

**Calcul scientifique (analyse)**  
**Scientific Computing (a)**

**Code cours** *Course code:* **CSA**

**Crédits ECTS** *ECTS Credits:* **3,5**

<b>Département</b> <i>Department</i>	: IA	<b>Cours</b> <i>Lectures</i>	:32h30
<b>Coordonnateurs</b> <i>Lecturers</i>	: A. Nait-ali	<b>T.D.</b> <i>Tutorials</i>	: 35h00
<b>Période</b> <i>Year of study</i>	: 2 <sup>e</sup> année <i>2<sup>nd</sup> year</i>	<b>T.P.</b> <i>Laboratory sessions</i>	:
<b>Semestre</b> <i>Semester</i>	: 3 <sup>e</sup> semestre <i>3<sup>rd</sup> semester</i>	<b>Horaire global</b> <i>Total hours</i>	: 67h30
<b>Evaluation</b> <i>Assessment method(s)</i>	: 2 examens écrits <i>2 written exams,</i>		
<b>Langue d'instruction</b> <i>Language of instruction</i>	: Français <i>French</i>		
<b>Type de cours</b> <i>Type of course</i>	: Obligatoire <i>Compulsory</i>		
<b>Niveau</b> <i>Level of course</i>	: Graduate		

**Compétences attendues:** Acquérir les bases d'analyse mathématiques des méthodes numériques classiques utilisées pour la résolution des problèmes physiques de l'ingénieur. Cela afin d'étudier et appréhender au mieux les principes fondamentaux de discrétisation des méthodes aux différences finies, aux volumes finis et aux éléments finis. Fournir la capacité de choisir une stratégie de résolution numérique en adéquation au problème posé.

**Pré-requis:** Calcul différentiel, algèbre linéaire, calcul matriciel.

**Contenu :** Ce cours est divisé en trois parties et comporte un projet de méthodes numériques

**Partie 1: Analyse mathématique**

- Généralités sur les EDP et problèmes aux limites.
- Équations et système hyperboliques à deux variables.
- Système hyperboliques et discontinuités.
- Formulation faible et Théorie des distributions.
- Espace de Sobolev.
- Brève introduction de la méthode des éléments finis.
- Algorithmes de gradient.
- Optimisation non-linéaire sous contrainte.
- Méthodes de Lagrangien.

**Partie 2: Optimisation**

- Calcul des variations.
- Méthode de descente.

**Projet de méthodes numériques**

**Bibliographie :**

1. R. Petit *L'outil mathématique pour la physique* Dunod, 1998.
2. H. Attouch, G. Buttazzo, G. Michaille. *Variational analysis in Sobolev and BV space: application to PDEs and Optimization.* MPS-SIAM Book Series on Optimization 6, December 2005.

**Expected competencies:**

To acquire the basics of mathematical analysis of classical numerical methods used to solve the physical problems encountered by the engineer. To study and to know the fundamentals of discretization of methods applied to finite differences, finite volumes and finite elements. To provide the ability to choose a numerical resolution strategy adapted to the problem.

**Prerequisites:** Differential calculus, linear algebra, matrix calculus.

**Content:** This course is divided into three parts and includes a numerical methods project

**Part 1: Mathematical analysis**

- General information on PDE and boundary problems.
- Two-variable hyperbolic equations and systems.
- Hyperbolic system and discontinuities.
- Weak formulation and Theory of distributions.

- Sobolev Space
- Brief introduction to the finite element method.

### **Part 2: Optimisation**

- Variation calculation
- Proof by descent.
- Gradient descent.
- Non-linear optimization under constraint.
- Lagrangian methods.

### **Numerical Methods Project**

#### **Recommended reading:**

1. R. Petit *L'outil mathématique pour la physique* Dunod, 1998.
2. H. Attouch, G. Buttazzo, G. Michaille. *Variational analysis in Sobolev and BV space: application to PDEs and Optimization*. MPS-SIAM Book Series on Optimization 6, December 2005.