

Plan d'études pour l'obtention du

# Bachelor of Science en physique

Accepté par la Faculté des sciences et de médecine le 06.04.2020

# Table des matières

<b>TABLE DES MATIERES.....</b>	<b>2</b>
<b>1 GENERALITES .....</b>	<b>3</b>
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
<b>2 BACHELOR OF SCIENCE (BSC).....</b>	<b>6</b>
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
Les cours .....	7
La branche propédeutique.....	7
Les travaux pratiques .....	7
2.2 La deuxième année d'études .....	8
2.2.1 Unités d'enseignement de la 2 <sup>e</sup> année.....	8
2.2.2 Contenu des UE de la 2 <sup>e</sup> année .....	8
Les cours .....	8
Les travaux pratiques .....	9
2.3 La troisième année d'études .....	10
2.3.1 Unités d'enseignement de la 3 <sup>e</sup> année.....	10
Programme des années impaires : .....	10
Programme des années paires : .....	11
2.3.2 Contenu des UE de la 3 <sup>e</sup> année .....	11
Les cours .....	11
Le proséminaire .....	11
Les travaux pratiques .....	11
2.4 Les examens .....	12

# 1 Généralités

Ce plan d'études contient toutes les informations nécessaires aux étudiant-e-s qui souhaitent entreprendre des études de physique à la Faculté des sciences et de médecine de l'Université de Fribourg. Il est soumis aux conditions du *Règlement du 6 avril 2020 pour l'obtention des Bachelor of Science et des Master of Science de la Faculté des sciences et de médecine* (appelé ci-après Règlement).

Le Règlement du 6 avril 2020 pour l'obtention des Bachelor of Science et des Master of Science prévoit une limitation de la durée des études de Bachelor et de Master, ainsi que des branches complémentaires (voir articles 10, 11a, 12a, 13 et 31).

## 1.1 Titres universitaires et voies d'études

La Faculté des sciences et de médecine décerne, aux étudiant-e-s 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 in Physics** 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).

## 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**<sup>1</sup>, transformables en crédits ECTS par une procédure d'évaluation et de validation. Les études de BSc requièrent l'acquisition de 180 crédits ECTS (correspondant à 6 semestres d'études à plein temps).

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 (variante I). 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

---

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

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.
- 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. Les modalités d'examen et la durée des épreuves sont fixées dans des annexes aux plans d'études, par exemple dans les *Modalités d'évaluation des UE de la physique*. L'évaluation satisfaisante des exercices est un prérequis pour accéder à l'épreuve du cours correspondant. 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 par la Faculté selon la procédure on-line sur le portail d'étudiant-e-s MyUniFR (<https://my.unifr.ch>), accessible avec le compte personnel et le mot de passe fournis par l'Université. 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. 22 et 24 du Règlement et le contenu est précisé par ce plan d'études.

La **validation des crédits ECTS** (Art. 23 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, un relevé de prestations indiquant les résultats des évaluations et le nombre de crédits acquis sera délivré par le Décanat (Art. 26 et 27 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<sup>e</sup> année sont donnés en anglais. Les examens, les présentations et les travaux écrits peuvent être effectués, au choix, en français ou en allemand.

## 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 cités sur la page web à l'adresse <http://www3.unifr.ch/scimed/plans>. Ils sont également disponibles sur le site web du Département (<http://www.unifr.ch/phys>), ainsi qu'au Secrétariat du Département de Physique, chemin du Musée 3, CH-1700 Fribourg.

## 2 Bachelor of Science (BSc)

[Version 2020, paquets de validation : PV-SPH.0000027, PV-SPH.0000028]

Le programme du BSc s'étend sur 3 ans d'études et équivaut à 180 crédits ECTS. Il comprend la branche principale à 150 crédits ECTS et une branche complémentaire à 30 crédits 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-e-s 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
<b>Physique</b>			
SPH.01102	Physique I (cours et exercices)	84	7
SPH.01300	Introduction à la physique théorique I	28	2
SPH.01001	Physique I (travaux pratiques pour débutants)	36	3
<b>Mathématiques</b>			
SMA.01103	Analyse I (cours et exercices)	84	7
SMA.01203	Algèbre linéaire I (cours et exercices)	84	7
<b>Branche propédeutique</b>			
–	Chimie (variante A ou B) ou informatique ou biologie (variante I)		6
			<b>32</b>

##### Semestre 2 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Physique</b>			
SPH.01202	Physique II (cours et exercices)	84	7
SPH.01400	Introduction à la physique théorique II	28	2
SPH.01002	Physique II (travaux pratiques pour débutants)	36	3
<b>Mathématiques</b>			
SMA.01104	Analyse II (cours et exercices)	84	7
SMA.01204	Algèbre linéaire II (cours et exercices)	84	7
<b>Branche propédeutique</b>			
–	Chimie (variante A ou B) ou informatique ou biologie (variante I)		6
			<b>32</b>

#### 2.1.2 Contenu des UE de la première année

Pour chaque UE, un descriptif détaillé est disponible sur le portail d'étudiant-e-s MyUniFR (<https://my.unifr.ch/>) 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 (variante I). Les UE correspondantes d'une valeur totale de 12 crédits 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<sup>e</sup> année, l'étudiant-e peut commencer à suivre certaines UE de la **branche complémentaire** (30 crédits 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 et de médecine 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<sup>e</sup> année

#### Semestre 3 (automne)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Physique</b>			
SPH.02101	Physique moderne (cours et exercices)	84	7
SPH.02501	Electrodynamique (cours et exercices)	42	3.5
SPH.02701	Mécanique classique (cours et exercices)	42	3.5
SPH.02001	Physique A (travaux pratiques pour avancés)	56	4
<b>Mathématiques</b>			
SMA.02131	Analyse III (cours avec exercices)	84	7
<b>Branche complémentaire</b>			
–	(voir les UE proposées par le domaine concerné)		x
			<b>25+x</b>

#### Semestre 4 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Physique</b>			
SPH.02203	Introduction à la physique des particules et à la physique nucléaire (cours et exercices)	42	3.5
SPH.02402	Thermodynamique (cours et exercices)	42	3.5
SPH.02002	Physique P (travaux pratiques pour avancés)	56	4
SPH.02601	Mécanique quantique (cours et exercices)	84	7
SPH.02801	Méthodes mathématiques de la physique (cours et exercices)	84	7
<b>Branche complémentaire</b>			
–	(voir les UE proposées par le domaine concerné)		x
			<b>25+x</b>

### 2.2.2 Contenu des UE de la 2<sup>e</sup> année

#### Les cours

- Le cours *Introduction à la physique moderne* décrit la transition de la physique classique à la physique du 20<sup>e</sup> siècle. Les cours *Mécanique classique*, *Electrodynamique* 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 et à la physique nucléaire* amène l'étudiant-e 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<sup>e</sup> 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 étudiant-e-s en MSc. Leur contenu est adapté aux étudiant-e-s de Master, mais les exigences concernant les exercices et les examens seront conformes au niveau de connaissances des étudiant-e-s de BSc.

### 2.3.1 Unités d'enseignement de la 3<sup>e</sup> 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 impaires<sup>2</sup> :

Code	Unité d'enseignement	[Option : OP-SPH.0000015] h. tot.	ECTS
<b>Physique</b>			
SPH.03104	Physique atomique (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03303	Magnétisme et fluides quantiques (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03007	Physique A (travaux pratiques pour avancés)	56	4
SPH.03003	Proséminaire de physique	14	1
SPH.03503	Mécanique statistique classique (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03700	Physique de tous les jours	28	3
<b>Branche complémentaire</b>			
–	(voir les UE proposées par le domaine concerné)		X
			<b>18.5+x</b>

### Semestre 6 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Physique</b>			
SPH.03203	Spectroscopie atomique (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03404	Structure et dynamique de la matière (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03008	Initiation à la recherche	84	6
SPH.03004	Proséminaire de physique	14	1
SPH.03606	Introduction au problème à N corps (cours et exercices)	42	3.5
<b>Branche complémentaire</b>			
–	(voir les UE proposées par le domaine concerné)		X
			<b>17.5+x</b>

<sup>2</sup> Par exemple 2017/18

Programme des années paires<sup>3</sup> :

[Option : OP-SPH.0000016]

**Semestre 5 (automne)**

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Physique</b>			
SPH.03105	Physique des particules (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03304	Electrons dans les solides (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03007	Physique A (travaux pratiques pour avancés)	56	4
SPH.03003	Proséminaire de physique	14	1
SPH.03504	Mécanique statistique quantique (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03700	Physique de tous les jours	28	3
<b>Branche complémentaire</b>			
– (voir les UE proposées par le domaine concerné)			x
			<b>18.5+x</b>

**Semestre 6 (printemps)**

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Physique</b>			
SPH.03204	Optique moderne (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03405	Physique de la matière molle (cours et exercices)	42	3.5
SPH.03008	Initiation à la recherche	84	6
SPH.03004	Proséminaire de physique	14	1
SPH.03607	Introduction à la théorie des champs (cours et exercices)	42	3.5
<b>Branche complémentaire</b>			
– (voir les UE proposées par le domaine concerné)			X
			<b>17.5+x</b>

**2.3.2 Contenu des UE de la 3<sup>e</sup> année**

Les cours

Les cours de physique de la 3<sup>e</sup> 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-e-s 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<sup>e</sup> 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

Au premier semestre de 3<sup>e</sup> année, les travaux pratiques pour avancés continuent selon les mêmes modalités qu'en 2<sup>e</sup> année. Au second semestre, un travail d'initiation à la recherche de 6 ECTS, noté, est effectué dans l'un des groupes de recherche du département sous la conduite d'un assistant. L'objectif est que l'étudiant-e soit en mesure d'effectuer une recherche bibliographique, de faire des mesures/des calculs dans le groupe de recherche, de rédiger et de

<sup>3</sup> Par exemple 2018/19

présenter oralement un compte-rendu du travail effectué à la fin du semestre. Les thèmes sont proposés avant le début du semestre par les 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.

Le **paquet de validation BSc1** regroupe les UE de la 1<sup>ère</sup> année.

Le **paquet de validation BSc2** regroupe les UE de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> année qui n'appartiennent pas à la branche complémentaire et donne droit à 86 crédits ECTS. Les évaluations des cours de la 2<sup>e</sup> et de la 3<sup>e</sup> 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)**.