



Royaume du Maroc  
Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique  
et de la Formation des Cadres

N° d'ordre CNaCES	Date d'arrivée
	...../...../2014

### DESCRIPTIF DE DEMANDE D'ACCREDITATION

MASTER

MASTER SPECIALISE

Nouvelle demande

Demande de renouvellement de l'accréditation,  
selon le nouveau CNPN

Université	Hassan II Casablanca
Etablissement dont relève la filière	Faculté des Sciences Aïn Chock Casablanca
Département d'attache de la filière	Mathématiques et Informatique
Intitulé de la filière (intitulés dans la langue d'enseignement de la filière et en langue Arabe)	Topologie Algébrique et applications à la robotique التبولوجيا الجبرية، تطبيقات لربوت
Options de la formation, le cas échéant (intitulés dans la langue d'enseignement de la filière et en langue Arabe)	Topologie Algébrique et applications à la robotique التبولوجيا الجبرية، تطبيقات لربوت

Session 2014 \_ date limite de dépôt des demandes d'accréditation : 31 mars 2014

### Important

1. Le présent descriptif comprend 16 pages. Il doit être dûment rempli et adressé au secrétariat de la CNCES (Direction de l'Enseignement Supérieur et du Développement Pédagogique) **avant le 31 mars 2014**. Elle doit comporter les avis et visa du :
  - ✓ Coordonnateur pédagogique de la filière ;
  - ✓ Chef du département d'attache de la filière ;
  - ✓ Président du conseil de l'établissement dont relève la filière ;
  - ✓ Président du conseil de l'université.
2. La demande d'accréditation doit être remise en **2 exemplaire sur support papier et une copie sur support électronique (format « Word » et format « PDF », comportant les avis et visas requis ainsi que tous documents annexes)**.
3. Le descriptif dûment renseigné, doit se conformer aux **Cahier des Normes Pédagogiques Nationales**.
4. L'offre de formation de l'université doit être cohérente et se baser sur des critères, d'opportunité, de qualité, de faisabilité et d'optimisation des ressources humaines et matérielles, à l'échelle du département, de l'établissement et de l'université. La demande d'accréditation doit satisfaire aux moyens humains et matériels nécessaires à la bonne mise en œuvre de la filière considérée.
5. Lors de l'élaboration des filières, des tronc communs sont à prévoir entre les filières du même champ disciplinaire afin de permettre les passerelles entre filières au sein de l'établissement ou avec d'autres établissements. Aussi, il faut éviter la multiplicité des filières dans une même discipline. Le projet de la filière est élaboré par une équipe pédagogique qui relève d'un ou de plusieurs départements, selon le présent descriptif. Les projets de filières doivent être soumis au préalable à une évaluation au niveau de l'établissement et de l'université. Le projet de la filière comportant les avis et visa du département d'attache de la filière, est soumis par le département au conseil de l'établissement pour approbation, puis au Conseil de l'Université pour adoption tout en veillant au respect des normes pédagogiques nationales. Les demandes d'accréditation, une fois adoptées par les conseils de l'établissement et de l'université, sont transmises au Ministère pour accréditation. Les demandes d'accréditation de l'université sont accompagnées d'une note de présentation de l'offre globale de formation de l'université (opportunités, articulation entre les filières, les parcours de formation et les passerelles entre les filières,...)
6. Il est demandé de joindre à la demande d'accréditation :
  - Un CV succinct du coordonnateur pédagogique de la filière ;
  - Les engagements des intervenants externes à l'université ;
  - Les engagements des partenaires socio-professionnels.
7. Si l'espace réservé à une rubrique est insuffisant, utiliser des feuilles supplémentaires.

## AVIS ET VISAS

### Le coordonnateur pédagogique de la filière \*

\* Le coordonnateur de la filière est un PES ou PH, appartenant au département d'attache de la filière

\* Joindre un CV succinct du coordonnateur de la filière

Etablissement : Faculté des Sciences Aïn Chock

Département : Mathématiques et Informatique

Prénom et Nom : Mohamed Rachid HILALI

Grade : PES

Spécialité : Topologie Algébrique

Tél. : 0664005532

Fax :

E. Mail : rhilali@hotmail.fr

Date et signature :

### Le Chef de département d'attache de la filière

L'avis du département, exprimé par le chef de département, devrait se baser sur des critères précis de qualité, d'opportunité, de faisabilité, et d'optimisation des ressources humaines et matérielles, à l'échelle du département.

- Avis Favorable
- Avis Défavorable

Motivations :

Date, signature et cachet du Chef de département :

## AVIS ET VISAS

### Le Chef de l'établissement dont relève la filière

*L'avis du Conseil d'établissement, exprimé par son président, devrait se baser sur des critères précis de qualité, d'opportunité, de faisabilité, et d'optimisation des ressources humaines et matérielles, à l'échelle de l'établissement.*

- Avis Favorable
- Avis Défavorable

**Motivations :**

Date, signature et cachet du Chef de l'établissement :

### Le Président de l'université

*L'avis du Conseil d'université, exprimé par son président, devrait se baser sur des critères précis de qualité, d'opportunité, de faisabilité, et d'optimisation des ressources humaines et matérielles, à l'échelle de l'université.*

- Avis Favorable
- Avis Défavorable

**Motivations :**

Date, signature et cachet du Président de l'université :

## SOMMAIRE DES MODULES

Descriptif du Module n°	Intitulé du module	N° de la page
1	Topologie Algébrique 1	12
2	Topologie Algébrique 2	15
3	Algèbre Commutative 1	18
4	Géométrie Différentielle	21
5	Informatique utile	24
6	Programmation scientifique	28
7	Topologie Algébrique 3	32
8	Algèbre Homologique 1	35
9	Algèbre Homologique 2	38
10	Algèbre Commutative 2	41
11	Topologie Différentielle	44
12	Structure des données et automates finis	48
13	Topologie Algébrique 4	51
14	Théorie des Nœuds 1	54
15	Théorie des Nœuds 2	57
16	Homotopie Rationnelle 1	60
17	Homotopie Rationnelle 2	63
18	Topologie Robotique	67
19	<b>STAGE ou MEMOIRE</b>	71
20		
21		
22		
23		
24		

## 1. IDENTIFICATION DE LA FILIERE

Intitulé : Topologie Algébrique et applications à la robotique

Options de la formation, le cas échéant :

Discipline (s) (Par ordre d'importance relative) : Mathématiques fondamentales : Topologie Algébrique

Spécialité(s) du diplôme : Homotopie rationnelle, Topologie robotique, Théorie des nœuds.

Mots clés : Modèle de Sullivan, modèle de Quillen, invariants des nœuds, complexité topologique, cohomologie, homotopie, polynômes de Jones et d'Alexander.

## 2. OBJECTIFS DE LA FORMATION

L'objectif de ce Master est de donner aux étudiants une formation de qualité dans les disciplines de la topologie algébrique et de la géométrie faisant l'objet des recherches actuelles dans les domaines de la recherche fondamentale en Mathématiques, de la Physique Mathématique et de la topologie robotique.

La topologie algébrique, domaine de recherche mathématique fondé par Poincaré vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, s'intéresse à la reconnaissance de formes géométriques, même de haute dimension, ainsi qu'aux propriétés de ces formes, qui ne varient pas quand on les déforme de manière élastique, sans couper ni coller. Les topologues algébristes créent des outils mathématiques pour classer et décrire ces formes, entre autres par un calcul du nombre de «trous» de différentes dimensions que de telles formes géométriques possèdent.

Plus précisément, le topologue algébriste cherche à déterminer les classes d'équivalences d'espaces topologiques sous une relation d'équivalence appelée la relation d'homotopie, définie en termes de déformation continue. Pour arriver à cette fin on fait appel à des invariants homotopiques algébriques, des fonctions qui associent à chaque espace un objet algébrique (un nombre, un polynôme, un groupe...) de telle manière à ce que deux espaces ayant le même type d'homotopie soient associés au même objet algébrique. Parmi les exemples importants d'invariants homotopiques d'un espace topologique sont ses groupes d'homotopie (en particulier, son groupe fondamental), ses groupes d'homologie et sa catégorie de Lusternik-Schnirelmann et sa complexité topologique.

Il y a de nombreuses applications importantes de la topologie algébrique, entre autres

- à la physique mathématique,
- à l'étude des macromolécules, via la théorie des nœuds,
- à l'informatique, via la topologie dirigée ainsi que la théorie homotopique des types introduite par Vladimir Voevodsky,
- aux statistiques, via l'analyse topologique de données initiée par Gunnar Carlsson,
- à la robotique, via la théorie complexité topologique introduite par Michael Farber,
- et aux systèmes dynamiques.

## 3. COMPETENCES A ACQUERIR

A la fin du cycle les étudiants doivent

- Maîtriser les notions fondamentales de la topologie algébrique
- Maîtriser les notions fondamentales de la géométrie et topologie différentielle
- Développer les automatismes de la topologie algébrique basés sur l'intuition et la représentation imagée des objets
- Etre capable de poursuivre les études doctorales

## 4. DEBOUCHES DE LA FORMATION

- Poursuite des études en doctorat
- Métiers de l'enseignement de Mathématiques
- Recherche en ingénierie mathématique

## 5. CONDITIONS D'ACCES

**5.1. MODALITES D'ADMISSION** (La norme RG3 du CNPN prévoit que la sélection des candidats se fait par voie de test écrit et de toute autre modalité prévue dans le descriptif de la filière)

– **Diplômes requis** : Licence SMA, ancien licence option « Mathématiques » ou diplôme équivalent

– **Prérequis pédagogiques spécifiques** : Analyse, Algèbre, Topologie, Calcul différentiel et intégral

– **Procédures de sélection** :

**Etude du dossier** :

(Expliciter les critères de sélection : mentions, nombre d'années d'études, notes des matières principales, etc...)

**Test écrit**

**Entretien**

**Autres (spécifier)** :

### 5.2. EFFECTIFS PREVUS :

1<sup>ère</sup> promotion : Année universitaire 2014/2015 : 20

2<sup>ème</sup> promotion : Année universitaire 2015/2016 : 20

3<sup>ème</sup> promotion : Année universitaire 2016/2017 : 20

## 6. ARTICULATION DE LA FILIERE AVEC LES FORMATIONS DISPENSEES AU NIVEAU DE L'UNIVERSITE

(Passerelles entre la filière et les autres filières de l'établissement et au niveau de l'université, Articulation de la filière avec la licence ...)

## 7. ORGANISATION MODULAIRE DE LA FILIERE

Module					Coordonnateur du module* (* le coordonnateur du module, est un PES ou un PH intervenant dans le module et appartenant au département d'attache du module)					
N°	Intitulé	Volume Horaire	Nature du module (Majeur / Complémentaire/ Outil)	Département d'attache du module	Nom et prénom	Etablissement / Université	Département	Spécialité	Grade	
Semestre 1	1	Topologie Algébrique 1	48 h	Majeur	Math et Info	Med. Rachid HILALI	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
	2	Topologie Algébrique 2	48 h	Majeur	Math et Info	Med. Rachid HILALI	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
	3	Algèbre Commutative 1	48 h	Majeur	Math et Info	Malika Aït BEN HADDOU	Faculté des Sciences Meknès	Math et Info	Géométrie Algébrique	PES
	4	Géométrie Différentielle	48 h	Complémentaire	Math	Hamid ABCHIR	EST Casablanca	Math	Topologie Différentielle	PES
	5	Informatique 1	50 h	Outil	Math et Info	El Omri Amina	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Informatique	PES
	6	Informatique 2	50 h	Outil	Math et Info	El Omri Amina	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Informatique	PES
	7									
<b>TOTAL VH SEMESTRE 1</b>		290 h								
Semestre 2	1	Topologie Algébrique 3	48 h	Majeur	Math et Info	Med. Rachid HILALI	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
	2	Algèbre Commutative 2	48 h	Majeur	Math et Info	Malika Aït BEN HADDOU	Faculté des Sciences Meknès	Math et Info	Géométrie Algébrique	PES
	3	Algèbre Homologique 1	48 h	Majeur	Math et Info	Med. Rachid HILALI	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
	4	Algèbre Homologique 2	48 h	Majeur	Math et Info	Youssef RAMI	Faculté des Sciences Meknès	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
	5	Topologie Différentielle	48 h	Complémentaire	Math	Hamid ABCHIR	EST Casablanca	Math	Topologie Différentielle	PES
	6	Informatique 3	50 h	Outil	Math et Info	El Omri Amina	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Informatique	PES
	7									
<b>TOTAL VH SEMESTRE 2</b>		288 h								
Semestre 3	1	Topologie Algébrique 4	48 h	Majeur	Math et Info	Med. Rachid HILALI	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
	2	Théorie des Nœuds 1	48 h	Majeur	Math	Hamid ABCHIR	EST Casablanca	Math	Topologie Différentielle	PES
	3	Théorie des Nœuds 2	48 h	Majeur	Math	Hamid ABCHIR	EST Casablanca	Math	Topologie Différentielle	PES
	4	Homotopie rationnelle 1	48 h	Majeur	Math et Info	Med. Rachid HILALI	Faculté des Sciences Aïn Chock	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
	5	Homotopie rationnelle 2	48 h	Majeur	Math et Info	Youssef RAMI	Faculté des Sciences Meknès	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
	6	Topologie Robotique	48 h	Complémentaire	Math et Info	Youssef RAMI	Faculté des Sciences Meknès	Math et Info	Topologie Algébrique	PES
<b>TOTAL VH SEMESTRE 3</b>		286 h								
Semestre 4	1	<b>STAGE OU MEMOIRE</b>				Med. Rachid HILALI	Faculté des Sciences Aïn Chock		Topologie Algébrique	PES
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
<b>TOTAL VH SEMESTRE 4</b>		286 h								

## 8. EQUIPE PEDAGOGIQUE DE LA FILIERE

Nom et Prénom	Département	Spécialité	Grade	INTERVENTION	
				Module(s) d'intervention	Nature (Cours, TD, TP, encadrement de projets, etc.)
1. Intervenants de l'établissement d'attache :					
Mohamed. Rachid HILALI	Math et Info	Topologie Algébrique	PES	Topologie Algébrique 2,3 et 4, Homotopie rationnelle 1	Cours, TD, encadrement de projets
El Omri Amina	Math et Info	Informatique	PES		
2. Intervenants d'autres établissements de l'université (Préciser) :					
Hamid ABCHIR	Math	Topologie différentielle	PES	Géométrie différentielle, Topologie différentielle, Théorie des nœuds 1 et 2	Cours, TD, encadrement de projets

## 8. EQUIPE PEDAGOGIQUE DE LA FILIERE (SUITE)

Nom et Prénom	Département	Spécialité	Grade	INTERVENTION	
				Module(s) d'intervention	Nature Cours, TD, TP, encadrement de projets, etc.
<b>3. Intervenants externes à l'université* d'autres établissements de formation</b> <i>(Préciser l'établissement de formation / Joindre les documents d'engagement des intéressés)</i>					
<b>Youssef RAMI</b>	Math et Info, Faculté des Sciences My Ismail Meknès	Topologie Algébrique	PES	Topologie Algébrique 1, Algèbre homologique 1 et 2	Cours, TD, encadrement de projets
<b>Malika AÏT BEN HADDOU</b>	Math et Info Faculté des Sciences My Ismail Meknès	Géométrie Algébrique	PES	Algèbre commutative 1 et 2	Cours, TD, encadrement de projets
<b>My Ismail MAMOUNI</b>	Math, Centre régional des métiers de l'éducation (CREMEF) Rabat	Topologie Algébrique	PA	Topologie Robotique	Cours, TD, encadrement de projets
<b>Mohamed Wadia MANSOURI</b>	Math, Faculté des Sciences Ibn Tofail Kénitra		PA	Homotopie rationnelle 2	Cours, TD, encadrement de projets
<b>Seddoug BELKASEM</b>	Centre régional des métiers de l'éducation (CREMEF) Rabat	Informatique	PA	Informatique 1, 2 et 3	Cours, TD, TP, encadrement de projets
<b>4. Intervenants * socioéconomiques</b> <i>(Préciser l'organisme / Joindre les documents d'engagement des intéressés)</i>					

## 9. MOYENS MATERIELS ET LOGISTIQUE SPECIFIQUES, NECESSAIRES A LA MISE EN ŒUVRE DE LA FILIERE

Disponibles	Prévus

## 10. PARTENARIATS ET COOPERATION (PRECISER LA NATURE ET LES MODALITES)

**10.1 Partenariat universitaire** (Joindre les documents d'engagement, pour les partenaires autre que l'université d'appartenance de l'établissement dont relève la filière)

Institution	Nature et modalités du partenariat
Faculté des Sciences My Ismail Meknes	Cours, Td, Encadrement par des professeurs du département de Mathématiques et Informatique

**10.2 Partenariat socio -professionnel** (Joindre documents d'engagement)

Institution	Domaine d'activité	Nature et modalités

**10.3 Autres partenariats** (préciser /Joindre documents d'engagement)

Institution	Domaine d'activité	Nature et modalités d'intervention
Centre régionale des métiers de l'éducation et de la formation CREMEF de Rabat		Cours, Td, Encadrement par des professeurs du département de Mathématiques et Informatique

## 11. AUTRES RENSEIGNEMENTS JUGES PERTINENTS

Ce projet de Master est parmi les objectifs du groupe marocain de recherche en homotopie rationnelle et topologie algébrique et vise à développer cette importante discipline inexistante dans le cursus LMD.

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	<b>M1</b>
<b>Intitulé du module</b>	<b>TOPOLOGIE ALGEBRIQUE 1</b>
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	<b>MAJEUR</b>
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	<b>SEMESTRE 1</b>
<b>Département d'attache</b>	<b>DEPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK</b>
<b>Etablissement dont relève le module</b>	<b>FACULTE DES SCIENCES CASABLANCA AÏN CHOCK</b>

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Initier l'étudiant aux premiers concepts de la topologie algébrique : Théorie de l'homotopie, Groupe fondamentale de Poincaré.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Topologie, Algèbre, Analyse

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
VH global du module	22h30	22h30				3h	48 h
% VH	46,9%	46,9%				6.25%	100%

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Homotopie, rétraction, rétraction par déformation, équivalence d'homotopie, type d'homotopie
- Groupe fondamental de Poincaré, fonctorialité et ses conséquences, groupe de Poincaré d'un produit, groupe fondamental du cercle et ses conséquences (Théorèmes : d'Alembert, de Brouwer, de Borsuk-Ulam, de Lusternik-Schnirelmann, d'invariance de la dimension), Théorème de Seifert et Van Kampen

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

<input checked="" type="checkbox"/> Examen de fin de semestre
<input checked="" type="checkbox"/> Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %
-------------------

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module
---

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> HILALI Med Rachid	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences Aïn Chock Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MAMOUNI M Youssef	PA	Topologie Algébrique	Math	CRMEF Rabat	encadrement de projets
RAMI Youssef	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences My Ismail Meknes	Cours, TD, encadrement

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

--

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M2
<b>Intitulé du module</b>	TOPOLOGIE ALGEBRIQUE 2
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 1
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	FACULTE DES SCIENCES CASABLANCA AÏN CHOCK

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Initier l'étudiant aux premiers concepts de la topologie algébrique : Théorie des revêtements et des fibrés localement triviaux.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Topologie, Algèbre, Analyse

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>21 h</b>	<b>21 h</b>			<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>43,75%</b>	<b>43,75%</b>			<b>6,25%</b>	<b>6,25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Revêtements, homomorphisme de revêtements, revêtement induit, relèvement des chemins, relèvement des homotopies, revêtement par actions de groupes, revêtement et groupes fondamentaux, revêtements galoisiens et universels.
- Fibré localement trivial, fibré induit, pullback, fibré universel
- Groupes d'homotopie d'ordre supérieur, méthode élémentaire de calcul, théorèmes de Whitehead et Hurewicz

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

groupe de trois personnes exposeront pendant 30 mm un travail proposé auparavant par le staff pédagogique, en relation avec le module.

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, mini projet

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> HILALI Med Rachid	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences Aïn Chock Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MAMOUNI M Youssef	PA	Topologie Algébrique	Math	CRMEF Rabat	encadrement de projets
RAMI Youssef	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences My Ismail Meknes	Cours, TD, encadrement

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M3
<b>Intitulé du module</b>	ALGÈBRE COMMUTATIVE 1
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 1
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	FACULTE DES SCIENCES M ISMAIL MEKNES

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Initier les étudiants à la théorie de modules qui est un outil principal pour entamer la recherche en topologie algébrique et en particulier l'Homotopie Rationnelle.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Algèbre

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres/préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>22h30</b>	<b>22h30</b>				<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>46,9%</b>	<b>46,9%</b>				<b>6.25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Modules,
- Suites Exactes de Modules,
- Produit Tensoriel de Modules, modules injectifs et projectifs

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> AÏT BEN HADDOU Malika	PES	Géométrie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences My Ismail Meknès	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M4
<b>Intitulé du module</b>	GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	COMPLÉMENTAIRE
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 1
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	EST CASABLANCA

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Initier l'étudiant aux premiers concepts de la géométrie différentielle : notion de variétés, comprendre les mécanismes du calcul différentiel sur les variétés, savoir calculer la cohomologie de De Rham de certains espaces.

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>22h30</b>	<b>22h30</b>				<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>46,9%</b>	<b>46,9%</b>				<b>6 .25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Variétés topologiques et différentiables, atlas, construction de variétés, exemples particuliers, variétés orientables.
- Application différentiables, l'anneau des  $C^k$ -fonctions et chemins différentiables
- Espace tangent : vecteur tangent, principe de localisation, structure algébrique de l'espace tangent, base canonique associée au système de coordonnées local, variété des vecteurs tangents, fibré tangent
- La différentielle d'une application, immersion, submersion, plongement
- Algèbre de Lie des champs de vecteurs, flot local, image directe d'un champ de vecteurs, crochet des champs de vecteurs
- Fibré cotangent et algèbre des formes différentielles, image réciproque d'une forme différentielle, cobord, cohomologie de De Rham, théorème de Poincaré.

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> ABCHIR Hamid	PES	Topologie Différentielle	Math & Info	EST Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MANSOURI Mohamed Wadia	PA	Topologie Algébrique	Math	Faculté des Sciences Ibn Tofail Kénitra	Cours, TD, encadrement

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M5
<b>Intitulé du module</b>	INFORMATIQUE UTILE
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	OUTIL
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 1
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, Faculté des Sciences, Ain Chock
<b>Etablissement dont relève le module</b>	CRMEF RABAT

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

- Utilisation de LaTeX pour la production de document mathématiques de qualité ;
- Utilisation d'un logiciel de simulation géométrique dans le plan et dans l'espace ;
- Utilisation d'un logiciel de calcul formel : programmation, simulation, intégration, différentiation, calcul de sommes et d'intégrales, résolution d'équations algébriques et différentielles.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Modules de mathématiques des semestres 1, 2, 3 et 4 du cycle licence

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
Introduction à LaTeX	4 H		6 H			2 H	12 H
Initiation à AXEL	4 H		6 H			2 H	12 H
Python	10 H	4 H	6 H		4 H	2 H	26 H
<b>VH global du module</b>	<b>18 H</b>	<b>4 H</b>	<b>18 H</b>		<b>4 H</b>	<b>6 H</b>	<b>50 H</b>
<b>% VH</b>	<b>36 %</b>	<b>8 %</b>	<b>36 %</b>		<b>8 %</b>	<b>12 %</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Introduction à LaTeX :
  - Principe de fonction de LaTeX ;
  - Structure d'un document LaTeX ;
  - Utilisation des package Beamer et TikZ ;
- Initiation au logiciel AXEL 2.3 :
  - Installation ; documentation ;
  - Prise en main ;
  - Réalisation de différentes simulations d'objets géométriques de l'espace ;
- Python :
  - Présentation et utilisation du logiciel de calcul formel Python ;
  - Calculs usuels de type arithmétique ou flottant ;
  - Manipulation d'expressions ;
  - Définitions de fonctions ;
  - Opérations sur des fonctions ;
  - Développements asymptotiques ;
  - Résolution formelle ou numérique d'équations et de systèmes d'équations ;
  - Commandes graphiques 2D et 3D ;

- Représentation de courbes en coordonnées cartésiennes, polaires et paramétriques ;
- Calcul matriciel ;
- Résolution d'équations différentielles linéaires du premier et du deuxième ordre ;
- Analyse vectorielle : gradient, divergence, rotationnel ;
- Utilisation de PYTHON sous AXEL.

### **1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES**

Dans une salle informatique équipée d'ordinateurs sur lesquels sont installés au préalable les logiciels LaTeX, AXEL 2.3 et PYTHON. Les étudiants travailleront en binômes.

### **1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT**

Il s'agit d'un mini projet autour de l'utilisation de PYTHON sous AXEL : création et manipulation d'objets spatiaux, simulation de mouvement, ...

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

**Contrôles continus** : tests écrits, devoirs, exposés.

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

Tests écrits : 50 %

Devoirs : 25 %

Exposés : 25 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> El Omri Amina	PES	Informatique	Math & Info	Fac sciences Casablanca Ain Chock	
<b>Intervenants :</b> SEDDOUG BELKASSEM	PA	Analyse Numérique et Informatique	Mathématiques	CRMEF Rabat	Cours, TD, TP

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

--

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M6
<b>Intitulé du module</b>	PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	OUTIL
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 1
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, Faculté des Sciences, Ain Chock
<b>Etablissement dont relève le module</b>	CRMEF RABAT

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Le programme doit permettre de présenter les principes de la programmation ainsi que les bases de l'algorithmique. Un enseignement d'informatique doit être confronté à un (principe de réalité) : les étudiants doivent donc avoir à mettre en œuvre les outils conceptuels étudiés, en programmant dans un langage de programmation, en l'occurrence le langage C et/ou C++.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Modules de mathématiques des semestres 1, 2, 3 et 4

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
Algorithmique	10 H	8 H				2 H	20 H
Programmation	8 H		16 H		4 H	2 H	30 H
<b>VH global du module</b>	<b>18 H</b>	<b>8 H</b>	<b>16 H</b>		<b>4 H</b>	<b>4 H</b>	<b>50 H</b>
<b>% VH</b>	<b>36 %</b>	<b>16 %</b>	<b>32 %</b>		<b>8 %</b>	<b>8 %</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Introduction générale à l'algorithmique ;
- Recherche dichotomique, tris ;
- Représentation des nombres binaires, entiers et réels, opérations élémentaires ;
- Multiplication multi précision (School book, Karatsuba, transformation de Fourier rapide) ;
- Euclide, Euclide binaire, application à l'inversion ;
- Théorème chinois et lemme de Hensel ;
- Opérations sur les polynômes (opérations élémentaires, PGCD, interpolation, relations coefficients/racines) ;
- Factorisation des polynômes, en particulier sur les corps finis ;
- Introduction à la programmation scientifique : enjeux, outils, état de l'art ;
- Langage C et C++:
  - Généralités (historique, structure d'un programme, règles de base) ;
  - Types de données, tableaux ;
  - Syntaxe du C et C++ ;
  - Pointeurs ;
  - Gestion de la mémoire (allocation) ;
  - Opérateurs binaires et unaires bit à bit (décalage du registre à droite, à gauche, xor, et bit à bit, non logique) ;
  - Développement de programmes pour la résolution de problèmes numériques de difficulté croissante ;
  - Application à l'intégration d'équations différentielles modélisant des systèmes mécaniques et des phénomènes physiques ;

### **1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES**

Dans une salle informatique équipée d'ordinateurs sur lesquels est installé au préalable DEVCPP. Les étudiants travailleront en binômes.

### **1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT**

Développement d'un programme comprenant plusieurs modules.

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

**Contrôles continus** : tests écrits, travail personnel.

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

Tests écrit (algorithmique) : 50 %  
Tests écrits (programmation) : 25 %  
Travail personnel : 25 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	<b>Grade</b>	<b>Spécialité</b>	<b>Département</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Nature d'intervention</b> (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> El Omri Amina	PES	<i>Informatique</i>	<i>Math &amp; Info</i>	Fac sciences Casablanca Aïn Chock	
<b>Intervenants :</b> SEDDOUG BELKASSEM	PA	<i>Analyse Numérique et Informatique</i>	<i>Mathématiques</i>	CRMEF Rabat	Cours, TD, TP

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M7
<b>Intitulé du module</b>	TOPOLOGIE ALGEBRIQUE 3
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 2
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	FACULTE DES SCIENCES CASABLANCA AÏN CHOCK

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Initier l'étudiant aux premiers concepts de la topologie algébrique : Chirurgie des espaces topologiques, CW-complexes ou espaces cellulaires, cofibrations, fibrations, exemples particuliers (revêtements, fibrés, fibration des chemins, fibration de Hopf), Homologie singulière, théorème d'excision et ses applications, théorème des coefficients universels, suite exacte longue en homologie.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Topologie, Topologie Algébrique 1 et 2, Géométrie Différentielle, Algèbre commutative 1

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres/préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>21 h</b>	<b>21 h</b>			<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>43,75%</b>	<b>43,75%</b>			<b>6,25%</b>	<b>6,25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Construction d'espaces topologiques : Somme disjointe, espace quotient  $X/A$ , wedge, recollement, attachement d'une cellule, suspension, join, smash-produit, cylindre et cône d'une application, pushout, pullback, mapping track, CW-complexes, actions de groupes.
- Cofibrations, cas de CW-complexes, cofibration homotopique, fibrations, fibration homotopique, exemples importants.
- Complexes de chaînes importants : singuliers, simpliciaux et cellulaires
- Homologie singulière, théorème des coefficients universels
- Homologie singulière relative, suite exacte longue en homologie, théorème de Mayer-Vietoris, théorème d'excision et ses applications.

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

groupe de trois personnes exposeront pendant 30 mm un travail proposé auparavant par le staff pédagogique, en relation avec le module.

## 2. EVALUATION

## 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

## 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

## 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> HILALI Med Rachid	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences Aïn Chock Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MAMOUNI M Youssef	PA	Topologie Algébrique	Math	CRMEF Rabat	encadrement de projets

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M8
<b>Intitulé du module</b>	ALGEBRE HOMOLOGIQUE 1
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 2
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	FACULTE DES SCIENCES M. ISMAIL MEKNES

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Initier l'étudiant aux premiers concepts de l'algèbre homologique : Catégories et Foncteurs, Homologie et cohomologie dans R-Mod, Résolutions projectives, injectives, Foncteurs Tor et Ext, Suites spectrales.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Topologie, Algèbre

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
VH global du module	22h30	22h30				3h	48 h
% VH	46,9%	46,9%				6.25%	100%

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Catégories, Foncteurs, Catégorie abélienne, Foncteur adjoint, Foncteur exact, Transformation naturelle.
- Complexe de (co)chaînes, (Co) homologie, Lemme des cinq, Lemme du serpent, Suite exacte longue en homologie et en cohomologie, Théorème des coefficients universels, Homologie des algèbres différentielles graduées.

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> RAMI Youssef	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences My Ismail Meknes	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M9
<b>Intitulé du module</b>	ALGEBRE HOMOLOGIQUE 2
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 2
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	FACULTE DES SCIENCES M. ISMAIL MEKNES

0-0-

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Initier l'étudiant aux premiers concepts de l'algèbre homologique : Catégories et Foncteurs, Homologie et cohomologie dans  $R$ -Mod, Résolutions projectives, injectives, Foncteurs Tor et Ext, Suites spectrales.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Topologie, Algèbre

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
VH global du module	22h30	22h30				3h	48 h
% VH	46,9%	46,9%				6.25%	100%

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Résolution projectives, Résolutions injectives, Foncteurs Tor et Ext, Invariants algébriques (Profondeur, global dimension, syzygie).
- Suites spectrales des  $R$ -modules, des Algèbres différentielles graduées. Convergence.

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> RAMI Youssef	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences My Ismail Meknes	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	<b>M10</b>
<b>Intitulé du module</b>	<b>ALGÈBRE COMMUTATIVE 2</b>
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	<b>MAJEUR</b>
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	<b>SEMESTRE 2</b>
<b>Département d'attache</b>	<b>DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK</b>
<b>Etablissement dont relève le module</b>	<b>FACULTE DES SCIENCES M ISMAIL MEKNES</b>

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Initier les étudiants à la théorie de modules qui est un outil principal pour entamer la recherche en topologie algébrique et en particulier l'Homotopie Rationnelle.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Algèbre

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres/préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>22h30</b>	<b>22h30</b>				<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>46,9%</b>	<b>46,9%</b>				<b>6.25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Anneaux et Modules de Fractions, Modules de type fini et de longueur fini,
- Anneaux et Modules Noethériens, Modules de type fini sur un anneau principal.
- Algèbres

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRACTIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> AÏT BEN HADDOU Malika	PES	Géométrie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences My Ismail Meknès	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	<b>M11</b>
<b>Intitulé du module</b>	<b>TOPOLOGIE DIFFERENTIELLE</b>
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	<b>COMPLEMENTAIRE</b>
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	<b>SEMESTRE 2</b>
<b>Département d'attache</b>	<b>DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK</b>
<b>Etablissement dont relève le module</b>	<b>EST CASABLANCA</b>

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

De nos jours, les variétés différentielles sont incontournables dans plusieurs disciplines mathématiques et en physique théorique. Après le module de géométrie différentielle 1 consacré aux propriétés locales des variétés, ce module s'inscrit dans la suite de l'étude de ces objets et est destiné à initier le futur chercheur à appréhender les propriétés globales.

Il est constitué de deux éléments :

1. M21A. Topologie différentielle.
2. M21B. Lemme de Morse et applications.

Ces deux éléments de module qualifieront l'étudiant à suivre le module de spécialité sur les nœuds, entrelacs et 3-variétés.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Eléments d'analyse, algèbre linéaire, topologie générale, calcul différentiel.

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres/préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
VH global du module	21 h	21 h			3h	3h	48 h
% VH	43,75%	43,75%			6,25%	6,25%	100%

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

### 1. Topologie différentielle :

- Variétés à bord.
- théorème de Whitney.
- Transversalité : théorème de séparation de Jordan-Brouwer et théorème de Borsuk-Ulam.
- Fibrés vectoriels et voisinages tubulaires.
- Degré et nombre d'intersection.
- Isotopies.

### 2. Lemme de Morse et applications :

- Lemme de Morse.
- Application aux surfaces.
- Scindement de Heegaard

### 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

### 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

Le mini projet vise à et à habituer l'étudiant à appréhender seul de nouvelles notions, à développer ses compétences d'analyse, à stimuler sa curiosité scientifique et à l'inciter à poser des questions.

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> ABCHIR Hamid	PES	Topologie Différentielle	Math & Info	EST Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MANSOURI Mohamed Wadia	PA	Topologie Algébrique	Math	Faculté des Sciences Ibn Tofail Kénitra	Cours, TD, encadrement

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M12
<b>Intitulé du module</b>	STRUCTURES DE DONNEES ET AUTOMATES FINIS
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	OUTIL
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 2
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, Faculté des Sciences, Ain Chock
<b>Etablissement dont relève le module</b>	CRMEF RABAT

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

La notion de structures de données et la théorie des automates, proposées dans ce module, ont un objectif double :

- Donner aux étudiants les notions et le bagage nécessaires qui leur permettront de mieux appréhender les problèmes de topologie robotique ;
- permettre aux étudiants d'exploiter ces outils informatiques, dans le domaine de la robotique essentiellement.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Modules de mathématiques des semestres 1, 2, 3 et 4, ainsi les contenus des module info1 et onfo2 de cette filière

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
Structures de données	6 H	6 H	10 H			2 H	24 H
Automates finis et complexité	6 H	6 H	8 H		4 H	2 H	26 H
<b>VH global du module</b>	<b>12 H</b>	<b>12 H</b>	<b>18 H</b>		<b>4 H</b>	<b>4 H</b>	<b>50 H</b>
% VH	24 %	24 %	36 %		8 %	8 %	100%

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Listes et piles : définitions, fonctions de manipulation ;
- Arbres : définition récursive du type arbre binaire ; nœuds, feuilles, hauteur. Insertion et suppression dans un arbre ;
- Algorithmes élémentaires pour les graphes ;
- Automate finis :
  - Automates finis déterministes et non-déterministes ;
  - Algorithme de déterminisation ;
  - Langage reconnu par un automate. Exemples de langages non reconnus par un automate ;
  - Expression rationnelle, langage associé ;
  - Automates avec transitions instantanées ;
  - Propriétés de fermeture des langages reconnus par automate : complémentation, intersection, union, concaténation et itération ;
  - **Théorème de Kleene** ;
- Notion de Complexité : classes P, NP NP-complétude.

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

Dans une salle informatique équipée d'ordinateurs sur lesquels est installé au préalable DEVCPP, AXEL 2.3 et PYTHON. Les étudiants travailleront en binômes.

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

Il s'agit de travail modeste, dont le sujet est issu des concepts mathématiques de spécialité, où l'étudiant mettra à profit les connaissances, en informatique, qu'il a pu apprivoiser pendant les deux années de master.

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

**Contrôles continus** : tests écrits, projet personnel.

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

Tests écrits (structures données) : 25 %  
Tests écrits (automates finis et complexité) : 25 %  
Projet personnel : 50 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> El Omri Amina	PES	Informatique	Math & Info	Fac sciences Casablanca Aïn Chock	
<b>Intervenants :</b> SEDDOUG BELKASSEM	PA	Analyse Numérique et Informatique	Mathématiques	CRMEF Rabat	Cours, TD, TP

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M13
<b>Intitulé du module</b>	TOPOLOGIE ALGEBRIQUE 4
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 3
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	FACULTE DES SCIENCES CASABLANCA AÏN CHOCK

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Développer et appliquer les premiers concepts de la topologie algébrique : Calcul de l'homologie, homologie simpliciale et sa relation avec l'homologie singulière, homologie cellulaire, homologie et homotopie, groupes d'homotopie d'ordre supérieur, suite exacte longue d'homotopie d'une fibration, cohomologie

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Topologie, Topologie Algébrique 1,2 et 3, Géométrie et Topologie Différentielles, Algèbre commutative 1 et 2

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
VH global du module	21 h	21 h			3h	3h	48 h
% VH	43,75%	43,75%			6,25%	6,25%	100%

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Calcul de l'homologie de certains espaces : homologie des sphères, théorème de Brouwer, homologie du complémentaire d'une sphère dans une sphère, théorème de séparation de Jordan, homologie des variétés et orientation
- Homologie simpliciale, relation entre l'homologie singulière et l'homologie simpliciale
- Homologie cellulaire, homologie relative du p-squelette par rapport au (p-1)-squelette, degré des applications de la sphère, calcul des morphismes de bords cellulaires, calcul des morphismes induits par les applications cellulaires, homologie cellulaire et homologie singulière, caractéristique d'Euler des CW-complexes, homologie des espaces projectifs
- Homologie et homotopie, théorème d'Hurewicz
- Homotopie d'ordre supérieur, suite exacte longue d'homotopie d'une fibration, espaces d'Eilemberg-McLane.
- Cohomologie, foncteur Hom, groupes de cohomologie et coefficients universels, algèbre de cohomologie, dualité de Poincaré.

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

groupe de trois personnes exposeront pendant 30 mm un travail proposé auparavant par le staff pédagogique, en relation avec le module.

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> HILALI Med Rachid	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences Aïn Chock Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MAMOUNI M Youssef	PA	Topologie Algébrique	Math	CRMEF Rabat	encadrement de projets

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	<b>M14</b>
<b>Intitulé du module</b>	<b>THEORIE DES NOEUDS 1</b>
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	<b>MAJEUR</b>
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	<b>SEMESTRE 3</b>
<b>Département d'attache</b>	<b>DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK</b>
<b>Etablissement dont relève le module</b>	<b>EST CASABLANCA</b>

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Acquérir à l'étudiant les compétences et les connaissances nécessaires afin qu'il soit apte à appréhender des problèmes de recherche en topologie géométrique (Théorie des variétés de basse dimension, nœuds tresses et entrelacs, TQFT, groupe des difféotopies de surfaces etc ...). L'étudiant sera aussi invité à prospecter les différentes applications de ces notions dans d'autres disciplines telles que la physique théorique.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Algèbre, topologie algébrique 1, 2 et 3, géométrie différentielle, topologie différentielle.

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>21 h</b>	<b>21 h</b>			<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>43,75%</b>	<b>43,75%</b>			<b>6,25%</b>	<b>6,25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

Nœuds et entrelacs :

1. Nœuds et entrelacs. Diagrammes, type et théorème de Reidemeister.
2. Premiers invariants.
3. Groupe fondamental de l'extérieur d'un nœud.
4. Polynôme d'Alexander.
5. Polynôme de Jones.

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

groupe de trois personnes exposeront pendant 30 mm un travail proposé auparavant par le staff pédagogique, en relation avec le module.

# 2. EVALUATION

## 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

## 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

## 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> ABCHIR Hamid	PES	Topologie Différentielle	Math & Info	EST Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M15
<b>Intitulé du module</b>	THEORIE DES NOEUDS 2
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 3
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	EST CASABLANCA

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Acquérir à l'étudiant les compétences et les connaissances nécessaires afin qu'il soit apte à appréhender des problèmes de recherche en topologie géométrique (Théorie des variétés de basse dimension, nœuds tresses et entrelacs, TQFT, groupe des difféotopies de surfaces etc ...). L'étudiant sera aussi invité à prospecter les différentes applications de ces notions dans d'autres disciplines telles que la physique théorique.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Algèbre, topologie algébrique 1, 2 et 3, géométrie différentielle, topologie différentielle.

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres/préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>21 h</b>	<b>21 h</b>			<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>43,75%</b>	<b>43,75%</b>			<b>6,25%</b>	<b>6,25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

Variétés de dimension 3.

1. Théorèmes de Lickorisch et de Kirby.
2. Décomposition de Heegaard pour les variétés de dimension 3.
3. Exemples d'invariants des variétés de dimension 3.

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

groupe de trois personnes exposeront pendant 30 mm un travail proposé auparavant par le staff pédagogique, en relation avec le module.

# 2. EVALUATION

## 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

## 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

## 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> ABCHIR Hamid	PES	Topologie Différentielle	Math & Info	EST Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

# DESRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	<b>M16</b>
<b>Intitulé du module</b>	<b>HOMOTOPIE RATIONNELLE 1</b>
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	<b>MAJEUR</b>
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	<b>SEMESTRE 3</b>
<b>Département d'attache</b>	<b>DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK</b>
<b>Etablissement dont relève le module</b>	<b>FACULTE DES SCIENCES AÏN CHOCK CASABLANCA</b>

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

Développer et appliquer les premiers concepts de la topologie algébrique : construction du modèle de Sullivan

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Topologie, Topologie Algébrique 1, 2 et 3, Géométrie et Topologie Différentielles, , Algèbre commutative 1 et 2

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres/préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>21 h</b>	<b>21 h</b>			<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>43,75%</b>	<b>43,75%</b>			<b>6,25%</b>	<b>6,25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

- Espaces d'Eilenberg-McLane
- Théorie de l'obstruction
- Tours de Postnikov et la théorie de l'homotopie rationnelle
- Théorie de Rham pour les complexes simpliciaux
- Algèbres différentielles graduées et commutatives
- Modèles de Sullivan
- Modèle des fibrations
- Espaces elliptiques

## 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

## 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

groupe de trois personnes exposeront pendant 30 mm un travail proposé auparavant par le staff pédagogique, en relation avec le modul

## 2. EVALUATION

## 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

## 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

## 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> HILALI Med Rachid	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences Aïn Chock Casablanca	Cours, TD, encadrement
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MAMOUNI M Youssef	PA	Topologie Algébrique	Math	CRMEF Rabat	encadrement de projets

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M17
<b>Intitulé du module</b>	HOMOTOPIE RATIONNELLE 2
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 3
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	FACULTE DES SCIENCES AÏN CHOCK

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

- ✚ Maitriser les outils algébriques et topologiques pour aborder l'étude des modèles de Quillen
- ✚ Savoir calculer les modèles de Quillen des espaces topologiques triviaux et mimer algébriquement des constructions topologiques (produit et wedge d'espaces topologiques, ...)
- ✚ Savoir calculer les modèles de Quillen des applications continues (modèle d'une cofibration, modèle d'une fibration, ...)
- ✚ Dédire des premières approximations à des invariants topologiques (Homologie, Cohomologie, Homotopie, ...)
- ✚ Etudier la dualité entre les modèles de Quillen et les modèles de Sullivan

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Topologie, Topologie Algébrique 1, 2 et 3, Géométrie et Topologie Différentielles, , Algèbre commutative 1 et 2

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>21 h</b>	<b>21 h</b>			<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>43,75%</b>	<b>43,75%</b>			<b>6,25%</b>	<b>6,25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

Chapitre 0 : Rappel et préliminaires des notions topologiques et algébriques

- 1- Espace vectoriel différentiel gradué
- 2- Algèbre de Lie et algèbre de Hopf différentielles graduées
- 3- La construction Bar et Cobar
- 4- CW complexe et cohomologie cellulaire

Chapitre 1 : Modèles de Quillen et catégorie d'un CW-complexe

- 1- Algèbres de Lie différentielles graduées
- 2- Modèles minimaux de Quillen
- 3- Modèles de Quillen d'un CW-complexe,
- 4- Modèles de Quillen d'une application continue.

Chapitre 2 : Ponts entre algèbres commutatives et algèbres de Lie différentielles graduées

1- Foncteurs  $C^*$  et  $L^*$

2- Modèles de Quillen d'une algèbre commutative différentielle graduée

Chapitre 3 : Applications

### 1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES

### 1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT

groupe de trois personnes exposeront pendant 30 mm un travail proposé auparavant par le staff pédagogique, en relation avec le module.

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

Examen de fin de semestre

Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

**3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE** (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou
--	-------	------------	-------------	---------------	--

					activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> HILALI Med Rachid	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences Aïn Chock Casablanca	
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MANSOURI WADIA Mohamed	PA	Topologie Algébrique	Math	Fac Sciences Ibn Tofail Kénitra	Cours, TD, encadrement

#### 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

--

## DESCRIPTIF DU MODULE

<b>N° d'ordre du module</b>	M18
<b>Intitulé du module</b>	TOPOLOGIE ROBOTIQUE
<b>Nature du module</b> <i>(Majeur / Complémentaire/ Outil)</i>	MAJEUR
<b>Semestre d'appartenance du module</b>	SEMESTRE 3
<b>Département d'attache</b>	DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET D'INFORMATIQUE, FACULTE DES SCIENCES, AIN CHOCK
<b>Etablissement dont relève le module</b>	CRMEF RABAT

# 1. SYLLABUS DU MODULE

## 1.1. OBJECTIFS DU MODULE

1. Maîtriser les outils de base de la topologie robotique, notamment la notion de complexité topologique
2. Se familiariser avec les calculs exacts ou approchés (encadrements) de la complexité topologique
3. Se familiariser avec les interprétations de la complexité topologique à l'aide des espaces de configuration, de planification et stabilité du mouvement de robots.

## 1.2. PRE-REQUIS PEDAGOGIQUES

(Indiquer le ou les module(s) requis pour suivre ce module et le semestre correspondant.)

Algèbre, Topologie, Topologie algébrique, Algèbre homologique, Algèbre commutative, homotopie rationnelle

## 1.3. VOLUME HORAIRE (Les travaux dirigés sont obligatoires dans les modules majeurs)

Composante(s) du module	Volume horaire (VH)						
	Cours	TD	TP	Activités Pratiques (Travaux de terrain, Projets, Stages, ...), Autres /préciser)	Travail personnel	Evaluation des connaissances	VH global
<b>VH global du module</b>	<b>15 h</b>	<b>15 h</b>		<b>15 h</b>		<b>3h</b>	<b>48 h</b>
<b>% VH</b>	<b>31,25%</b>	<b>31,25%</b>		<b>31,25%</b>		<b>6,25%</b>	<b>100%</b>

## 1.4. DESCRIPTION DU CONTENU DU MODULE

Fournir une description détaillée des enseignements et/ou activités pour le module (Cours, TD, TP, Activités Pratiques,...)

1. : La « sectional category » d'une fibration  $p : E \rightarrow B$ , noté  $\text{secat}(p)$ , est le plus petit entier  $n$  tel que  $B$  peut être couvert par  $n + 1$  parties ouvertes tel que sur chacune de ses parties  $p$  admet une section. Si ce n'est pas possible, on pose  $\text{secat}(p) = 1$ . Cet invariant a été introduit par A. S. Schwarz à la fin des années 50 comme une généralisation de la catégorie de Lusternik–Schnirelmann. Il permet de mesurer la complexité de quelques algorithmes comme celui de localisation des racines d'équations algébriques (S. Smale, 1987). On va donner un compte rendu des propriétés principales de  $\text{secat}(p)$  et expliquer comment on peut la calculer, dans des cas particuliers, ou l'approcher par des encadrements dans le cas général. Le cas rationnel sera aussi traité comme cas particulier, mais fondamental
2. : Le problème de planification de mouvement d'un robot conduit à un invariant d'homotopie intéressant  $TC(X)$  qui mesure la stabilité de navigation dans l'espace topologique  $X$ , considéré comme une espace de configuration d'un système mécanique. le calcul de cette complexité constitue un problème topologique subtil inspiré de la physique des systèmes. On va donner un compte rendu des propriétés principales de  $TC(X)$  et expliquer comment on peut calculer, dans des cas particuliers,  $TC(X)$  en utilisant l'algèbre de cohomologie de

X et de l'action des opérations de cohomologie. On va aussi parler de certains problèmes de planification de mouvement, par exemple le problème de contrôle et de coordination de la collision entre beaucoup de particules en mouvement.

#### **1.5. MODALITES D'ORGANISATION DES ACTIVITES PRATIQUES**

Depuis que les œuvres littéraires de Capek et Asimov, l'humanité a été fascinée par les robots. La recherche moderne en robotique révèle que, au sein de nombreuses autres branches des mathématiques, la topologie a un rôle fondamental à jouer dans la transformation de ces grandes idées en une réalité. La topologie robotique est alors une nouvelle discipline située à la croisée des chemins de la topologie, de l'ingénierie et de l'informatique. L'étudiant est amené à étudier les problèmes topologiques purs inspirés par la robotique et l'ingénierie et, d'autre part, l'application des idées de la philosophie topologique et outils de la topologie algébrique pour résoudre des problèmes spécifiques de l'ingénierie et de l'informatique.

#### **1.6. DESCRIPTION DU TRAVAIL PERSONNEL, LE CAS ECHEANT**

groupe de trois personnes exposeront pendant 30 mn un travail proposé auparavant par le staff pédagogique, en relation avec le module.

## 2. EVALUATION

### 2.1. Modes d'évaluation

- Examen de fin de semestre
- Contrôles continus : exposés, test, devoirs

### 2.2. Note du module

(Préciser les coefficients de pondération attribués aux différentes évaluations pour obtenir la note du module)

CC: 60 %, E: 40 %

### 2.3. Modalités de Validation du module

Le module est validé si la note est supérieure ou égale à 10, Le module peut être acquis par compensation si toutes les notes des modules composant le semestre sont supérieures ou égales à 5 à condition que l'étudiant valide le semestre dont fait partie ce module

## 3. COORDONNATEUR ET EQUIPE PEDAGOGIQUE DU MODULE (Le coordonnateur du module est un PES ou PH, appartenant au département d'attache du module)

	Grade	Spécialité	Département	Etablissement	Nature d'intervention (Enseignements ou activités : Cours, TD, TP, encadrement de stage, de projets, ...)
<b>Coordonnateur :</b> HILALI Med Rachid	PES	Topologie Algébrique	Math & Info	Fac Sciences Aïn Chock Casablanca	
<b>Intervenants :</b> Nom et Prénom					
MAMOUNI M Youssef	PA	Topologie Algébrique	Math	CRMEF Rabat	Cours, TD, encadrement

## 4. AUTRES ELEMENTS PERTINENTS

## DESCRIPTION DU STAGE OU DU MEMOIRE

- Un **stage d'initiation à la recherche** ou un **mémoire** dans le cas d'un **Master** est obligatoire au cours du 4<sup>ème</sup> semestre. Toutefois, les sujets du stage ou du mémoire peuvent être attribués à partir du 3<sup>ème</sup> Semestre. Le stage ou le mémoire peut se faire dans une structure de recherche affiliée à l'université ou à un établissement ou institution public, semi-public ou privé ou dans une institution dans le domaine de formation de la filière
- Un **stage en milieu professionnel** pour le cas d'un Master **spécialisé** est obligatoire au cours du 4<sup>ème</sup> semestre. Toutefois, les sujets du stage peuvent être attribués à partir du 3<sup>ème</sup> Semestre. Le stage professionnel doit se faire dans une entreprise privée, publique ou semi-publique ; dans une administration, collectivité locale ou dans une institution dans le domaine de professionnalisation de la filière. A travers le stage, l'étudiant traite une problématique spécifique à une institution socioprofessionnelle. Le stage professionnel est coencadré par cette institution et l'établissement universitaire dont relève la filière.

Le stage d'initiation à la recherche ou le mémoire et le stage professionnel représentent 25% du volume horaire global de la filière. Il est équivalent à 6 modules ; soit un semestre. Il fait l'objet d'un mémoire et d'une soutenance devant un jury et d'une note. Le jury de soutenance est composé d'au moins trois intervenants dans la filière dont l'encadrant du stage.

## Description du stage ou du mémoire

### 1. OBJECTIFS

- Plonger l'étudiant dans l'univers de la recherche.
- Développer chez l'étudiant le sens de la critique, la prise d'initiatives et le travail de groupe.
- Développer les automatismes de la topologie algébrique

### 2. DUREE

1 semestre

### 3. LIEU

Laboratoires de recherche des départements de Mathématiques des établissements : Facultés des Sciences de Casablanca, Meknès et Kenitra, et au CRMEF de Rabat, ou autre structure de recherche.

### 4. ACTIVITES PREVUES

Travail de synthèse portant sur un article de recherche  
Exposés  
Rédaction d'un mémoire d'une trentaine de pages qui englobe le sujet et propose éventuellement des questions de recherche.

### 5. ENCADREMENT

Chaque étudiant de Master 2 qui a validé les trois semestres 1,2 et 3, sera encadré par un enseignant intervenant dans la filière

### 6. MODALITES D'EVALUATION

Appréciation du directeur du projet : 1/3

Rapport du projet : 1/3

Appréciation du jury de soutenance : 1/3

### 7. MODALITES DE VALIDATION

Le stage est validé si la note est supérieure ou égale à 10.