

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

Accepté par la Faculté des Sciences le 22 mars 2004
Version révisée du 27 mai 2013



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 de bachelor	3
1.3 Compétences acquises	4
1.4 Évaluations des unités d'enseignement (UE) et acquisition des crédits ECTS	4
1.5 Langues d'enseignement	5
1.6 Éthique scientifique	5
1.7 Règlements et informations complémentaires.....	5
2 Bachelor of Science (BSc)	6
2.1 La première année d'études	6
2.1.1 Unités d'enseignement de la première année	6
2.1.2 Contenu des UE de la première année	6
2.2 La deuxième année d'études	7
2.2.1 Unités d'enseignement de la 2 ^{ème} année	7
2.2.2 Contenu des UE de la 2 ^{ème} année	8
2.3 La troisième année d'études	8
2.3.1 Unités d'enseignement de la 3 ^{ème} année	8
2.3.2 Contenu des UE de la 3 ^{ème} année	10
2.4 Les examens	10

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:

- **Bachelor of Science en physique, Université de Fribourg**, noté ci-après **BSc**
- **Master of Science in Physics, Université de Fribourg**, 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'enseignement pour les écoles de maturité » (DEEM, ex-DAES II).

1.2 Structure générale des études de bachelor

Les études de BSc 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).

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

Pour mener l'étudiant-e au BSc, 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.

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

- 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.

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.

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 dans une annexe à 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.
- Il n'y ait aucune note égale à 1.

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.

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/fr/aca.php)
- Règlement pour l'obtention des Bachelor of science et des Master of science, (<http://www.unifr.ch/science/plans/f>)
- Plan d'études des branches propédeutiques et complémentaires de la Faculté des sciences de l'Université de Fribourg, (<http://www.unifr.ch/science/plans/f>)
- Offre d'études de l'Université de Fribourg, (<http://www.unifr.ch/guide>)
- Programme des cours de l'Université de Fribourg, (<http://www.unifr.ch/acadinfolfr/publications/program>)
- Bases de données des Unités d'Enseignement (<http://gestens.unifr.ch/>)
- Dates des sessions d'examens de la Faculté des Sciences et autre délais importants (www.unifr.ch/science/gestens?page=110501)

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 étudiant-es » 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	h. tot.	ECTS
Physique			
PH.1102	Physique I (cours et exercices)	84	7
PH.1300	Introduction à la physique théorique I	28	2
PH.1001	Travaux pratiques pour débutants (Physique I)	36	3
Mathématiques			
MA.1101	Analyse I	56	4
MA.1161	Exercices (Analyse I)	28	3
MA.1201	Algèbre linéaire I	56	4
MA.1261	Exercices (Algèbre linéaire I)	28	3
Branche propédeutique			
–	Chimie ou informatique ou biologie		6
			32

Semestre 2 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
Physique			
PH.1202	Physique II (cours et exercices)	84	7
PH.1400	Introduction à la physique théorique II	28	2
PH.1002	Travaux pratiques pour débutants(Physique II)	36	3
Mathématiques			
MA.1102	Analyse II	56	4
MA.1162	Exercices (Analyse II)	28	3
MA.1202	Algèbre linéaire II	56	4
MA.1262	Exercices (Algèbre linéaire II)	28	3
Branche propédeutique			
–	Chimie ou informatique ou biologie		6
			32

2.1.2 Contenu des UE de la première année

Pour chaque UE, un descriptif détaillé est disponible sur GestEns (www.unifr.ch/science/gestens) avec en particulier un descriptif du contenu et des objectifs d'apprentissage.

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	h. tot.	ECTS
Physique			
PH.2100	Physique moderne	56	4
PH.2110	Exercices (Physique moderne)	28	3
PH.2300	Mécanique et électrodynamique classiques	56	4
PH.2310	Exercices (Mécanique et électrodynamique classiques)	28	3
PH.2001	Travaux pratiques pour avancés A (Physique)	56	4
Mathématiques			
MA.2101	Analyse III	56	4
MA.2161	Exercices (Analyse III)	28	3
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			25+x

Semestre 4 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
Physique			
PH.2201	Introduction à la physique des particules, à la physique nucléaire et à l'astrophysique	28	2
PH.2211	Exercices (Introduction à la physique des particules, à la physique nucléaire et à l'astrophysique)	14	1.5
PH.2401	Thermodynamique	28	2
PH.2411	Exercices (Thermodynamique)	14	1.5
PH.2002	Travaux pratiques pour avancés P (Physique)	56	4
PH.2600	Mécanique quantique	56	4
PH.2610	Exercices (Mécanique quantique)	28	3
PH.2800	Méthodes mathématiques de la physique	56	4
PH.2810	Exercices (Méthodes mathématiques de la physique)	28	3
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			25+x

2.2.2 Contenu des UE de la 2^{ème} année

Les 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	h. tot.	ECTS
Physique			
PH.4102	Physique atomique	28	2
PH.4112	Exercices (Physique atomique)	14	1,5
PH.4301	Magnétisme et fluides quantiques	28	2
PH.4311	Exercices (Magnétisme et fluides quantiques)	14	1,5
PH.3005	Travaux pratiques pour avancés A (Physique)	70	5
PH.3003	Proséminaire de physique	14	1
PH.4501	Mécanique statistique classique	28	2
PH.4511	Exercices (Mécanique statistique classique)	14	1,5
PH.3700	Physique de tous les jours	28	3
Branche complémentaire			
– (voir les UE proposées par le département concerné)			x
			19.5+x

Semestre 6 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
Physique			
PH.4201	Spectroscopie atomique	28	2
PH.4211	Exercices (Spectroscopie atomique)	14	1,5
PH.4401	Structure et dynamique de la matière	28	2
PH.4411	Exercices (Structure et dynamique de la matière)	14	1,5
PH.3002	Travaux pratiques pour avancés /Atelier de physique théorique	70	5
PH.3004	Proséminaire de physique	14	1
PH.4605	Introduction au problème à N corps	28	2
PH.4615	Exercices (Introduction au problème à N corps)	14	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	h. tot.	ECTS
Physique			
PH.4103	Physique des particules	28	2
PH.4113	Exercices (Physique des particules)	14	1,5
PH.4302	Electrons dans les solides	28	2
PH.4312	Exercices (Electrons dans les solides)	14	1,5
PH.3005	Travaux pratiques pour avancés A (Physique)	70	5
PH.3003	Proséminaire de physique	14	1
PH.4502	Mécanique statistique quantique	28	2
PH.4512	Exercices (Mécanique statistique quantique)	14	1,5
PH.3700	Physique de tous les jours	28	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	h. tot.	ECTS
Physique			
PH.4202	Optique moderne	28	2
PH.4212	Exercices (Optique moderne)	14	1.5
PH.4402	Matière molle	28	2
PH.4412	Exercices (Matière molle)	14	1.5
PH.3002	Travaux pratiques pour avancés /Atelier de physique théorique	70	5
PH.3004	Proséminaire de physique	14	1
PH.4602	Introduction à la théorie des champs	28	2
PH.4612	Exercices (Introduction à la théorie des champs)	14	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

Les conditions d'évaluation des UE sont indiquées dans les annexes, par domaine. Prière de consulter l'annexe de la physique et celle des mathématiques.

Il est impératif que les UE de la première année soient validées la fin du 4^{ème} semestre⁴ (**paquet de validation BSc1**). Si tel n'est pas le cas, les études de physique ne peuvent définitivement plus être poursuivies.

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 évaluations des cours de la 2^{ème} et de la 3^{ème} année sont réparties sur les différentes sessions d'examens.

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.