

**OFFRE DE FORMATION
L.M.D.**

MASTER ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Hassiba ben Bouali de Chlef	Sciences Exacte et informatique	Mathématiques

Domaine	Filière	Spécialité
Mathématiques- Informatique	Mathématiques	Biomathématiques

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

عرض تكوين

ل. م. د

ماستر أكاديمي

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
قسم الرياضيات	العلوم الدقيقة والإعلام الآلي	جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف

التخصص	الشعبة	الميدان
الرياضيات الحيوية	رياضيات	رياضيات والإعلام الآلي

Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF : Modélisation I									
Méthodes de modélisation mathématiques I	67h30	3h	1h30			3	6	33%	67%
Dynamique de population I	67h30	3h	1h30			3	6	33%	67%
Systemes Dynamiques et Applications I	45h	1h30	1h30			3	6	33%	67%
UE méthodologie									
Introduction à la théorie de bifurcation	67h30	3h	1h30			2	4	33%	67%
Analyse fonctionnelle I	45h	1h30	1h30			2	3	33%	67%
Méthode des Différences et Volumes finis	67h30	1h30	1h30	1h30		1	2	33%	67%
UE découverte									
Anglais Scientifique	22h30	1h30				3	3		100%
Total Semestre 1	382h30	15h	09h	1h30		17	30		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF : Modélisation II									
Méthodes de modélisation mathématiques II	67h30	3h	1h30			3	6	33%	67%
Dynamique de population II	67h30	3h	1h30			3	6	33%	67%
Systèmes Dynamiques et Applications II	45h	1h30	1h30			3	6	33%	67%
UE méthodologie									
Applications de la théorie de la bifurcation en biomathématiques	45h	1h30	1h30			2	4	33%	67%
Systèmes discrets et application en biologie	45h	1h30	1h30			2	3	33%	67%
Analyse fonctionnelle II	45h	1h30	1h30			1	2	33%	67%
UE découverte									
Initiation à LaTeX	45h	1h30		1h30		3	3	100%	
Total Semestre 2	360h	13h30	09h	1h30		17	30		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF : Modélisation III									
Méthodes de modélisation mathématiques III	67h30	3h	1h30			3	6	33%	67%
Dynamique de population III	67h30	3h	1h30			3	6	33%	67%
Systèmes Dynamiques et Applications III	45h	1h30	1h30			3	6	33%	67%
UE méthodologie									
Analyse fonctionnelle III	45h	1h30	1h30			1	2	33%	67%
Analyse convexe et dualité	45h	1h30	1h30			1	2	33%	67%
Systèmes différentiels	67h30	3h	1h30			3	5	33%	67%
UE découverte									
Ethique et déontologie de travail	22h30	1h30				3	3		100%
Total Semestre 3	360h	15h	9h			17	30		

4- Semestre 4 :

Domaine : Sciences
Filière : Mathématiques
Spécialité : Biomathématiques

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	/	/	/
Stage en entreprise	/	/	/
Séminaires	/	/	/
Mémoire	337h30	17	30
Total Semestre 4	337h30	17	30

Projet de fin d'étude : Travail en autonomie par monôme ou binôme sur un sujet de recherche d'actualité proposé par un (des) encadreur(s) de l'équipe pédagogique, sanctionné par un mémoire et une soutenance devant un jury.

5- Récapitulatif global de la formation :

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	337h30	247h 30	67h30	/	652h30
TD	202h30	202h30	/	/	405h
TP	/	22h30	22h30	/	45h
Travail personnel	472h30	195 h	90h	/	757h30
Mémoire	220h	/	/	/	220h
Total	1232h30	667h30	180h	/	2080h
Crédits	81	34	5	/	120
% en crédits pour chaque UE	67.5%	28.33%	4.17%	/	100%

Programme détaillé par matière
(1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S1

Intitulé de la matière : Méthodes de modélisation mathématiques I

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de fournir une connaissance minimale de la construction de différents modèles qui ont une relation directe avec l'interaction naturelle.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse réelle, équations différentielles ordinaires et en probabilité classique.

Contenu de la matière :

1. Modèle de dynamique d'une seule population
2. Deux populations en interaction.
3. Modèles de communauté.
4. Autres exemples de modèles biologiques.

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

1. J. Istas, Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant, Mathématiques & Applications 34, 2000.
2. O. Diekmann and J.A . P Heesterbeek, Mathematical epidemiology of infectious diseases, Wiley Series in Mathematical and Computational Biology, John & Sons Ltd, Chichester, 2000.
3. G. F. Webb : Theory of Nonlinear Age dependent Population Dynamics. New York and Basel 1985.
4. L. Edelstein-Keshet, Mathematical models in biology, The Random House, Birkhauser Mathematics Series, Random House Inc., New York 1988.
5. Smith, Hal L., and Horst R. Thieme. Dynamical systems and population persistence. Vol. 118. American Mathematical Soc., 2011.
6. Diekmann, Odo, Hans Heesterbeek, and Tom Britton. "Mathematical tools for understanding infectious disease dynamics." Mathematical Tools for Understanding Infectious Disease Dynamics. Princeton University Press, 2012.
7. Li, Xue-Zhi, Junyuan Yang, and Maia Martcheva. Age Structured Epidemic Modeling. Vol. 52. Springer Nature, 2020.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S1

Intitulé de la matière : Dynamique de population I

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de fournir une bonne connaissance sur la dynamique de population afin de bien planifier pour subvenir à leurs futurs besoins.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse réelle, Algèbre linéaire, et équations différentielles ordinaires.

Contenu de la matière :

1. Rappel sur les équations différentielles ordinaire et sur le problème de Cauchy
 - Définitions, Existence, Unicité, Stabilité
2. Quelques applications des équations différentielles en biologie
 - Modèle de Malthus
 - Modèle de Verhulst

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne) .

Références :

1. L. Edelstein-Keshet. *Mathematical models in biology*. Classics in Applied Mathematics 46. SIAM, 2005.
2. F.C. Hoppensteadt. *Mathematical methods of population biology*. Cambridge Studies in Mathematical Biology 4. Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
3. J. Istaş. *Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant*. SMAI. Springer Verlag, Heidelberg, 2000.
4. J.D. Murray. *Mathematical biology I. An introduction*. Interdisciplinary Applied Mathematics, 3rd Ed. Springer Verlag, Heidelberg, 2001.
5. L. Perko. *Differential Equations and Dynamical Systems*. Texts in Applied Mathematics 7. 2nd Ed. Springer Verlag, New-York, 1996.
6. Bruno Anselme, *Biomathématiques, Outils, méthodes et exemples*, Dunod, Paris, 2015.
7. Raina S. Robeva, James R. Kirkwood, Robin L. Davies, Leon S. Farhy, Michael L. Johnson, Boris P. Kovatchev, and Marty Straume, *An Invitation to Biomathematics*, Academic Press is an imprint of Elsevier, 2008.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S1

Intitulé de la matière : Systèmes Dynamiques et Applications I

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal du cours est de permettre à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales sur les équations différentielles.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances élémentaires en analyse et en algèbre linéaire.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Propriétés générales des équations différentielles

- Introduction aux équations différentielles
- Existence et unicité des solutions
- Trajectoires, orbites et ensembles limites
- Champ de vecteurs, portraits de phase et isoclines
- Le flot d'une équation différentielle
- Ensemble invariant

Chapitre 2 : Matrices

- Opérations matricielles
- Systèmes des équations linéaires
- Matrices inversibles
- Déterminants
- Vecteurs propres et valeurs propres

Chapitre 3 : Équations différentielles linéaires autonomes

- Introduction
- Exponentielle de matrices
- Calcul de l'exponentielle de matrices
- Forme des solutions
- La résolvante

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1ère session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

1. Andronov A.A., Leontovich E.A., Gordon I.I, Maier A.G., "Qualitative theory of second-order dynamic systems," John Wiley & Sons.Inc., New-York, 1973.
2. Anosov D.V., Arnold V.I., "Dynamical systems I. Encyclopaedia of Mathematical Sciences," Vol. 1, Springer-Verlag, 1988.
3. K. Boudjema Djeflal., Mémoire de Magister (2011) Les coordonnées Blowing-up.

4. Brighi B., On a similarity boundary layer equation. Zeitschrift fur Analysis und ihre wendungen, Vol.21 (2002) 4, 931-948.
5. Brighi B., Sari T., Blowing-up coordinates For a similarity boundary layer equation. Zeitschrift fur Analysis und ihre wendungen(2000).
6. Charles-Michel M., Ph.Pilibossian., "Géométrie Différentielle avec 80 figures" ellipses.
7. Coppel W.A., On a Differential Equations of boundary layer theory. Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. A 253 (1960) 101-136.
8. F. Dumortier, J. Llibre, J. C. Artés, Qualitative theory of planar differential systems, Springer, 2006. Wiley-Intersciences, 1969.
9. Hartmann P., "Ordinary Dieretial Equations," Wiley, New York, 1964.
10. J.H. Hubbard., B.H. West., "Differential Equations : A Dynamical Systems Approach HigherDimensional systems", Springer-Verlag, 1995.
11. Jean-Pierre Françoise Oscillationsen biologie Analyse qualitative et modèles ISBN-10 3-540-25152-9 Springer Berlin Heidelberg New York ISBN-13 978-3-540-25152-1 Springer Berlin Heidelberg New York.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S1

Intitulé de la matière : Introduction à la théorie de bifurcation

Crédits : 04

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement :

Ce module est une introduction aux concepts de bases de la théorie de bifurcation, méthodes et applications d'analyse qualitative.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant admis en cette matière doit avoir acquis les bases d'analyse mathématique ainsi que des notions générales sur les équations différentielles ordinaires.

Contenu de la matière :

1. Rappels sur la théorie générale des Systèmes dynamiques

- Les théorèmes fondamentaux
- Dépendance continue par rapport aux données initiales
- La stabilité

2. Introduction à la théorie de Bifurcation

- Notion de la bifurcation.
- Bifurcation de points singuliers de co-dimension 1
 - 1- Bifurcation col- nœud fourche
 - 2- Bifurcation transcritique
 - 3- Bifurcation fourche
 - 4- Bifurcation de Hopf

3. Application

- Systèmes de Lotka-Volterra
- Systèmes d'Euler
- Modèle de Lorenz

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

- 1- Alain Goriely. "Integrability and nonintegrability of dynamical systems". World scientific. 2001.
- 2- Coddington, E. A., & Levinson, N. "*Theory of ordinary differential equations*". McGraw-Hill 1955.
- 3- Andreas Buttenschoen, Thoùas Hillen. "Non-Local Cell Adhesion Models: Steady States and Bifurcations". Springer. 2021.
- 4- Yuri A. Kuznetsov, Hil G. E. Meijer, "Numerical Bifurcation Analysis of Maps". Cambridge University Press 2019.
- 5- Luo A.C.J. "*Bifurcation and stability in nonlinear dynamical systems*". Spring. 2019.

- 6- Gerard Iooss, Daniel D. Joseph. Elementary Stability and Bifurcation Theory. Springer Science and Business Media 2012.
- 7- Shangkiang Guo, Jianhong Wu. Bifurcation Theory of Functional Differential Equation. Springer-Verlag New York 2013
- 8- Perko. L. Differential Equations and Dynamic Systems. Springer Verlag. 1991.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S1

Intitulé de la matière : Analyse fonctionnelle I

Crédits : 03

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal de la matière est de donner aux étudiants les fondements de base de l'analyse fonctionnelle, les différents espaces de fonctions ainsi que les différents types de convergences.

Connaissances préalables recommandées :

Topologie, Mesure et intégration, Analyse Hilbertienne.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 :

1. Espaces de Banach–séparabilité
2. Espaces d'applications linéaires continues, extraction diagonale
3. Duales topologiques, suites bornées d'applications linéaires continues

Chapitre 2 :

1. Théorème de Riesz, complété d'un espace métrique et d'un espace normé
2. Introduction aux opérateurs compacts
3. Théorème de Hahn Banach
4. Séparation des convexes
5. Théorème de Baire, Banach-Steinhaus, du graphe fermé et de l'application ouverte.

Chapitre 3 :

1. Espaces de fonctions continues
2. Théorème d'Ascoli
3. Théorème de Stone Weierstrass.

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1ère session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

- 1- H. Brezis, Analyse Fonctionnelle et applications, Masson, 1983.
- 2- E. Zeidler, Applied Functional Analysis Applications to mathematical Physics Vol. 108 et 109). Springer 1997.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S1

Intitulé de la matière : Méthode des Différences et Volumes Finis

Crédits : 02

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement :

Savoir discrétiser, analyser les schémas numériques, l'accent est mis sur la programmation sur ordinateur

Connaissances préalables recommandées :

Analyse 3,4 et algèbre linéaire

Contenu de la matière :

1. Rappel de quelques outils d'analyse numérique : Méthode de Newton pour la résolution des équations non linéaires ; Interpolations de Lagrange et Hermite ; Quelques méthodes de l'intégration numérique.
2. Méthode de différences finies pour quelques modèles en Physique : Les principes de la méthode de différences finies ; Méthode de différences finies pour quelques modèles en Physique.
3. Méthode de volumes finis pour quelques modèles en Physique : Les principes de la méthode de volumes finis ; Méthode de volumes finis pour l'équation de chaleur ; Méthode de volumes finis pour l'équation des ondes ; Méthode de volumes finis pour l'équation de transport ; Méthode de volumes finis pour l'équation de Schrödinger.

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1ère session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

1. P. G. Ciarlet, Introduction a l'analyse numérique et matricielle, Masson, 1988.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S1

Intitulé de la matière : Anglais Scientifique

Crédits : 03

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

Le but de cette unité d'enseignement est double : il doit non seulement assurer une conversation courante en langue anglaise, mais doit aussi permettre aux étudiants de lire, comprendre et écrire des documents techniques dans le domaine des mathématiques en langue anglaise.

Connaissances préalables recommandées :

Anglais 1 et 2.

Contenu de la matière :

1. Acquisition du vocabulaire spécialisé de l'anglais mathématique
2. Préparation à la recherche : langue écrite
3. Approche des documents scientifiques en compréhension écrite, lecture d'articles publiés
4. Atelier d'écriture : l'abstract, l'article, la bibliographie

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Un examen Finale	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session.

Références :

1. C. Baldit-Dufays et MA. Durand. Anglais scientifique pour les prépas, Dunod (2000).
2. S. Blattes, V. Jans et J. Upjohn. Minimum Competence in Scientific English, EDP Sciences (2003).

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S2

Intitulé de la matière : Méthodes de modélisation mathématiques II

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'un des objectifs du cours est de montrer que par des équations mathématiques on peut avoir des résultats intéressants qui peuvent répondre à des questions concrètes.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse réelle, équations différentielles ordinaires et en probabilité classique.

Contenu de la matière :

- 1- L'épidémie dans une population fermée**
 - La définition de R_0
 - La croissance initiale
 - La croissance initiale en temps réel
 - L'étude de la taille finale de la population
- 2- L'hétérogénéité**
 - Les différences de l'infectieux et susceptibilité
 - Conclusions préliminaires
- 3- La dynamique de la démographie à l'échelle temporelle**
 - Le déclenchement répété contre la persistance
 - Fluctuation autour de l'état stationnaire endémique
 - Régulation de la population hôte

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

- 1- J. Istas, Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant, Mathématiques & Applications 34, 2000.
- 2- O. Diekmann and J.A . P Heesterbeek, Mathematical epidemiology of infectious diseases, Wiley Series in Mathematical and Computational Biology, John & Sons Ltd, Chichester, 2000.
- 3- G. F. Webb : Theory of Nonlinear Age dependent Population Dynamics. New York and Basel 1985.
- 4- L. Edelstein-Keshet, Mathematical models in biology, The Random House, Birkhauser Mathematics Series, Random House Inc., New York 1988.
- 5- Smith, Hal L., and Horst R. Thieme. Dynamical systems and population persistence. Vol. 118. American Mathematical Soc., 2011.

- 6- Diekmann, Odo, Hans Heesterbeek, and Tom Britton. "Mathematical tools for understanding infectious disease dynamics." *Mathematical Tools for Understanding Infectious Disease Dynamics*. Princeton University Press, 2012.
- 7- Li, Xue-Zhi, Junyuan Yang, and Maia Martcheva. *Age Structured Epidemic Modeling*. Vol. 52. Springer Nature, 2020.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S2

Intitulé de la matière : Dynamique de population II

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de fournir une bonne connaissance sur la dynamique de population afin de bien planifier pour subvenir à leurs futurs besoins.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse réelle, Algèbre linéaire, et équations différentielles ordinaires.

Contenu de la matière :

1. Etude qualitative d'un système biologique
 - Problème bien posé, Solution positive; borné
2. Nombre de reproduction de base
 - Définition, Méthodes de calculs
3. Stabilité locale et globale des points d'équilibres
 - Matrice Jacobienne, Règle des signes de Descartes, Critère de Routh-Hurwitz
Fonction de Liapounov

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne)

Références :

- 1- L. Edelstein-Keshet. *Mathematical models in biology*. Classics in Applied Mathematics 46. SIAM, 2005.
- 2- F.C. Hoppensteadt. *Mathematical methods of population biology*. Cambridge Studies in Mathematical Biology 4. Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
- 3- J. Istas. *Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant*. SMAI. Springer Verlag, Heidelberg, 2000.
- 4- J.D. Murray. *Mathematical biology I. An introduction*. Interdisciplinary Applied Mathematics, 3rd Ed. Springer Verlag, Heidelberg, 2001.
- 5- L. Perko. *Differential Equations and Dynamical Systems*. Texts in Applied Mathematics 7. 2nd Ed. Springer Verlag, New-York, 1996.
- 6- Harkaran Singh, Joydip Dhar, *Mathematical Population Dynamics and Epidemiology in Temporal and Spatio-Temporal Domains*, Apple Academic Press, Inc., USA, 2019.
- 7- De Boer, R. J., *Modeling Population Dynamics: A Graphical Approach*, Utrecht Univer, 2010.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S2

Intitulé de la matière : Systèmes Dynamiques et Applications II

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal du cours est d'avoir une représentation graphique des solutions d'une équation différentielle sans savoir la forme explicite des solutions.

Après avoir une telle représentation, on l'utilise pour étudier l'existence, la non-existence et le comportement des solutions d'un problème des équations différentielles ordinaire.

Connaissances préalables recommandées :

Notion de base en topologie et en E.D.O.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Points d'équilibre d'un système dynamique

Généralité sur les Points d'équilibre

Points d'équilibre des champs linéaire en dimension deux

Stabilité d'un point d'équilibre d'un système dynamique autonome

Bassin d'attraction d'un point d'équilibre

Linéarisation au voisinage d'un point d'équilibre

Théorème (Grobman-Hartman, 1967)

Obstacles à la conjugaison

Chapitre 2 : Etude géométrique d'un système dynamique

Théorèmes Poincaré-Bendixson.

Application : système de Blasius

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

- 1- Andronov A.A., Leontovich E.A., Gordon I.I, Maier A.G., "Qualitative theory of second-order dynamic systems," John Wiley & Sons.Inc., New-York, 1973.
- 2- Anosov D.V., Arnold V.I., "Dynamical systems I. Encyclopaedia of Mathematical Sciences," Vol. 1, Springer-Verlag, 1988.
- 3- K. Boudjema Djefal., Mémoire de Magister (2011) Les coordonnées Blowing-up.
- 4- Brighi B., On a similarity boundary layer equation. Zeitschrift fur Analysis und ihre wendungen, Vol.21 (2002) 4, 931-948.
- 5- Brighi B., Sari T., Blowing-up coordinates For a similarity boundary layer equation. Zeitschrift fur Analysis und ihre wendungen(2000).
- 6- Charles-Michel M., Ph.Pilibossian., "Géométrie Différentielle avec 80 figures" ellipses.

- 7- Coppel W.A., On a Differential Equations of boundary layer theory. Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. A 253 (1960) 101-136.
- 8- F. Dumortier, J. Llibre, J. C. Artés, Qualitative theory of planar differential systems, Springer, 2006. Wiley-Intersciences, 1969.
- 9- Hartmann P., "Ordinary Dieretial Equations," Wiley, New York, 1964.
- 10- J.H. Hubbard., B.H. West., "Differential Equations : A Dynamical Systems Approach Higher Dimensional systems", Springer-Verlag, 1995.
- 11- Jean-Pierre Françoise Oscillations en biologie Analyse qualitative et modèles ISBN-10 3-540-25152-9 Springer Berlin Heidelberg New York ISBN-13 978-3-540-25152-1 Springer Berlin Heidelberg New York.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S2

Intitulé de la matière : Applications de la théorie de la bifurcation en biomathématiques

Crédits : 04

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cette matière est d'appliquer la théorie de bifurcation à des modèles écologiques et épidémiologiques.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant admis en cette matière doit avoir acquis les bases d'analyse mathématique ainsi que des notions générales sur les équations différentielles ordinaires et les notions basics de la théorie de bifurcation.

Contenu de la matière :

1- Applications de la théorie de bifurcation à systèmes d'équations

- Analyse de bifurcations pour quelques Modèles écologiques
- Analyse de bifurcations pour quelques Modèles épidémiologiques

2- Théorie de bifurcation pour les EDP

- Les problèmes paraboliques : existence et unicité de solution
- Problèmes des valeurs propres
- Méthode de séparation des variables
- L'équation caractéristique
- Analyse de bifurcation : Bifurcation de Hopf, Bifurcation de Turing, Bifurcation de Turing-Hopf
- Différent exemples de l'analyse de bifurcation pour les modèles écologiques et épidémiologiques

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

- 1- Alain Goriely. "Integrability and nonintegrability of dynamical systems". World scientific. 2001.
- 2- Coddington, E. A., & Levinson, N. "Theory of ordinary differential equations". McGraw-Hill 1955.
- 3- Hille, E. "Ordinary differential equations in the complex domain". Wiley and sons.1976.
- 4- Hale, J K. Functional differential equations. Springer 1971.
- 5- Hale, J K. Ordinary differential equations. Wiley and Sons 1980.
- 6- Hale, J K. Kocak, H. Dynamics and bifurcations. Springer 1991.
- 7- Perko. L. Differential Equations and Dynamic Systems. Springer Verlag. 1991
- 8- Murray, James D. *Mathematical biology II: spatial models and biomedical applications*. Vol. 3. New York: Springer, 2001.

- 9- Murray, James D. *Mathematical biology I: An Introduction* . Vol. 17. New York: Springer, 2002.
- 10- Arnold, Vladimir Igorevich, et al. *Dynamical systems V: bifurcation theory and catastrophe theory*. Vol. 5. Springer Science & Business Media, 2013.
- 11- Ma, Tian, and Shouhong Wang. *Bifurcation theory and applications*. Vol. 53. World Scientific, 2005.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S2

Intitulé de la matière : Systèmes discrets et application en biologie

Crédits : 03

Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de ce cours est de fournir une bonne connaissance sur les systèmes discrets et leurs applications en biologie.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse réelle, Algèbre linéaire.

Contenu de la matière :

- 1- Étude d'une équation en temps discret
 - Présentation générale, Relations entre systèmes discrets et systèmes continus, Exemple d'un modèle en temps discret.
- 2- Étude d'un système de deux équations en temps discret
 - Solutions d'un système linéaire en dimension 2, Exemples
- 3- Point fixe
 - Définition, Stabilité locale d'un point fixe, Exemples

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1ère session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne)
Un examen terminal (x 0.67)	

Références :

1. L. Edelstein-Keshet. *Mathematical models in biology*. Classics in Applied Mathematics 46. SIAM, 2005.
2. F.C. Hoppensteadt. *Mathematical methods of population biology*. Cambridge Studies in Mathematical Biology 4. Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
3. J. Istaş. *Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant*. SMAI. Springer Verlag, Heidelberg, 2000.
4. J.D. Murray. *Mathematical biology I. An introduction*. Interdisciplinary Applied Mathematics, 3rd Ed. Springer Verlag, Heidelberg, 2001.
5. L. Perko. *Differential Equations and Dynamical Systems*. Texts in Applied Mathematics 7. 2nd Ed. Springer Verlag, New-York, 1996.
6. David J. D. Earn (auth.), Fred Brauer, Pauline van den Driessche, Jianhong Wu (eds.), *Mathematical Epidemiology*, Lecture Notes in Mathematics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
7. Fred Brauer, Carlos Castillo-Chavez, Zhilan Feng, *Mathematical Models in Epidemiology*, Texts in Applied Mathematics, Springer, 2019.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S2

Intitulé de la matière : Analyse fonctionnelle II

Crédits : 02

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal de la matière est de donner aux étudiants les fondements de base de l'analyse fonctionnelle, les différents espaces de fonctions ainsi que les différents types de convergences.

Connaissances préalables recommandées

Topologie, Mesure et intégration, Analyse Hilbertienne.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Espaces de Hilbert

- 1- Rappel sur les espaces de Hilbert
- 2- Systèmes orthogonaux, procédé d'orthogonalité, systèmes orthogonaux complets et bases orthonormales
- 3- Étude de l'espace L^2

Chapitre 2 : Opérateurs linéaires bornés sur un espace de Hilbert

- 1- Opérateurs linéaires bornés sur un espace de Hilbert
- 2- Formes linéaires et théorème de Riesz-Fisher
- 3- Adjoint d'un opérateur, opérateurs compacts, convergence d'une suite d'opérateurs linéaires
- 4- Opérateurs linéaires non-bornés
- 5- Opérateurs fermés, opérateurs fermables, opérateurs symétriques

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

- 1- H. Brezis, Analyse Fonctionnelle et applications, Masson, 1983.
- 2- E. Zeidler, Applied Functional Analysis Applications to mathematical Physics Vol. 108 et 109). Springer 1997.

Intitulé du Master : Biomathématiques
Semestre : S2
Intitulé de la matière : Initiation à Latex
Crédits : 03
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif est d'initier les étudiants à LaTeX.

Connaissances préalables recommandées aucune

Contenu de la matière :

- Présentation de Latex
- Structure du document
- Les modes mathématiques
- Révisions et création de commandes

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
La note de contrôle continu de coefficient 100%	Pas d'examen

Références :

1. LATEX pour l' impatient, H&K Éditions.
2. Bizouté, D., Charpentier, J.-C., LATEX, Synthèse de cours & exercices corrigés, Pearson Education France.
3. Desgraupes, B., LATEX : Apprentissage, guide et référence, Vuibert.
4. Rolland Ch., LATEX par la pratique, O'Reilly
http://tex.loria.fr/apprends_latex/apprends_latex.html
<http://www.ctan.org/tex-archive/info/lshort/french/flshort-3.20.pdf>

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S3

Intitulé de la matière : Méthodes de modélisation mathématiques III

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal est d'étudier les différents modèles ayant attrait à la croissance des cellules et d'étudier le comportement asymptotique de leur solution et ceci afin d'initier l'étudiant à étudier les nouveaux modèles cellulaires.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse réelle, équations différentielles ordinaires, équation aux dérivées partielles et en probabilité classique.

Contenu de la matière : Etude mathématique des modèles issus des sciences du vivant

1- Equations de transport

- Etude mathématiques des équations de transport
- Formulation forte (caractéristiques,...)
- Formulation faible (solution faible,..)

2- Equations de réaction diffusion

- La marche aléatoire
- Equation de Fokker-Planc

3- Instabilité de Turing

- Définition
- Etude de l'instabilité de Turing pour un système de réaction diffusion

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références

1. B. Perthame, Transport Equation in Biology. Frontiers in Mathematics Birkhauser Verlag 2007.
2. B. Perthame, Kinetic formulation of conservation laws, Oxford Univ. Press., 2002.
3. P. Michel, Principe d'entropie relative généralisée et dynamique de populations structurées, Thèse de Doctorat en mathématique appliquée, ENS-ULM, 2005.
4. J. D. Murray, Mathematical biology, Vol. 1 and Vol. 2, 2nd ed., Springer 2002.
5. Volpert, Dynamique des systèmes non linéaire. Cours donné à l'école Centrale de Lyon, 2012.
6. Smith, Hal L., and Horst R. Thieme. Dynamical systems and population persistence. Vol. 118. American Mathematical Soc., 2011.

7. Diekmann, Odo, Hans Heesterbeek, and Tom Britton. "Mathematical tools for understanding infectious disease dynamics." *Mathematical Tools for Understanding Infectious Disease Dynamics*. Princeton University Press, 2012.
8. Li, Xue-Zhi, Junyuan Yang, and Maia Martcheva. *Age Structured Epidemic Modeling*. Vol. 52. Springer Nature, 2020.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S3

Intitulé de la matière : Dynamique de population III

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de fournir une bonne connaissance sur la dynamique de population afin de bien planifier pour subvenir à leurs futurs besoins.

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse réelle, Algèbre linéaire, et équations différentielles ordinaires.

Contenu de la matière :

1. Modèle compartimental de Bernoulli pour la variole
 - Formulation des modèle, Etude analytique du modèle, Simulation numérique et la pratique de l'inoculation
2. Modèles compartimentaux avec un seul population
 - Modèles : SI, SIR, SEIR, SIRS
3. Etude analytique d'un modèle SEIRS
 - Points d'équilibres, Nombre de reproduction de base, Stabilité locale et globale des équilibres

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1ère session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).
Un examen terminal (x 0.67)	

Références

1. L. Edelstein-Keshet. *Mathematical models in biology*. Classics in Applied Mathematics 46. SIAM, 2005.
2. F.C. Hoppensteadt. *Mathematical methods of population biology*. Cambridge Studies in Mathematical Biology 4. Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
3. J. Istas. *Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant*. SMAI. Springer Verlag, Heidelberg, 2000.
4. J.D. Murray. *Mathematical biology I. An introduction*. Interdisciplinary Applied Mathematics, 3rd Ed. Springer Verlag, Heidelberg, 2001.
5. L. Perko. *Differential Equations and Dynamical Systems*. Texts in Applied Mathematics 7. 2nd Ed. Springer Verlag, New-York, 1996.
6. Fathalla A. Rihan , *Delay Differential Equations and Applications to Biology*, Forum for Interdisciplinary Mathematics, Springer, 2021.
7. Newman, K., Buckland, S., Morgan, B., King, R., Borchers, D., Cole, D. J., Besbeas, P., Gimenez, O., & Thomas, L., *Modelling Population Dynamics*, Springer, 2014.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S3

Intitulé de la matière : Systèmes Dynamiques et Applications III

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement

A la fin du semestre, les étudiants peuvent faire une étude analytique d'un système des équations différentielles périodiques.

Connaissances préalables recommandées

Notions du première et deuxième semestre.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Équations différentielles linéaires périodiques

- Propriétés de la résolvante
- Le théorème de Floquet
- Comportement asymptotique des solutions

Chapitre 2 : Existence de cycles limites

- Cycles limites
- Critères de non existence
- Critères d'existence de cycles limites
- Stabilité des cycles limites

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1ère session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références

1. Andronov A.A., Leontovich E.A., Gordon I.I, Maier A.G., "Qualitative theory of second-order dynamic systems," John Wiley & Sons.Inc., New-York, 1973.
2. Anosov D.V., Arnold V.I., "Dynamical systems I. Encyclopaedia of Mathematical Sciences," Vol. 1, Springer-Verlag, 1988.
3. K. Boudjema Djefal., Mémoire de Magister (2011) Les coordonnées Blowing-up.
4. Brighi B., On a similarity boundary layer equation. Zeitschrift fur Analysis und ihre wendungen, Vol.21 (2002) 4, 931-948.
5. Brighi B., Sari T., Blowing-up coordinates For a similarity boundary layer equation. Zeitschrift fur Analysis und ihre wendungen(2000).
6. Charles-Michel M., Ph.Pilibossian., "Géométrie Différentielle avec 80 figures" ellipses.
7. Coppel W.A., On a Differential Equations of boundary layer theory. Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. A 253 (1960) 101-136.
8. F. Dumortier, J. Llibre, J. C. Artés, Qualitative theory of planar differential systems, Springer, 2006. Wiley-Intersciences, 1969.

9. Hartmann P., "Ordinary Differential Equations," Wiley, New York, 1964.
10. J.H. Hubbard., B.H. West., "Differential Equations : A Dynamical Systems Approach Higher Dimensional systems", Springer-Verlag, 1995.
11. Jean-Pierre Francoise Oscillations en biologie Analyse qualitative et modèles ISBN-10 3-540-25152-9 Springer Berlin Heidelberg New York ISBN-13 978-3-540-25152-1 Springer Berlin Heidelberg New York.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S3

Intitulé de la matière : Analyse fonctionnelle III

Crédits : 02

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement

L'objectif principal de la matière est de présentation de l'analyse spectrale des opérateurs linéaires bornés dans un espace de Hilbert.

Connaissances préalables recommandées :

Topologie, introduction à l'Analyse Hilbertienne.

Contenu de la matière : Théorie Spectrale

Chapitre 1 : Analyse spectrale des opérateurs linéaires bornés

- Spectre d'un opérateur linéaire borné, valeurs propres d'un opérateur
- Opérateur compact auto-adjoint, opérateurs compacts et normaux
- Opérateurs nucléaires

Chapitre 2 : Analyse spectrale des opérateurs linéaires unitaires

- Spectre d'un opérateur unitaire, partition de l'unité
- Décomposition spectrale d'un opérateur unitaire
- Décomposition spectrale d'un opérateur auto-adjoint.

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

- 1- H. Brezis, Analyse Fonctionnelle et applications, Masson, 1983.
- 2- E. Zeidler, Applied Functional Analysis Applications to mathematical Physics Vol. 108 et 109). Springer 1997.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S3

Intitulé de la matière : Analyse convexe et dualité

Crédits : 02

Coefficients : 01

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal de la matière est de fournir les fondements de l'analyse convexe, la théorie de la dualité et leurs principales applications : calcul sous-différentiel, calcul des variations, optimisation.

Connaissances préalables recommandées :

Topologie, Analyse Fonctionnelle, Différentiabilité.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Notions d'analyse convexe

- Préliminaire (rappel d'analyse fonctionnelle)
- Ensembles convexes
- Fonctions convexes
- Fonctions s.c.i
- Fonctions convexes s.c.i
- Transformation de Fenchel
- Sous-différentiabilité
- Dualité de Fenchel

Chapitre 2 : Problèmes variationnels en dualité convexe

2.1. Théorie

- Minimisation exacte et approchée
- Cas des fonctions différentiables
- Les conditions Palais-Smale (c) et (weak-c)
- Résolution de l'équation $F'(x) = 0$ (Théorème de Montain-Pass)

2.2. Applications

- Cas des systèmes hamiltoniens
- Cas des E.D.P

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références

1. D. Azé, Elements d'analyse convexe et variationnelle. Dunod, Paris 1997.
2. J.P.Aubin & I.Ekeland, "Applied Non-linear Analysis". Willey, New-York (1984).
3. R. T. Rockafellar. Convex analysis. Princeton university press, 2015.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S3

Intitulé de la matière : Systèmes différentiels

Crédits : 05

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal de la matière est de fournir les théorèmes fondamentaux permettant l'étude qualitative des équations différentielles ordinaires et présentation de quelques méthodes de résolution de systèmes d'équations différentielles.

Connaissances préalables recommandées :

Analyse, Algèbre, Equations différentielles.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Équations différentielles du premier ordre

- 1.1 Introduction
- 1.2 Équations différentielles séparables
- 1.3 Méthode de résolution des équations linéaires
- 1.4 Théorèmes d'existence et d'unicité
- 1.5 Modèle de population de Verhulst
- 1.6 Approximations de Picard

Chapitre 2 : La transformée de Laplace

- 2.1 Définitions, formules de base et principes
- 2.2 Résolution des équations différentielles par la transformée de Laplace

Chapitre 3 : Systèmes linéaires d'équations différentielles

- 3.1 Applications de l'algèbre linéaire aux systèmes linéaires d'équations différentielles
- 3.2 La transformée de Laplace de la matrice exponentielle
- 3.3 Résolution des systèmes par la transformée de Laplace

Chapitre 4 : Equations d'ordre supérieur

- 4.1 Equations linéaires d'ordre (n) a coefficients constants
- 4.2 Méthode de solution pour les systèmes couplés

Chapitre 5 : Systèmes différentiels non linéaires

Généralités et Applications

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Contrôle intermédiaire : fournissent une moyenne, la note de contrôle continu de coefficient 0.33 Un examen terminal (x 0.67)	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1ère session (la note de contrôle continu est conservée pour le calcul de la moyenne).

Références :

- 1- W. A. Adkins, M. G. Davidson, Ordinary Differential Equations. Springer Science+Business Media. New York, (2012).
- 2- F. Boyer, Agrégation Externe de Mathématiques Equations différentielle ordinaires, Version du 19 Octobre 2017.
- 3- J. M. Brawen, Differential Equations and Their Applications. Springer Science and Business Media. New York, (1993).

- 4- J. P. Demailly, Analyse Numérique et équations différentielles. Collection Grenoble Sciences. Presses Universitaires de Grenoble, (1993).
- 5- S. B. Gavage. Calcul différentiel et équations différentielles. Dunod, 2010.

Intitulé du Master : Biomathématiques

Semestre : S3

Intitulé de la matière : Ethique et déontologie de travail

Crédits : 03

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement :

Informier et sensibiliser l'étudiant du risque de la corruption et le pousser à contribuer dans la lutte contre la corruption.

Contenu de la matière

1. Concept de la corruption
2. Les types de corruption
3. Les manifestations de la corruption administrative et financière
4. Les raisons de la corruption administrative et financière
5. Les effets de la corruption administrative et financière
6. La lutte contre la corruption par les organismes et les organisations locales et internationales
7. Méthodes de traitement et moyens de lutter contre le phénomène de la corruption
8. Modèles de l'expérience de certains pays dans la lutte contre la corruption

Mode d'évaluation :

Session 1	Session 2
Un examen Finale	Un examen. Si supérieure, remplace la note de l'examen terminal de 1 ^{ère} session

Références :

الفاقي , مصطفى. الفساد الإداري والمالي بين السياسات والإجراءات

<http://www.cipe-egypt.org/articles/art0900.htm>

محمود , مهيبوب خضر . من معالم المدرسة العمرية في مكافحة الفساد

<http://www.hetta.com/current/mahyoob23.htm>

بزاز , سعد . حملة ضد الفساد

<http://www.saadbazzaz.com/index.asp?fname=articles%5C7540.htm&code=display>

طه , خالد عيسى . ملاحقة الفساد الإداري

<http://www.azzaman.com/azzaman/articles/2004/03/03-29/802.htm>

الفساد الإداري وجرائم إساءة استعمال السلطة الوظيفية