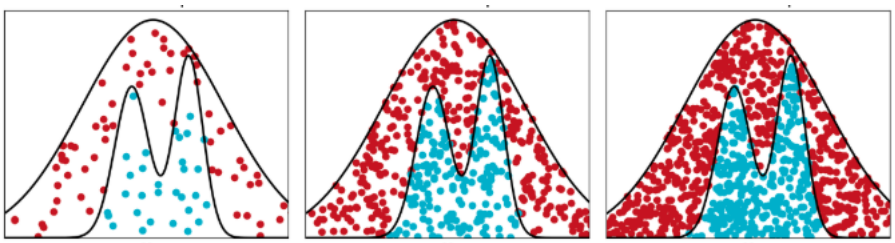
Intervenants : Samuel Herrmann,

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 mathématiques, 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). À 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 6^e

Comment les machines deviennent-elles intelligentes ?, 4

Le voyage mystère - Comment décider ensemble ?, 14

Les Maths au cœur de l'enquête, 17

Liste des interventions pour les classes de 5^e

Comment les machines deviennent-elles intelligentes ?, 4

La symphonie des cercles circonscrits, 11

Le voyage mystère - Comment décider ensemble ?, 14

Les Maths au cœur de l'enquête, 17

Liste des interventions pour les classes de 4^e

Bulles de savon et optimisation, 2
Comment les machines deviennent-elles intelligentes ?, 4
Fractales, hasard et dimensions : toute une dynamique , 5

La fortification géométrique, 8

La symphonie des cercles circonscrits, 11

Le voyage mystère - Comment décider ensemble ?, 14

Les Maths au œur de l'enquête, 17

Logique naturelle ou logique mathématique ?, 20

Lumière, Espace et Temps : une vision depuis le Cinéma, 21

Ondes Gravitationnelles : l'autre lumière du Cosmos, 23

Liste des interventions pour les classes de 3^e

Bulles de savon et optimisation, 2
Comment les machines deviennent-elles intelligentes ?, 4
Fractales, hasard et dimensions : toute une dynamique , 5

Géométrie et horizon, 6

La fortification géométrique, 8

La symphonie des cercles circonscrits, 11

Le constructeur universel d'équations, 12

Le voyage mystère - Comment décider ensemble ?, 14

Les Maths au cœur de l'enquête, 17

Les quatre couleurs, 19
Logique naturelle ou logique mathématique ?, 20

Lumière, Espace et Temps : une vision depuis le Cinéma, 21

Ondes Gravitationnelles : l'autre lumière du Cosmos, 23

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

Bienvenue dans le monde étrange de la géométrie non-euclidienne, 1

Bulles de savon et optimisation, 2
Comment les machines apprennent-elles ?, 3
Fractales, hasard et dimensions : toute une dynamique , 5

Géométrie et horizon, 6

La fortification géométrique, 8

La loi normale : la reine de l'aléatoire, 9

La symphonie des cercles circonscrits, 11

Le constructeur universel d'équations, 12
Le jeu de la tablette de chocolat, 13

Les anneaux borroméens : une invitation à la topologie, 15

Les quatre couleurs, 19
Logique naturelle ou logique mathématique ?, 20

Lumière, Espace et Temps : une vision depuis le Cinéma, 21

Ondes Gravitationnelles : l'autre lumière du Cosmos, 23

Prendre des décisions intelligentes dans un monde aléatoire, 24

Simulation d'expériences aléatoires : les bienfaits du rejet, 25

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

Bienvenue dans le monde étrange de la géométrie non-euclidienne, 1

Comment les machines apprennent-elles ?, 3

Fractales, hasard et dimensions : toute une dynamique , 5

Géométrie et horizon, 6

La fortification géométrique, 8

La loi normale : la reine de l'aléatoire, 9

La symphonie des cercles circonscrits, 11

Le jeu de la tablette de chocolat, 13

Les anneaux borroméens : une invitation à la topologie, 15

Les débuts de l'algèbre moderne : le théorème fondamental d'Albert Girard, 16

Les méthodes de Monte Carlo au cœur de la finance, 18

Les quatre couleurs, 19

Logique naturelle ou logique mathématique ?, 20

Lumière, Espace et Temps : une vision depuis le Cinéma, 21

Marches aléatoires en milieu aléatoire, 22

Ondes Gravitationnelles : l'autre lumière du Cosmos, 23

Prendre des décisions intelligentes dans un monde aléatoire, 24

Simulation d'expériences aléatoires : les bienfaits du rejet, 25

Liste des interventions pour les classes de terminale

Bienvenue dans le monde étrange de la géométrie non-euclidienne, 1

Comment les machines apprennent-elles ?, 3
Fractales, hasard et dimensions : toute une dynamique , 5

Géométrie et horizon, 6
Histoire des nombres complexes, 7

La fortification géométrique, 8

La loi normale : la reine de l'aléatoire, 9
La naissance des logarithmes, 10

La symphonie des cercles circonscrits, 11

Le jeu de la tablette de chocolat, 13

Les anneaux borroméens : une invitation à la topologie, 15

Les débuts de l'algèbre moderne : le théorème fondamental d'Albert Girard, 16

Les méthodes de Monte Carlo au cœur de la finance, 18

Les quatre couleurs, 19
Logique naturelle ou logique mathématique ?, 20

Marches aléatoires en milieu aléatoire, 22

Ondes Gravitationnelles : l'autre lumière du Cosmos, 23

Prendre des décisions intelligentes dans un monde aléatoire, 24

Simulation d'expériences aléatoires : les bienfaits du rejet, 25