

Applications des mathématiques

1. Dotation horaire

Niveaux	1	2	3	4
Option spécifique	0/0	2/2	2/2	3/3
Option complémentaire	0/0	0/0	2/2	2/2

Les élèves qui ont comme option spécifique *Physique et Applications des mathématiques* doivent aussi suivre le cours de mathématiques *niveau avancé*.

2. Objectifs généraux

L'enseignement des *Applications des mathématiques* est complémentaire de celui des mathématiques. Il vise donc les mêmes objectifs généraux. Mais en plus, il permet à l'élève de comprendre et d'expérimenter des méthodes d'investigation.

Cet enseignement revêt un caractère interdisciplinaire, motivant et ouvert. L'élève apprendra à conduire une démarche pragmatique visant l'efficacité et le résultat en utilisant - en situation - ses connaissances mathématiques. Il mettra en œuvre des outils de résolution qui s'appliquent aux mathématiques elles-mêmes et à d'autres domaines tels que nature, société, économie ou technique.

3. Objectifs fondamentaux

Connaissances

- Connaître des outils et méthodes mathématiques et informatiques pour l'élaboration de modèles, la production de résultats numériques et la représentation d'objets spatiaux
- Connaître certains aspects historiques de l'interaction des mathématiques avec les autres sciences

Savoir-faire

- Exprimer mathématiquement les faits et règles qui régissent un modèle
- Comprendre et conduire une démarche algorithmique qui construit pas à pas la solution d'un problème
- Savoir utiliser les instruments les plus appropriés pour analyser des situations concrètes
- Garantir la qualité d'une estimation en analysant les sources d'erreurs
- Résoudre des problèmes de géométrie de l'espace
- Formuler de manière claire ses expériences, ses démarches et ses réflexions

Attitudes

- Rester critique face à des résultats numériques
- Être conscient des avantages et des limites de l'utilisation d'un modèle mathématique pour décrire une réalité

4. Objectifs sommaires/ Contenus/ Matières apparentées

4.1 Applications des mathématiques: option spécifique

Objectifs sommaires	Contenus	Matières apparentées
<p>OS, 2-ème année :</p> <p>Savoir entrer, exécuter, tester et modifier des programmes donnés. Etre capable de mettre en oeuvre les premiers éléments d'un logiciel mathématique (des compléments seront apportés ultérieurement, au fur et à mesure des besoins).</p> <p>Un problème concret étant donné, savoir poser les équations. Comprendre quelques méthodes numériques (résolution à la main). Savoir résoudre des équations au moyen d'un logiciel.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Premier semestre</i></p> <p>Initiation à Mathematica :</p> <ul style="list-style-type: none"> • § 1 Aperçu • § 2 Premiers principes • § 3 Listes (exemples choisis) <p>Systèmes linéaires § 1 Systèmes réguliers</p> <ul style="list-style-type: none"> • Circuits électriques à courants continus. Lois de Kirchhoff • Résolution de systèmes linéaires réguliers par réduction à la forme triangulaire • Résolution de systèmes linéaires avec <i>Mathematica</i> <p style="text-align: center;"><i>Deuxième semestre</i></p> <p>Equations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • § 1 Problèmes conduisant à une équation du type $f(x) = 0$ • § 2 & § 3 Résolution d'équations du type $f(x) = 0$ (méthode graphique, pseudo-Newton, point fixe, méthodes NSolve et FindRoot) <p>Interpolation</p> <ul style="list-style-type: none"> • § 1 Exemples d'interpolation polynomiale et trigonométrique • § 2.1 Interpolation orthogonale 	<p>Initiation à un logiciel mathématique.</p> <p>Physique, électricité.</p> <p>Equations et approximations.</p> <p>Algorithmes et notions de base d'informatique.</p> <p>Méthodes numériques.</p>

Objectifs sommaires	Contenus	Matières apparentées
<p>OS, 3-ème année :</p> <p>Résoudre des systèmes linéaires avec et sans ordinateur.</p> <p>Acquérir la notion de fonction de plusieurs variables.</p> <p>Modéliser diverses situations dont certaines relèvent de la physique.</p> <p>Acquérir de l'intuition géométrique.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Premier semestre</i></p> <p>Systèmes linéaires § 2 Systèmes singuliers</p> <p>Fonctions de plusieurs variables</p> <ul style="list-style-type: none"> • § 1 Relations et fonctions • § 2 Dérivées partielles • § 3 Différentielle d'une fonction d'une variable • § 4 Différentielles partielles • § 5 Différentielle totale <p style="text-align: center;"><i>Deuxième semestre</i></p> <p>Projections et ajustements :</p> <ul style="list-style-type: none"> • § 1 Projections parallèles • § 2 Projections orthogonales • § 3 Ajustements au sens des moindres carrés 	<p>Algèbre linéaire et géométrie.</p> <p>Analyse et géométrie.</p> <p>Physique (avec TP).</p> <p>Géométrie 3D.</p>

Objectifs sommaires	Contenus	Matières apparentées
<p>OS, 4-ème année :</p> <p>Pratiquer l'interdisciplinarité : les aspects expérimentaux sont traités dans le cours de <i>Physique</i> et les aspects formels dans le cours <i>Applications des mathématiques</i>.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Premier semestre</i></p> <p><u>Chapitre interdisciplinaire (en commun avec la Physique) :</u></p> <p>Circuits électriques à courants alternatifs stationnaires et nombres complexes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombres complexes • Tension et courant alternatifs • Circuit RLC série • Lois de Kirchhoff <p>Circuits électriques à courants alternatifs stationnaires, application aux filtres</p>	<p>Mathématiques.</p> <p>Physique, électricité.</p>
<p>Etre capable de modéliser certains problèmes simples par une équation différentielle.</p> <p>Savoir résoudre une équation différentielle graphiquement et par ordinateur.</p> <p>Savoir résoudre analytiquement certaines équations différentielles.</p> <p>Comprendre une méthode numérique de résolution.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Deuxième semestre</i></p> <p>Equations différentielles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modélisation de problèmes conduisant à des équations différentielles • Résolution d'équations différentielles: <ul style="list-style-type: none"> * graphiquement (champ de directions) * au moyen d'un logiciel mathématique * par une méthode numérique (Euler, Heun ...) * analytiquement pour certaines équations, en particulier celles décrivant des phénomènes périodiques de la physique 	<p>Dynamique des populations.</p> <p>Géométrie et familles de courbes.</p> <p>Physique: mécanique (oscillateurs harmonique, amorti, stimulé périodiquement) ; électricité, ...</p> <p>Etc.</p>

4.2 Applications des mathématiques: option complémentaire

Objectifs sommaires	Contenus	Matières apparentées
<p>OC, 3-ème et 4-ème années :</p> <p>Etre capable de modéliser certains problèmes simples par une équation différentielle.</p> <p>Savoir résoudre une équation différentielle graphiquement et par ordinateur.</p> <p>Savoir résoudre analytiquement certaines équations différentielles.</p> <p>Comprendre une méthode numérique de résolution.</p>	<p>1. Nombres complexes</p> <p>2. Equations différentielles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modélisation de problèmes conduisant à des équations différentielles • Résolution d'équations différentielles: <ul style="list-style-type: none"> * graphiquement (champ de directions) * au moyen d'un logiciel mathématique * par une méthode numérique (Euler, Heun ...) * analytiquement pour certaines équations, en particulier celles décrivant des phénomènes périodiques de la physique <p>3. Chapitres choisis</p> <ul style="list-style-type: none"> • A définir d'entente avec les élèves... 	<p>Physique, électricité.</p> <p>Dynamique des populations.</p> <p>Géométrie et familles de courbes.</p> <p>Physique: mécanique (oscillateurs harmonique, amorti, stimulé périodiquement) ; électricité, ...</p> <p>Etc.</p>

5. Indications méthodologiques et didactiques

5.1 Considérations générales

Les *Applications des mathématiques* permettent de mettre en oeuvre des démarches didactiques variées, en particulier de travailler en groupes et d'effectuer des recherches personnelles. Ce peut être également l'occasion de réaliser un petit projet, de présenter un travail sous la forme d'un exposé, etc.

5.2 Moyens informatiques

Tant pour les cours que pour les exercices, chaque élève doit disposer d'un ordinateur de l'école.

Le système informatique doit offrir, entre autres, un logiciel mathématique incluant calcul numérique et symbolique, fonctions mathématiques avancées, graphisme, langage de programmation, traitement de listes de données et bibliothèques.

6. Interdisciplinarité

Les *Applications des mathématiques*, situées au carrefour des mathématiques, de l'informatique et des sciences naturelles, offrent un terrain idéal pour un mode d'enseignement interdisciplinaire.

En troisième année OS, un sujet au moins doit être traité en relation étroite avec la physique. De plus, en quatrième année, un sujet interdisciplinaire doit être traité en commun par les cours d'option spécifiques de physique et d'*Applications des mathématiques*.

C'est ainsi que les *Applications des mathématiques* permettent de transformer en savoir-faire plus pratique les connaissances acquises dans d'autres disciplines comme les mathématiques, la physique et l'informatique. Réciproquement, elles permettent de compléter et de renforcer les connaissances en mathématiques, en physique et en informatique.

Suivant les chapitres choisis, les *Applications des mathématiques* peuvent également ouvrir de nouvelles perspectives sur des matières telles que l'économie, la finance, la géographie, ...

Les professeurs concernés :

Nicolas Gremaud

Eugène Pasquier

Juillet 2009