

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG SUISSE
FACULTÉ DES SCIENCES

UNIVERSITÄT FREIBURG SCHWEIZ
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

Plan d'études pour l'obtention du

**Bachelor of Science en
physique**

et du

**Master of Science in
Physics**

Accepté par la Faculté des Sciences le 22 mars 2004
Version révisée du 26 mai 2008



Table des matières

Table des matières	2
1 Généralités.....	3
1.1 Titres universitaires et voies d'études.....	3
1.2 Structure générale des études.....	3
1.3 Compétences acquises.....	4
1.4 Évaluations des unités d'enseignement (UE) et acquisition des crédits ECTS	5
1.5 Langues d'enseignement.....	5
1.6 Éthique scientifique.....	5
1.7 Règlements et informations complémentaires.....	6
2 Bachelor of Science (BSc)	7
2.1 La première année d'études	7
2.1.1 Unités d'enseignement de la première année	7
2.1.2 Contenu des UE de la première année.....	8
2.2 La deuxième année d'études	8
2.2.1 Unités d'enseignement de la 2 ^{ème} année.....	8
2.2.2 Contenu des UE de la 2 ^{ème} année	9
2.3 La troisième année d'études.....	9
2.3.1 Unités d'enseignement de la 3 ^{ème} année	9
2.3.2 Contenu des UE de la 3 ^{ème} année	11
2.4 Les examens	11
2.4.1 Examens de la première année et validation.....	11
2.4.2 Examens de la 2 ^{ème} et 3 ^{ème} année, validation	12
3 Master of Science (MSc)	13
3.1 Unités d'enseignement du MSc.....	13
3.1.1 Programme des années impaires :	13
3.1.2 Programme des années paires :	14
3.2 Contenu des UE du MSc	15
3.3 Examens du MSc et validation	15
3.4 Travail de Master et validation	16
3.5 Passerelles d'accès aux études de Master.....	16
3.5.1 Procédure d'admission	16
3.5.2 Passerelles standards	16

1 Généralités

Ce plan d'études contient toutes les informations nécessaires aux étudiant-es qui souhaitent entreprendre des études de physique à l'Université de Fribourg. Il est soumis aux conditions du *Règlement pour l'obtention des Bachelor of Science et des Master of Science de la Faculté des sciences* (appelé ci-après règlement).

1.1 Titres universitaires et voies d'études

La Faculté des Sciences décerne, aux étudiant-es qui ont accompli avec succès leurs études, les titres officiels suivants:

- Certificat universitaire, appelé **Bachelor of Science en physique**, noté ci-après **BSc**
- Diplôme en physique, appelé **Master of Science in Physics**, noté ci-après **MSc**

La voie d'études du BSc en physique offre une formation de base en physique. Les connaissances générales et la méthodologie qu'elle apporte constituent un bagage solide pour des orientations professionnelles variées. Le BSc en physique dispense aussi la formation essentielle et indispensable pour la poursuite des études scientifiques plus approfondies conduisant au MSc en physique. Tous les titulaires d'un diplôme de maturité fédérale ou d'un titre jugé équivalent sont admis aux études de BSc en physique (voir Art. 6 du règlement).

La **voie d'études du MSc** en physique offre la possibilité d'approfondir la formation en physique ainsi que de se spécialiser dans un domaine particulier. Le MSc en physique donne une ouverture vers diverses formes d'activités professionnelles dans la recherche, l'enseignement, l'industrie, l'économie ou l'administration. Il ouvre la voie aux études doctorales. Le MSc en physique avec branche complémentaire mathématiques donne aussi accès au « Diplôme d'aptitude à l'enseignement secondaire II » (DAES II).

Les titulaires d'un titre de BSc en physique de l'Université de Fribourg ou d'une autre Haute École suisse sont admis aux études de MSc en physique (Art. 7 du règlement). Les détenteurs d'un BSc acquis dans une autre discipline ou d'un diplôme équivalent (par exemple diplôme d'une HES) peuvent être admis aux études de MSc sur décision de la Faculté des sciences. Des prestations complémentaires préalables peuvent être exigées (cf. chapitre 3.5).

1.2 Structure générale des études

Les études de BSc et de MSc sont composées **d'unités d'enseignement (UE)** telles que les cours, les exercices, les travaux pratiques, les proséminaires, les projets, etc. À chaque UE est associé un nombre de **points ECTS**¹, transformables en crédits ECTS par une procédure d'évaluation. Les études de BSc requièrent l'acquisition de 180 crédits ECTS (6 semestres) et les études de MSc exigent 90 crédits ECTS supplémentaires (3 semestres).

Les études de BSc en physique se composent de la **branche principale** de 150 ECTS et d'une **branche complémentaire** au choix de 30 ECTS. La branche principale comprend les UE obligatoires de physique et de mathématiques ainsi que les UE d'une **branche propédeutique** à choisir entre la chimie, l'informatique et la biologie. La branche complémentaire doit être choisie dans une autre discipline que la branche principale. Parmi les branches complémentaires au choix, les mathématiques constituent la branche complémentaire naturelle pour le physicien. L'informatique, la chimie et la biologie sont aussi des branches complémentaires qui conviennent aux

¹ ECTS est l'abréviation de *European Credit Transfer System*. 1 crédit ECTS correspond à environ 30 heures de travail effectif

études de physique. L'étudiant-e qui souhaite choisir une autre branche complémentaire s'adresse au conseiller aux études de physique.

Les études de MSc en physique se composent de cours, de travaux pratiques, de proséminaires, de projets, etc. et d'un **travail de Master**. Les UE suivies dans la voie d'études du MSc ne peuvent être évaluées et validées (voir 1.3) qu'après la réussite du BSc. Quelques cours de la troisième année du BSc et de la première année du MSc sont communs à ces deux années, mais soumis à des exigences différentes. D'autre part, les cours spécialisés du Master sont aussi prévus à l'intention des doctorants.

Pour mener l'étudiant-e au BSc ou au MSc, le plan d'études prévoit des UE sous diverses formes :

- Les **cours** initient à la rigueur et à la démarche scientifique. Ils aident à acquérir les connaissances essentielles et à comprendre les concepts fondamentaux. Ils enseignent des méthodes pour passer du particulier au général, du concret à l'abstrait.
- Les **exercices** accompagnent les cours en contribuant à la compréhension et à l'assimilation du contenu. Ils donnent l'occasion d'appliquer les principes généraux, d'exercer les techniques mathématiques.
- Les **travaux pratiques** aussi bien expérimentaux que théoriques sont à la base de la démarche scientifique. Ils donnent l'occasion d'utiliser les techniques spécifiques, d'être confronté à des expériences de physique dans des situations réelles, d'appréhender les limites de précision de grandeurs mesurées et d'estimer les contributions de paramètres non maîtrisés.
- Les **proséminaires** permettent de s'exercer à l'assimilation et à la présentation orale d'un sujet scientifique préalablement étudié.
- Les **projets** mettent en œuvre une première approche expérimentale ou théorique de la résolution d'un problème concret.

Le **travail de Master** est une initiation à la recherche scientifique entreprise sous la direction d'un chercheur expérimenté.

1.3 Compétences acquises

Avec l'obtention d'un **BSc en physique**, l'étudiant-e aura consolidé ses bases scientifiques et acquis une connaissance générale et une vision large de sa branche principale. Il aura développé une faculté de synthèse et une pensée critique qui lui permettront d'aborder des études approfondies ou une spécialisation dans son domaine.

Avec chaque **branche propédeutique**, l'étudiant-e aura acquis des connaissances de base dans une discipline autre que sa branche principale, facilitant la compréhension de celle-ci. Elle lui offrira de plus une culture scientifique élargie.

Avec l'acquisition d'une **branche complémentaire** dans le cadre de son BSc, l'étudiant-e aura développé une ouverture à l'interdisciplinarité, lui facilitant à l'avenir le dialogue et la collaboration avec des spécialistes d'autres disciplines.

Grâce à une **formation bilingue** intégrée, l'étudiant-e aura enrichi son vocabulaire spécifique dans deux langues et acquis la capacité de dialoguer, dans ses branches d'études, avec des spécialistes aussi bien en français qu'en allemand.

Avec l'obtention d'un **MSc in Physics**, l'étudiant-e aura élargi et approfondi ses connaissances et ses compétences dans sa discipline principale ainsi qu'en anglais scientifique. Il aura démontré sa capacité à mobiliser ses savoirs dans un projet de recherche. Il aura ainsi acquis une maturité scientifique lui permettant de travailler de manière indépendante, ou de s'intégrer dans un groupe de travail spécialisé ou interdisciplinaire. Il saura faire preuve de créativité, d'esprit critique et

sera capable de communiquer ses idées, ses points de vue et ses projets dans sa langue et en anglais.

1.4 Évaluations des unités d'enseignement (UE) et acquisition des crédits ECTS

L'acquisition des crédits ECTS passe par trois étapes : l'évaluation des UE, le regroupement des UE en paquets de validation et la validation des crédits ECTS.

L'évaluation des exercices, des travaux pratiques et des proséminaires se fait suivant des critères (nombre de séries d'exercices rendues, nombre d'expériences réussies, etc.) énoncés en début de semestre. L'évaluation satisfaisante des exercices est un prérequis pour accéder à l'épreuve du cours correspondant. **L'évaluation** des cours se fait par des épreuves orales ou écrites dont la durée est fixée par ce plan d'études. Les épreuves se déroulent, en général, durant trois sessions d'examens (printemps, été, automne). Pour chaque épreuve, l'étudiant-e s'inscrit dans les délais prescrits selon la procédure on-line accessible avec le compte personnel et le mot de passe fournis par l'Université (www.unifr.ch/science/gestens). L'épreuve porte sur la matière de l'UE telle qu'elle a été enseignée la dernière fois. En cas d'exception, celle-ci sera communiquée par le Département et/ou par l'enseignant responsable. L'échelle des notes s'étend de 6 (meilleure note) à 1 (plus mauvaise note). Une épreuve dont la note est inférieure à 4 peut être répétée une seule fois et au plus tôt lors de la session d'examens suivante.

Les **paquets de validation** regroupent plusieurs UE qui peuvent être évaluées séparément. Le nombre de paquets est fixé par l'Art. 18 du règlement et le contenu est précisé par ce plan d'études.

La **validation des crédits ECTS** (Art. 19 du règlement) consiste à transformer les points ECTS attribués à chaque UE en crédits ECTS pour autant que :

- La moyenne pondérée des notes des épreuves du paquet de validation soit d'au moins 4. La pondération est fournie par le nombre de points ECTS attribué aux UE d'une épreuve.
- Les critères d'évaluation des UE non examinés (travaux pratiques, exercices, etc.) aient été remplis.

On dira dans ce cas que le paquet a été validé et que les points ECTS sont transformés en crédits. À ce stade, sur demande de l'étudiant-e et après acquittement de la taxe d'examen, une attestation indiquant les résultats des évaluations et le nombre de crédits acquis sera délivrée par le Décanat (Art. 22 du règlement).

1.5 Langues d'enseignement

Les enseignements des études de BSc sont donnés en français ou en allemand. Toutefois, l'étudiant-e a toujours la possibilité de s'exprimer dans l'une ou l'autre de ces langues. Les enseignements communs Bachelor/Master de la 3^{ème} année sont donnés en anglais.

Les enseignements des études de MSc sont donnés en anglais. Les examens ainsi que les travaux écrits (rapports de travaux pratiques, travail de master, etc) peuvent être effectués, au choix, en français, en allemand ou en anglais.

1.6 Éthique scientifique

Les principes d'éthique font partie intégrante de la formation scientifique. Les règles internationalement admises doivent être respectées lors de l'élaboration et la rédaction de tout travail scientifiques (projet, séminaire, travail de bachelor et de master, rapport, etc.). En particulier,

toute source externe d'information (articles, communications orales, pages web, etc.) doit être correctement citée.

1.7 Règlements et informations complémentaires

De plus amples informations concernant les études de physique sont contenues dans les documents suivants que vous pouvez télécharger ou obtenir auprès du Secrétariat du Département de Physique, chemin du Musée 3, CH-1700 Fribourg :

- *Règlement concernant l'admission à l'Université de Fribourg*, (www.unifr.ch/rectorat/reglements)
- *Règlement pour l'obtention des Bachelor of science et des Master of science*, (www.unifr.ch/science)
- *Plan d'études des branches propédeutiques et complémentaires de la Faculté des sciences de l'Université de Fribourg*, (www.unifr.ch/science)
- *Guide des études de l'Université de Fribourg*, (www.unifr.ch/guide)
- *Programme des cours de l'Université de Fribourg*, (www.unifr.ch/main/programmecours)
- *Base de données des Unités d'Enseignement*, (www.unifr.ch/science)
- Affiche des dates des sessions d'examens de la Faculté des Sciences pour l'année académique en cours.

Enfin, chaque étudiant-e dispose d'un espace personnel sécurisé, accessible avec le mot de passe de la messagerie de l'Université. Cet espace est atteignable par le lien « Connexion » de la page www.unifr.ch/science/gestens. Il permet l'inscription aux cours, l'inscription aux examens, la visualisation des résultats enregistrés, la mise en route de la procédure d'attestation, etc.

2 Bachelor of Science (BSc)

[Version 2006, paquets de validation : PB1-PH.0001, BP2-PH.0013]

Le programme du BSc s'étend sur 3 ans d'études et équivaut à 180 points ECTS. Il comprend la branche principale à 150 ECTS et une branche complémentaire à 30 ECTS. Les cours de physique des deux premières années couvrent, dans une vision large, les domaines de la physique classique et de la physique moderne. Dans la troisième année, les étudiant-es aborderont de manière plus systématique différents domaines de la physique.

2.1 La première année d'études

La première année d'études en physique s'efforce d'assurer la meilleure transition possible entre le gymnase et l'université. Afin de permettre à l'étudiant-e de pouvoir assez tôt mesurer ses capacités et bien discerner son intérêt pour la physique, les UE de cette année ont été regroupées en un premier paquet de validation.

2.1.1 Unités d'enseignement de la première année

Semestre 1 (automne)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Physique			
PH.1100	Physique I	4	4
PH.1110	Exercices (Physique I)	2	3
PH.1300	Introduction à la physique théorique I	2	2
PH.1001	Travaux pratiques pour débutants	3	3
Mathématiques			
MA.1101	Analyse I	4	4
MA.1161	Exercices (Analyse I)	2	3
MA.1201	Algèbre linéaire I	4	4
MA.1261	Exercices (Algèbre linéaire I)	2	3
Branche propédeutique			
–	Chimie ou informatique ou biologie		6
			32

Semestre 2 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Physique			
PH.1200	Physique II	4	4
PH.1210	Exercices (Physique II)	2	3
PH.1400	Introduction à la physique théorique II	2	2
PH.1002	Travaux pratiques pour débutants	3	3
Mathématiques			
MA.1102	Analyse II	4	4
MA.1162	Exercices (Analyse II)	2	3
MA.1202	Algèbre linéaire II	4	4
MA.1262	Exercices (Algèbre linéaire II)	2	3
Branche propédeutique			
–	Chimie ou informatique ou biologie		6
			32

2.1.2 Contenu des UE de la première année

Les cours

Les cours de *Physique I* et *II* sont des cours de base dans lesquels les concepts sont développés et illustrés par des expériences. Les domaines de la *Physique I* (mécanique, ondes, acoustique, thermodynamique) ainsi que les domaines de la *Physique II* (électricité, magnétisme, optique, atomistique) étendent les connaissances de gymnase et préparent à la physique moderne. Les cours *Introduction à la physique théorique I* et *II* donnent un traitement plus approfondi de certains sujets du cours de Physique I et II et apportent les méthodes mathématiques utiles en mécanique, en électricité et en magnétisme. Ils préparent aussi aux cours de physique théorique. Les cours *d'Analyse I* et *II* et *d'Algèbre linéaire I* et *II* fournissent de solides bases mathématiques nécessaires au physicien et à la physicienne.

La branche propédeutique

La branche propédeutique offre une formation de base dans une autre discipline que la physique. Elle peut être choisie entre la chimie, l'informatique et la biologie. Les UE correspondantes d'une valeur totale de 12 ECTS sont fixées par le département concerné.

Les travaux pratiques

Les travaux pratiques pour débutants s'étendent sur deux semestres. Ils donnent une initiation aux techniques de mesures des plus importantes grandeurs physiques par des expériences. L'étudiant-e y apprend aussi les techniques d'analyse de données expérimentales ainsi que leur interprétation.

2.2 La deuxième année d'études

En 2^{ème} année, l'étudiant-e peut commencer à suivre certaines UE de la **branche complémentaire** (30 ECTS) qu'il/elle a choisie. Ces UE proposées par le département concerné sont spécifiées dans le *Plan d'études des branches propédeutiques et complémentaires de la Faculté des sciences de l'Université de Fribourg*. L'étudiant-e doit s'informer suffisamment tôt sur le programme afin de pouvoir établir au mieux l'horaire des UE de la branche complémentaire.

2.2.1 Unités d'enseignement de la 2^{ème} année

Semestre 3 (automne)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Physique			
PH.2100	Physique moderne	4	4
PH.2110	Exercices (Physique moderne)	2	3
PH.2300	Mécanique et électrodynamique classiques	4	4
PH.2310	Exercices (Mécanique et électrodynamique classiques)	2	3
PH.2001	Travaux pratiques pour avancés	4	4
Mathématiques			
MA.2101	Analyse III	4	4
MA.2161	Exercices (Analyse III)	2	3
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			25+x

Semestre 4 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Physique			
PH.2201	Introduction à la physique des particules, à la physique nucléaire et à l'astrophysique	2	2
PH.2211	Exercices (Introduction à la physique des particules, à la physique nucléaire et à l'astrophysique)	1	1.5
PH.2401	Thermodynamique	2	2
PH.2411	Exercices (Thermodynamique)	1	1.5
PH.2002	Travaux pratiques pour avancés	4	4
PH.2600	Mécanique quantique	4	4
PH.2610	Exercices (Mécanique quantique)	2	3
PH.2800	Méthodes mathématiques de la physique	4	4
PH.2810	Exercices (Méthodes mathématiques de la physique)	2	3
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			25+x

2.2.2 Contenu des UE de la 2^{ème} annéeLes cours

- Le cours Introduction à la physique moderne décrit la transition de la physique classique à la physique du 20^{ème} siècle. Les cours « Mécanique et électrodynamique classiques » ainsi que « Mécanique quantique » fournissent la formation de base en physique théorique.
- Au semestre de printemps de la deuxième année le cours *Introduction à la physique des particules, à la physique nucléaire et à l'astrophysique* amène l'étudiant dans les domaines touchant aussi bien la physique du cosmos que celle des accélérateurs. La *Thermodynamique* introduit des concepts importants tels que l'équilibre thermique et l'entropie.
- Les cours *Analyse III* et *Méthodes mathématiques de la physique* apportent les connaissances mathématiques utiles aux cours de Mécanique quantique, de thermodynamique et de mécanique statistique.

Les travaux pratiques

Les travaux pratiques pour avancés débutent au 3^{ème} semestre. Ils permettent de perfectionner l'habileté dans l'utilisation des techniques expérimentales et dans l'analyse des données.

2.3 La troisième année d'études

La troisième année d'études réserve une place importante aux cours de la branche complémentaire. La plupart des cours de physique sont choisis sur un ensemble de cours offerts tous les deux ans. Ces cours sont proposés en commun avec les étudiants en MSc. Leur contenu est adapté aux étudiant-es de Master, mais les exigences concernant les exercices et les examens seront conformes au niveau de connaissances des étudiants de BSc.

2.3.1 Unités d'enseignement de la 3^{ème} année

Pour une meilleure vision de l'ensemble des cours répartis sur le cycle de deux ans, les programmes alternatifs sont présentés ci-dessous.

Programme des années impaires² :**Semestre 5 (automne)**

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Physique			
PH.4101	Electrons et photons	2	2
PH.4111	Exercices (Electrons et photons)	1	1.5
PH.4301	Magnétisme et fluides quantiques	2	2
PH.4311	Exercices (Magnétisme et fluides quantiques)	1	1.5
PH.3005	Travaux pratiques pour avancés	5	5
PH.3003	Proséminaire de physique	1	1
PH.4501	Mécanique statistique classique	2	2
PH.4511	Exercices (Mécanique statistique classique)	1	1.5
PH.3700	Physique de tous les jours	2	3
Branche complémentaire			
– (voir les UE proposées par le département concerné)			x
			19.5+x

Semestre 6 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Physique			
PH.4201	Spectroscopie atomique	2	2
PH.4211	Exercices (Spectroscopie atomique)	1	1.5
PH.4401	Structure et dynamique de la matière	2	2
PH.4411	Exercices (Structure et dynamique de la matière)	1	1.5
PH.3002	Travaux pratiques pour avancés /Atelier de physique théorique	5	5
PH.3004	Proséminaire de physique	1	1
PH.4605	Introduction au problème à N corps	2	2
PH.4615	Exercices (Introduction au problème à N corps)	1	1.5
Branche complémentaire			
– (voir les UE proposées par le département concerné)			x
			16.5+x

Programme des années paires³ :**Semestre 5 (automne)**

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Physique			
PH.4102	Physique atomique	2	2
PH.4112	Exercices (Physique atomique)	1	1.5
PH.4302	Electrons dans les solides	2	2
PH.4312	Exercices (Electrons dans les solides)	1	1.5
PH.3005	Travaux pratiques pour avancés	5	5
PH.3003	Proséminaire de physique	1	1
PH.4502	Mécanique statistique quantique	2	2
PH.4512	Exercices (Mécanique statistique quantique)	1	1.5
PH.3700	Physique de tous les jours	2	3
Branche complémentaire			
– (voir les UE proposées par le département concerné)			x
			19.5+x

² Par exemple 2007/08³ Par exemple 2006/07

Semestre 6 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Physique			
PH.4202	Optique moderne	2	2
PH.4212	Exercices (Optique moderne)	1	1.5
PH.4402	Matière molle	2	2
PH.4412	Exercices (Matière molle)	1	1.5
PH.3002	Travaux pratiques pour avancés /Atelier de physique théorique	5	5
PH.3004	Proséminaire de physique	1	1
PH.4602	Introduction à la théorie des champs	2	2
PH.4612	Exercices (Introduction à la théorie des champs)	1	1.5
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			16.5+x

2.3.2 Contenu des UE de la 3^{ème} annéeLes cours

Les cours de physique de la 3^{ème} année couvrent les différents domaines de la physique expérimentale et théorique. Ils s'appuient sur les connaissances acquises durant les deux premières années et sont suivis en commun par les étudiant-es du BSc et du MSc. Le cours de physique de tous les jours présente les notions physiques liées à différents phénomènes de la vie quotidienne.

Le proséminaire

Le proséminaire traite les thèmes d'actualité. Durant la 3^{ème} année chaque étudiant-e doit présenter 1 proséminaire. La préparation des travaux se font à l'aide de livres et de publications scientifiques, sous la supervision d'un-e enseignant-e. L'étudiant-e apprend à cerner les aspects essentiels d'un problème et à les intégrer dans un exposé structuré. La présentation devant un auditoire servira à perfectionner l'expression orale et à exercer l'utilisation des moyens didactiques.

Les travaux pratiques

En troisième année, on distingue les travaux pratiques pour avancés en physique expérimentale et les ateliers de physique théorique qui s'emploient à développer les aptitudes dans l'utilisation des techniques analytiques. Les travaux pratiques pour avancés et les ateliers de physique théorique sont exécutés sous la conduite d'un-e enseignant-e et peuvent être effectués dans l'un des groupes de recherche.

2.4 Les examens**2.4.1 Examens de la première année et validation**

Le paquet de validation BSc1 regroupe l'ensemble des UE de la première année et rapporte 64 crédits ECTS. Les Travaux pratiques et les exercices sont évalués à l'aide de critères fixés en début d'année. Les exercices peuvent aussi être examinés lors de l'épreuve du cours correspondant. Les cours sont évalués dans les épreuves suivantes :

1. *Physique I et II* (PH.1100, PH.1200) : épreuve écrite de 2 heures, une seule note est attribuée ;

2. *Introduction à la physique théorique I et II* (PH.1300, PH.1400) : épreuve orale de 20 minutes, une seule note est attribuée ;
3. *Analyse I et II* (MA.1101, MA.1102) : épreuve orale de 30 minutes, une seule note est attribuée ;
4. *Algèbre linéaire I et II* (MA.1201, MA.1202) : épreuve orale de 30 minutes, une seule note est attribuée ;
5. Épreuve écrite ou orale portant sur la matière propédeutique (chimie, informatique ou biologie) suivant les critères du *Plan d'études des branches propédeutiques et complémentaires de la Faculté des sciences de l'Université de Fribourg*.

Il est impératif que les UE de la première année soient validées la fin du 4^{ème} semestre⁴. Si tel n'est pas le cas, les études de physique ne peuvent définitivement plus être poursuivies.

2.4.2 Examens de la 2^{ème} et 3^{ème} année, validation

Le paquet de validation BSc2 regroupe les UE de 2^{ème} et 3^{ème} année qui n'appartiennent pas à la branche complémentaire et donne droit à 86 crédits ECTS. Les travaux pratiques et le séminaire sont évalués par des critères fixés en début de semestre. Les évaluations des cours de la 2^{ème} et de la 3^{ème} année sont réparties sur les différentes sessions d'examens et comprennent plusieurs épreuves :

6. *Physique moderne* (PH.2100) : épreuve écrite de 2 heures ou orale de 30 minutes ;
7. Épreuve orale de 30 minutes pour chacune des unités d'enseignement suivantes :
 - *Mécanique et électrodynamique classiques* (PH.2300)
 - *Mécanique quantique* (PH.2600)
 - *Analyse III* (MA.2101)
 - *Méthodes mathématiques de la physique* (PH.2800)
8. Épreuve orale de 20 minutes pour chacune des unités d'enseignement suivantes :
 - *Introduction à la physique des particules, à la physique nucléaire et à l'astrophysique* (PH.2201)
 - *Thermodynamique* (PH.2401)
9. Épreuve orale de 20 minutes pour l'UE suivie dans chacun des couples suivants :
 - *Electrons et photons* (PH.4101) ou *physique atomique* (PH.4102) ;
 - *Magnétisme et fluides quantiques* (PH.4301) ou *Electrons dans les solides* (PH.4302)
 - *Spectroscopie atomique* (PH.4201) ou *Optique moderne* (PH.4202)
 - *Structure et dynamique de la matière*(PH.4401) ou *Matière molle* (PH.4402)
 - *Mécanique statistique classique* (PH.4501) ou *Mécanique statistique quantique* (PH.4502)
 - *Introduction au problème à N corps* (PH.4605) ou *Introduction à la théorie des champs* (PH.4602)
10. *Physique de tous les jours* (PH.3700) : épreuve orale de 20 minutes.

Le paquet de validation BSc3 regroupe les UE de la branche complémentaire qui sont évaluées suivant le plan d'études de cette branche. Il donne droit à 30 crédits ECTS. Une branche complémentaire non réussie peut être remplacée par une autre branche complémentaire.

La validation des paquets BSc1, BSc2 et BSc3 donne droit au titre de **Bachelor of Science en physique, Université de Fribourg (BSc)**.

⁴ La session d'examens de septembre qui précède la rentrée académique fait partie du semestre de printemps.
État au 29.04.2009

3 Master of Science (MSc)

[Version 2006, paquets de validation : MSc1-PH.0014, MSc2-PH.0015]

Le programme du MSc en physique s'étend sur un an et demi d'études et équivaut à 90 ECTS. Les unités d'enseignement de la 1^{ère} année du MSc totalisent 60 ECTS. Elles sont constituées de cours, d'exercices, d'un proséminaire, d'un projet et de la première partie du travail de Master. Elles dispensent des connaissances en physique à un niveau avancé et peuvent être suivies à Fribourg, mais aussi partiellement dans le cadre de la convention BeNeFri et du Troisième Cycle de la physique en Suisse romande. Les études du MSc se terminent par le travail de Master d'une valeur de 36 ECTS.

Les UE du MSc ne peuvent être évaluées et validées qu'après l'obtention du certificat de BSc.

3.1 Unités d'enseignement du MSc

3.1.1 Programme des années impaires⁵ :

Semestre d'automne

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Unités obligatoires			
PH.4101	Electrons and photons	2	2
PH.4111	Exercices (Electrons and photons)	1	1.5
PH.4301	Magnetism and quantum fluids	2	2
PH.4311	Exercices (Magnetism and quantum fluids)	1	1.5
PH.4501	Classical statistical mechanics	2	2
PH.4511	Exercices (Classical statistical mechanics)	1	1.5
			10.5

Semestre de printemps

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Unités obligatoires			
PH.4201	Atomic spectroscopy	2	2
PH.4211	Exercices (Atomic spectroscopy)	1	1.5
PH.4401	Structure and dynamics of matter	2	2
PH.4411	Exercices (Structure and dynamics of matter)	1	1.5
PH.4605	Introduction to the Many-Body Problem	2	2
PH.4615	Exercices (Introduction to the Many-Body Problem)	1	1.5
			10.5

⁵Par exemple 2007/08
État au 29.04.2009

Unités d'enseignement à répartir sur 3 semestres

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Unités obligatoires			
PH.4003	Project		5
PH.4004	Colloquia		0.5
PH.4005	Proseminars and Colloquia	1	2.5
PH.4006	Colloquia / Research seminar		1
Unités au choix			
PH.xxxx	Specialized courses in Physics		15
–	Other (Scientific English recommended)		9
			33

Il est recommandé de s'approcher du conseiller d'études pour le choix et la répartition des UE.

3.1.2 Programme des années paires⁶ :**Semestre d'automne**

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Unités obligatoires			
PH.4102	Atomic physics	2	2
PH.4112	Exercises (Atomic physics)	1	1.5
PH.4302	Electrons in solids	2	2
PH.4312	Exercises (Electrons in solids)	1	1.5
PH.4502	Quantum statistical mechanics	2	2
PH.4512	Exercises (Quantum statistical mechanics)	1	1.5
			10.5

Semestre de printemps

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Unités obligatoires			
PH.4202	Modern optics	2	2
PH.4212	Exercises (Modern optics)	1	1.5
PH.4402	Soft condensed matter	2	2
PH.4412	Exercises (Soft condensed matter)	1	1.5
PH.4602	Introduction to field theory	2	2
PH.4612	Exercises (Introduction to field theory)	1	1.5
			10.5

Unités d'enseignement à répartir sur 3 semestres

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Unités obligatoires			
PH.4003	Project		5
PH.4004	Colloquia		0.5
PH.4005	Proseminars and Colloquia	1	2.5
PH.4006	Colloquia / Research seminar		1
Unités au choix			
PH.xxxx	Specialized courses in Physics		15
–	Other (Scientific English recommended)		9
			33

Il est recommandé de s'approcher du conseiller d'études pour le choix et la répartition des UE.

⁶ Par exemple 2006/07
État au 29.04.2009

3.2 Contenu des UE du MSc

Les cours

Les cours obligatoires sont suivis en commun avec les étudiant-es de la 3^{ème} année de BSc. Ils complètent la formation générale dans les différents domaines de la physique. Leur contenu est adapté aux étudiant-es de Master. Pour ces derniers, les exigences seront renforcées dans les séances d'exercices et dans les examens.

À côté de ces cours obligatoires, l'étudiant-e doit suivre des *cours spécialisés* de physique expérimentale ou théorique d'une valeur de 15 ECTS au moins. Le choix de ces cours peut se faire parmi un éventail de cours offerts à Fribourg, par exemple :

- Selected chapters in atomic physics and optics (for example *Precision physics with spin-polarized atoms*)
- Selected chapters in solid state physics (for example *Magnetism, solid-state spectroscopy, superconductivity*)
- Selected chapters in soft condensed matter physics (for example *Light X-ray and neutron scattering in soft matter*)
- Advanced statistical mechanics
- Many-body theory
- Critical phenomena
- Electronics
- Computational physics
- General relativity
- Biological physics
- Symmetries in physics
- Optics of strongly scattering media

Cette offre peut être complétée par des cours suivis dans d'autres universités. En particulier, on citera le bloc d'enseignement BeNeFri *Advanced materials* (12 ECTS). Les cours de base organisés par le Troisième Cycle de la physique en Suisse romande sont aussi ouverts au choix de l'étudiant-e. Il est recommandé de choisir les cours spécialisés dans le domaine du travail de Master qui a été envisagé. Enfin, les *Autres cours* peuvent être choisis librement selon l'intérêt de l'étudiant-e.

Le proséminaire / Colloquium

Chaque étudiant-e devra présenter **un proséminaire** portant sur un thème de la physique actuelle (voir aussi 2.2.3). Il est tenu d'assister à tous les colloques. Durant le 3^{ème} semestre l'étudiant-e participe aux séminaires du groupe de recherche dans lequel il accomplit son travail de Master.

Le projet

Le projet (expérimental ou théorique) est un travail élaboré dans un des groupes de recherche du département. Au cours de ce travail l'étudiant-e apprendra à utiliser des techniques expérimentales ou les méthodes de la physique théorique pour résoudre un problème concret. Il/elle en décrira les résultats dans un rapport détaillé.

3.3 Examens du MSc et validation

L'ensemble des UE du MSc à l'exception du travail de Master constitue le **paquet de validation MSc1** qui donne droit à 54 crédits ECTS. L'évaluation du proséminaire et du projet se fait sur la base de critères annoncés en début d'année. Les évaluations des cours se font par les épreuves suivantes :

11. Épreuve orale de 20 minutes pour l'UE choisie dans chacun des couples suivants :

- *Electrons and photons* (PH.4101) ou *Atomic physics* (PH.4102) ;
- *Magnetism and quantum fluids* (PH.4301) ou *Electrons in solids* (PH.4302)
- *Atomic spectroscopy* (PH.4201) ou *Modern optics* (PH.4202)
- *Structure and dynamics of matter* (PH.4401) ou *Soft condensed matter* (PH.4402)
- *Classical statistical mechanics* (PH.4501) ou *Quantum statistical mechanics* (PH.4502)
- *Introduction to the Many-Body Problem* (PH.4605) ou *Introduction to field theory* (PH.4602)

12. Épreuves des *Cours spécialisés* : à fixer au début du cours ;

13. Épreuve du cours *Scientific English* : à fixer au début du cours ;

14. Épreuves des *Autres cours* : à fixer au début du cours.

3.4 Travail de Master et validation

Le travail de Master correspond à l'UE PH.5001 (*Master's thesis*). Il constitue le **paquet de validation MSc2** d'une valeur totale de 36 ECTS. Sa durée est de 6 mois au minimum et de 12 mois au maximum. Il débute dans le courant du 2^{ème} semestre et s'étend sur tout le 3^{ème} semestre. C'est un travail de recherche, d'une envergure relativement modeste, que l'étudiant-e entreprend sous la direction d'une personne possédant une solide expérience en recherche. Par ce travail de Master, l'étudiant-e pourra développer son goût et son aptitude pour la recherche. Il/elle présentera son travail par écrit sous forme d'un texte scientifique et par oral sous forme d'une conférence de 30 minutes. Le travail de Master est évalué par une note allant de 6 (meilleure note) à 1 (plus mauvaise note). Il est validé si la note de 4 au moins a été obtenue. Un travail de Master jugé insuffisant peut être élaboré une seconde fois sur un autre sujet.

La validation des paquets MSc1 et MSc2 donne droit au titre de **Master of Science in Physics, University of Fribourg (MSc)**.

3.5 Passerelles d'accès aux études de Master

3.5.1 Procédure d'admission

L'accès aux études de Master en physique est lié à deux conditions : satisfaire aux conditions d'admission à l'Université – définies dans le *Règlement concernant l'admission à l'Université de Fribourg* – et être en possession d'un Bachelor en physique de l'Université de Fribourg ou d'un titre jugé équivalent par la Faculté.

La Faculté établit la liste des titres jugés équivalents. Les candidat-es au bénéfice d'un titre cité dans cette liste sont accepté-es automatiquement. Les candidat-es en possession d'un titre qui n'y figure pas déposent un dossier de candidature. Leur acceptation est décidée par la *Commission des requêtes des étudiant-es*, nommée par le Conseil de Faculté. Selon les cas, la Commission peut demander des compléments. S'ils sont limités, l'étudiant-e pourra les satisfaire au cours des semestres d'études de Master. Dans le cas contraire, il ou elle sera admis en voie « pré-Master » et ne pourra commencer ses études que lorsque les conditions fixées auront été satisfaites.

3.5.2 Passerelles standards

Certaines passerelles d'accès au Master sont régulièrement utilisées. Elles concernent en particulier les candidat-es au bénéfice d'un titre de Bachelor HES. Un descriptif détaillé, constituant une annexe au présent plan d'études, est disponible au Décanat de la Faculté des sciences ou auprès du Conseiller aux études de physique.