

CATALOGUE DES INTERVENTIONS PROPOSÉES
PAR
L'INSTITUT DE MATHÉMATIQUES DE
BOURGOGNE
ET L'IREM DE DIJON
AUX LABORATOIRES DE MATHÉMATIQUES
DES COLLÈGES ET LYCÉES

Ce catalogue liste les interventions proposées par les membres de l'Institut de Mathématiques de Bourgogne et l'IREM de Dijon aux enseignants membres des laboratoires de mathématiques. Ce catalogue est voué à évoluer selon les demandes spécifiques formulées par les membres des laboratoires.

Les demandes d'intervention ou de nouvelles thématiques sont à envoyer à l'adresse courriel :

`pop.math@u-bourgogne.fr`.

Table des matières

Au hasard c'est tellement mieux! Quelques algorithmes stochastiques...	1
Comment les machines apprennent-elles? Du perceptron aux réseaux de neurones	1
Enseigner la logique, est-ce possible? Si oui, comment?	1
Le constructeur universel d'équations	1
Ondes gravitationnelles : un voyage de la dynamique de trous noirs à la lumière d'un laser	2
Ondes sonores	3
Panorama d'histoire des mathématiques	3
Présentation de la plateforme pédagogique WIMS	3
Programmation en python	3
Temps d'échange autour d'ateliers à destination d'élèves de primaire	4

Au hasard c'est tellement mieux! Quelques algorithmes stochastiques...

Durée : 1 à 2 h (peut être adaptée à d'autres formats),

Intervenant : Samuel Herrmann.

Les algorithmes stochastiques jouent un rôle primordial dans ce qui est communément désigné par l'expression *intelligence artificielle*. L'idée est de construire des algorithmes qui permettent de prendre des décisions automatiques bien adaptées à la situation. On pense forcément aux algorithmes qui remportent des parties d'échecs ou de jeu de go mais dans la pratique, il y a de nombreuses applications bien plus utiles qui requièrent cette intelligence artificielle faisant si souvent la une des médias...

La plupart des algorithmes ne sont pas forcément aléatoires car bien souvent le problème posé est simplement un problème d'optimisation : c'est le cas du célèbre problème du voyageur de commerce qui, pour livrer les colis qui lui ont été confiés, doit trouver un trajet optimal reliant les différents lieux de livraison. Comme la résolution de ce problème est compliquée, un algorithme peut être utilisé pour trouver le choix optimal. Si le problème en lui-même n'a rien d'aléatoire, le choix d'algorithmes qui utilisent des variables aléatoires (recuit-simulé, fourmis,...) permet une autre approche très intéressante du problème.

Dans d'autres situations, l'aléatoire est une donnée du problème. C'est le cas lorsqu'il faut résoudre un problème sans en avoir toute l'information utile ou souhaitée. Par exemple, le principe de l'essai clinique consiste à chercher le meilleur traitement parmi plusieurs traitements possibles. La stratégie du médecin est alors un compromis entre exploration (essai de traitements peu testés afin d'estimer leur efficacité) et exploitation (tendance à privilégier le traitement le plus efficace jusque-là). Pour appréhender ce genre de situation, des stratégies aléatoires issues de l'univers des casinos (bandits manchots ou à plusieurs bras) peuvent être appliquées.

L'objectif de cette formation pour les enseignants est de se familiariser avec différents algorithmes stochastiques : recuit-simulé, fourmis, bandits,... et de discuter d'applications possibles à des ateliers pédagogiques.

Comment les machines apprennent-elles? Du perceptron aux réseaux de neurones

Format : exposé

Durée : 2 h ou plus,

Intervenant : Catherine Labruère Chazal,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Dans une première partie, on déroule les slides d'une conférence/atelier prévue pour des élèves de seconde sur une initiation à l'apprentissage automatique à partir de la célèbre base de chiffres manuscrits MNIST, où on voit en particulier le fonctionnement de l'algorithme du perceptron (Rosenblatt, 1958). Dans une deuxième partie, on voit le perceptron comme un neurone, avant de généraliser aux réseaux de neurones à une ou plusieurs couches cachées : fonctions d'activation (seuil, sigmoïde), lecture géométrique des régions du plan découpées par les neurones cachés, et théorème d'approximation universelle (Cybenko, 1989). On termine par les ingrédients mathématiques de l'apprentissage : fonction de perte, descente de gradient et rétropropagation.

Enseigner la logique, est-ce possible? Si oui, comment?

Format : conférence ou animation d'une journée entière (voire deux) avec atelier (participation des stagiaires),

Durée : 2 h à 6 h / 12 h (si 6 h ou plus, par tranche minimum de 3h consécutives),

Intervenant : Denis Gardes,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : uniquement sous le format Conférence.

Pour bien enseigner la logique en classe, il est nécessaire de posséder un bagage minimum (logique des propositions, des prédicats, connecteurs logiques, quantificateurs ...) pour analyser les différents types de raisonnements en mathématiques (raisonnement direct, par contraposée, par disjonction des cas, par équivalence, par l'absurde, par récurrence, par analyse-synthèse). Selon la durée choisie, nous aborderons ces différents points, nous examinerons les difficultés d'apprentissage de ces notions ainsi que les difficultés d'enseignement, nous terminerons par la présentation et l'analyse d'activités à mener en classe.

Le constructeur universel d'équations

Durée : 1 h de présentation + éventuellement 1 h de discussion/mise en pratique,

Intervenants : Sébastien Leurent, Arnaud Rousselle,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

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 pourra également s'intéresser à la façon de décrire les mathématiques utilisée 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.

L'objectif est de donner un point d'entrée sur les différentes questions se posant autour de cette machine et des mathématiques se retrouvant dans sa conception, mêlant analyse, algèbre et géométrie. Les axes d'utilisation sont les suivants :

1. point de vue historique de la question (nécessité d'inventer des moyens de résolution approchée d'équations polynomiales de degré arbitraire),
2. évolution du langage mathématique (basé sur des extraits de l'*Encyclopédie*),
3. difficultés techniques de la réalisation de la machine,
4. conception de versions virtuelles de la machine (par exemple sous GeoGebra).

Alternativement, il peut être prévu de réaliser une présentation d'une h, quelque peu adaptée, devant les élèves (essentiellement de seconde).

Ondes gravitationnelles : un voyage de la dynamique de trous noirs à la lumière d'un laser

Durée : une demi-journée (1.5 h + 1.5 h),

Intervenant : Jose-Luis Jaramillo,

Zone géographique : Côte-d'Or,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Après la première détection directe des ondes gravitationnelles par l'antenne gravitationnelle LIGO, le 14 septembre 2015, on compte aujourd'hui une cinquantaine de détections. Ces observations représentent : i) la confirmation d'une prédiction fondamentale de la dynamique de la Relativité Générale, ii) une mise en évidence de l'existence des binaires de trous noirs de type stellaire capables de fusionner dans une échelle de temps plus courte que l'âge de l'Univers, et iii) le début de l'astronomie des ondes gravitationnelles. Nous présentons ici les éléments de base pour une compréhension qualitative de ces points. La discussion est structurée autour de trois questions : quelle est la nature de ces ondes gravitationnelles ? Quelles sont leurs sources d'émission ? Comment peut-on les détecter ? Aucune connaissance de la Relativité Générale est assumée et l'accent sera mis sur les aspects conceptuels du problème.

Plan :

1. Nature des ondes gravitationnelles :
 - (a) Les marées dans la théorie de Newton.
 - (b) La notion de champ en Physique : de Newton à Poisson.
 - (c) Éléments de base de la Relativité Générale : de Poisson à Einstein.
 - (d) Les ondes gravitationnelles comme marées dynamiques en propagation.
2. Sources des ondes gravitationnelles :
 - (a) Mouvement orbital dans la théorie de Newton. Émission gravitationnelle d'une binaire.
 - (b) La notion de trou noir.
 - (c) Systèmes binaires de trous noirs.
 - (d) Les systèmes astrophysiques détectés.
3. Détection des ondes gravitationnelles :
 - (a) Ondes et interférence.
 - (b) Le laser et les interféromètres laser.
 - (c) L'antenne gravitationnelle LIGO et la détection des ondes gravitationnelles.
 - (d) Autres projets des « antennes gravitationnelles ».

Ondes sonores

Durée : une journée ou deux dem-journées ou équivalent en modules de 1h à 2h (sous condition géographique)

Intervenant : Jérôme Laurens,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Objectifs : Connaître les ondes acoustiques : propagation, effet Doppler, analyse spectrale, analyse temps/ fréquence. Connaître, renforcer ou approfondir les usages de GeoGebra, Python, Audacity,...

Cette formation peut se faire sur une journée, deux demi journées ou l'équivalent en modules de 1h à 2h (sous condition géographique). Elle alterne des temps de conférence pour présenter une modélisation mathématique autour des ondes sonores et des temps d'atelier pour en étudier la transposition informatique.

Une première moitié est consacrée à la propagation des ondes. On présente l'équation de transport puis l'équation des ondes pour terminer sur l'effet Doppler et ses applications. Les temps d'atelier sont consacrés à des illustrations immédiates du transport et de la propagation à l'aide de GeoGebra et Python. L'objet est de créer une application informatique de démonstration autour de l'effet Doppler par l'utilisation avancée de GeoGebra.

La deuxième moitié est consacrée à l'analyse des sons. On présente une modélisation de la vibration des cordes à partir de l'équation des ondes qui amène la transformation de Fourier et l'analyse temps / fréquence. Une ouverture vers les ondelettes est proposée pour la reconnaissance de la parole. Les temps d'ateliers sont utilisés autour du logiciel Audacity, de la programmation et de l'utilisation de modules Python pour la visualisation, la création et la modification des sons.

Panorama d'histoire des mathématiques

Durée : Plusieurs options sont possibles :

1. Format court : Exposé (1h30), suivi d'un éventuel débat ou de questions/réponses avec les participants.
2. Format demi-journée de formation : Exposé suivi d'un atelier de lecture et commentaire de textes originaux,

Intervenant : Frédéric Métin,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

La réforme des programmes du lycée introduit pour la première fois explicitement l'histoire des mathématiques à partir de la seconde. Cependant, les références historiques y sont présentées de manière lapidaire susceptible d'inquiéter les non-spécialistes. En effet, comment envisager d'évoquer en classe les œuvres d'un Viète, d'un Diophante ou d'un Dirichlet, lorsque l'on n'en a jamais abordé soi-même la lecture? Nous proposons une intervention multi-formats offrant d'abord aux participants un panorama des notions des nouveaux programmes de seconde (nombres et calculs, géométrie, fonctions, statistiques et probabilités, algorithmique) et de première (les mêmes + algèbre et analyse). Cette intervention peut être suivie d'ateliers d'analyse de textes ou d'une discussion.

Présentation de la plateforme pédagogique WIMS

Durée : 1 h d'exposé + éventuellement un TP de 2H pour prendre en main une classe Wims; une demi-journée supplémentaire est possible dans le cadre de la création d'exercices.

Intervenant : Julien Lyotard,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

Cette présentation a pour but de montrer de manière exhaustive l'éco-système autour de Wims. À travers des exemples concrets, l'ensemble des logiciels et bibliothèques intégrées est présenté afin de démontrer la pertinence des outils. Le fonctionnement de la communauté d'utilisateurs et de développeurs Wims sera explicité. Un exemple de classe en fonctionnement sera présenté. Quelques exemples de pédagogies mises en place seront détaillés afin d'entrevoir des utilisations possibles.

Programmation en python

Durée : deux à trois séances de 1h30 (à discuter),

Intervenant : Sébastien Leurent,

Besoins logistiques : un ordinateur pour chaque participant (salle informatique ou ordinateurs personnels des participants), tableau noir (ou blanc) et vidéoprojecteur utilisables simultanément,

Possibilité d'intervention en visio-conférence : non.

Cette formation peut se décliner à différents niveaux de difficulté selon les besoins (pour parler des principes de base ou de questions plus avancées). L'objectif est de coller au plus près des questions et difficultés rencontrées par les enseignants qui utilisent (ou souhaitent utiliser) la programmation en python lors de leurs enseignements. En conséquence les participants sont encouragés à poser des questions à l'avance (par courriel ou lors d'une séance pour la séance suivante). Les séances se veulent aussi interactives que possibles, en mettant un accent sur la réponse aux questions précises posées avant la séance et la présentation des points clés de programmation et/ou du langage python afférents.

Temps d'échange autour d'ateliers à destination d'élèves de primaire

Durée : selon la ou les thématique(s) retenue(s),

Intervenant(s) : selon la ou les thématique(s) retenue(s),

Possibilité d'intervention en visio-conférence : oui.

Un catalogue, disponible à partir de ce lien, présente les ateliers proposés par l'IMB et l'IREM de Dijon à destination des élèves de primaire. Nous proposons un temps d'échange autour d'un ou plusieurs de ces ateliers (à choisir en amont de l'intervention). Ceci pourrait permettre leur mise en œuvre par les équipes des laboratoires de mathématiques dans les écoles de leur bassin, par exemple dans le cadre de la liaison École-Collège.