

## Outils Mathématiques pour l'Ingénieur 3

Année	Semestre	Heures Présentielles	Répartition				Heures travail personnel	Heures total	ECTS
			Cours	TD	TP	Projets			
4	S7	32	16	12	4	-			<b>2</b>

**Responsable : Jérôme Bastien**

**Équipe enseignante : Jérôme Bastien**

**Langue d'enseignement : Français**

**Pré requis : Outils Mathématiques pour l'Ingénieur 2**

**Compétences et connaissances visées :**

- Mettre en œuvre les outils de l'analyse complexe dans le cadre de modèles analytiques de mécanique des fluides (dans le cas d'écoulements plans potentiels)
- Mettre en œuvre les fonctions de Green (méthode de convolution) pour la résolution d'équations différentielles
- Introduction aux distributions : exemples introductifs. Comprendre les formulations faibles de problèmes modèles (lien avec Théorème des Travaux Virtuels) et leurs utilisations

**Programme :**

**Objectifs du programme :**

Acquérir les outils de base de l'analyse complexe et des distributions.

**Description du programme :**

Partie Analyse complexe :

- Fonctions analytiques et fonctions holomorphes
- Conditions de Cauchy-Riemann
- Séries entières
- Fonctions usuelles sur le corps des complexes, fonctions logarithme et puissance
- Théorème de Cauchy
- Singularités isolées d'une fonction holomorphe
- Théorème des résidus
- *Applications* : calcul d'intégrales et de séries
- Transformations conformes
- *Applications* : étude d'écoulements plans potentiels

Partie Distributions :

- Généralités et propriétés (dérivation, limite, produit), introduits sur un exemple de RDM.
- Distribution de Dirac, fonction de Heaviside
- Produit de convolution pour les distributions
- *Applications* : fonctions de Green pour la résolution d'équations différentielles (méthode de convolution)
- *Applications* : formulations faibles de problèmes modèles (lien avec Théorème des Travaux Virtuels) et petite introduction aux principes généraux de la méthode des éléments finis.

**Supports pédagogiques :**

**Voir pages suivantes**

Les différents documents de cours, TD et TP sont disponibles sur  
<http://utbmjb.chez-alice.fr/Polytech/OMI3.html>

Les ouvrages de références les plus utilisés dans ce cours sont les suivants :

- Deux petits ouvrages couvrant très largement le domaine des mathématiques pour l'ingénieur (au delà du programme de ce cours) et assez concis :
  - R. GUÉRIN et al. *Que savez-vous de l'outil mathématique ? : mathématiques à l'usage des mécaniciens. Fascicules 1 à 6. Math méca. À l'usage des élèves ingénieurs et des étudiants en mécanique.* Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 620.001 5 PLU, 5 ième étage). Cépaduès, 2004
  - D. FREDON. *Mathématiques pour les sciences de l'ingénieur. aide-mémoire.* Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 519 FRE, 4 ième étage). Dunod, 2003.
- Sur les distributions, un ouvrage assez pédagogique :
  - C. GASQUET et P. WITOMSKI. *Analyse de Fourier et applications. filtrage, calcul numérique, ondes.* Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 519.4 GAS, 4 ième étage). Dunod, 2003
- Sur les distributions, deux ouvrages un peu théoriques mais complets (ces ouvrages contiennent aussi une petite partie sur les fonctions complexes) :
  - M. KIBLER. *Éléments de mathématiques pour la physique et la chimie. avec 230 exemples et 230 exercices et problèmes.* Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 530.15 KIB, 4 ième étage). scientifiques GB, 2001
  - R. PETIT. *L'outil mathématique pour la physique.* Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 530.15 PET, 4 ième étage). Dunod, 1998.
- Sur les fonctions complexes, un ouvrage un peu théorique mais complet :
  - J.-F. PABION. *Éléments d'analyse complexe. Licence de mathématiques.* Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 515.9 PAB, 4 ième étage). Ellipses-Marketing, 1995
- Sur les fonctions complexes et leurs applications en mécanique des fluides, un ouvrage de référence :
  - M. J. ABLOWITZ et A. S. FOKAS. *Complex variables : introduction and applications.* Ouvrage disponible à la bibliothèque de Mathématiques de Lyon 1 (cote : 30 ABLOWITZ, niveau -1). Cambridge University Press, 2003
- Bonne introduction aux fonctions complexes :
  - p. 65 à 90 du fascicule 5 de R. GUÉRIN et al. *Que savez-vous de l'outil mathématique ? : mathématiques à l'usage des mécaniciens. Fascicules 1 à 6. Math méca. À l'usage des élèves ingénieurs et des étudiants en mécanique.* Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 620.001 5 PLU, 5 ième étage). Cépaduès, 2004
- Bonnes introductions aux distributions et aux fonctions complexes :
  - chap. 4 et 5 de Y. LEROYER et P. TESSON. *Mathématiques de l'ingénieur. rappels de cours, méthodes, exercices et problèmes avec corrigés détaillés.* Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 519 LER, 4 ième étage). Dunod, 2009
- Sur le web, vous pourrez trouver de gros ouvrages un peu théoriques (mais accessibles, au sens informatique du terme!) :
  - Quelques rappels sur les nombres complexes, théorie des fonctions holomorphes : A. GIROUX. *Analyse complexe. Notes de cours.* <http://www.dms.umontreal.ca/~giroux/documents/analyseC00.pdf>. Département de mathématiques et statistique, Université de Montréal., 2004;
  - Un ouvrage complet sur les fonctions complexes : P. DOLBEAULT. *Analyse complexe.* Collection Maîtrise de Mathématiques Pures. [Collection of Pure Mathematics for the Master's Degree]. <http://>

- [//carlofficoli.free.fr/D/Dolbeault\\_P.-Analyse\\_complexe.pdf](http://carlofficoli.free.fr/D/Dolbeault_P.-Analyse_complexe.pdf). Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 515 DOL, 4 ième étage). Paris : Masson, 1990, pages viii+242 ;
- Éléments sur les fonctions complexes et les distributions : J. HARTHONG. *Cours d'analyse*. <http://cel.archives-ouvertes.fr/cel-00519301>. 2010 ;
  - Un recueil assez complet sur les distributions : I. S. CIUPERCA. *Méthodes mathématiques pour l'ingénieur 2*. <http://math.univ-lyon1.fr/~ciuperca/cours-mmi2.pdf> ;
  - En guise de révision (ou d'introduction) à l'intégration de Lebesgue et aux espaces de Hilbert et en guise d'introduction aux distributions : chapitres IV, V, VIII et IX de C. GASQUET et P. WITOMSKI. *Analyse de Fourier et applications. filtrage, calcul numérique, ondelettes*. Ouvrage disponible à la bibliothèque Sciences de Lyon 1 (cote : 519.4 GAS, 4 ième étage). Dunod, 2003 ;
  - Une très bonne introduction simplifiée aux éléments finis : K. SALEH. *Introduction à la méthode des éléments finis*. [http://math.univ-lyon1.fr/~saleh/Docs/MEF/CoursUFE\\_KhaledSaleh.pdf](http://math.univ-lyon1.fr/~saleh/Docs/MEF/CoursUFE_KhaledSaleh.pdf). Cours d'introduction à la méthode des éléments finis destiné aux étudiants de troisième année de la Faculté d'ingénierie de l'Université Française d'Égypte. 2011

On pourra aussi consulter Wikipédia aux rubriques suivantes :

- Série Entière : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Série\\_entière](http://fr.wikipedia.org/wiki/Série_entière)
- Fonction holomorphe : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction\\_holomorphe](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_holomorphe)
- Exponentielle réelle et complexe : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction\\_exponentielle](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_exponentielle)
- Logarithme complexe : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Logarithme\\_complexe](http://fr.wikipedia.org/wiki/Logarithme_complexe)
- Le théorème des résidus : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Théorème\\_des\\_résidus](http://fr.wikipedia.org/wiki/Théorème_des_résidus)
- Les distributions : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Distribution\\_\(mathématiques\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Distribution_(mathématiques))

On pourra aussi consulter trois extraits, concis et pédagogiques de la revue M. BOUSQUET et M.-L. CUZACQ. *Magazine Questions Clés Sciences ; 100 théories scientifiques expliquées en un clin d'œil !* Tome 23. Paris : ÉSI, 18 août 2018 : Les nombres complexes (pages 70 et 71), Les séries entières (pages 72 et 73) et La théorie des distributions (pages 90 et 91), disponibles sur Internet aux adresses suivantes : [http://utbmjb.chez-alice.fr/Polytech/OMI3/Questions\\_Cles\\_Sciences\\_100\\_theories\\_complexe.pdf](http://utbmjb.chez-alice.fr/Polytech/OMI3/Questions_Cles_Sciences_100_theories_complexe.pdf), [http://utbmjb.chez-alice.fr/Polytech/OMI3/Questions\\_Cles\\_Sciences\\_100\\_theories\\_series\\_entieres.pdf](http://utbmjb.chez-alice.fr/Polytech/OMI3/Questions_Cles_Sciences_100_theories_series_entieres.pdf) et [http://utbmjb.chez-alice.fr/Polytech/OMI3/Questions\\_Cles\\_Sciences\\_100\\_theories\\_distributions.pdf](http://utbmjb.chez-alice.fr/Polytech/OMI3/Questions_Cles_Sciences_100_theories_distributions.pdf).

D'autres URL sont données dans le polycopié de cours.