

Plan d'études pour l'obtention du

# Bachelor of Science en chimie

Accepté par la Faculté des Sciences le 22 mars 2004  
Version révisée du 30 mai 2016

# Table des matières

<b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>	<b>2</b>
<b>1 GÉNÉRALITÉS .....</b>	<b>3</b>
1.1 Titres universitaires et voies d'études .....	3
1.2 Structure générale des études de bachelor .....	3
1.2.1 Structure.....	3
1.2.2 Unités d'enseignement.....	3
1.3 Compétences acquises .....	4
1.4 Évaluation 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 EN CHIMIE (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
2.2 La deuxième et la troisième année d'études.....	7
2.2.1 Unités d'enseignement de la 2 <sup>ème</sup> année.....	7
2.2.2 Unités d'enseignement de la 3 <sup>ème</sup> année.....	8
2.2.3 Contenu des UE de la 2 <sup>ème</sup> et de la 3 <sup>ème</sup> année .....	9
2.3 Les examens .....	9

# 1 Généralités

Ce plan d'études contient toutes les informations nécessaires aux étudiant-es qui souhaitent entreprendre des études de chimie à l'Université de Fribourg. Il est soumis aux conditions du *Règlement du 2.2.2004 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 chimie, Université de Fribourg**, noté ci-après **BSc**
- **Master of Science in Chemistry, University of Fribourg**, noté ci-après **MSc**

**La voie d'études du BSc** en chimie est une filière d'études universitaires qui, par son orientation méthodologique, assure une formation scientifique de base en chimie. Le **BSc** offre la possibilité de couvrir un large éventail de professions émanant des technologies moléculaires. En même temps, elle permet le développement de techniques d'apprentissage utiles, conditions nécessaires pour assurer une activité professionnelle épanouissante. Le BSc dispense aussi la formation essentielle et indispensable pour la poursuite des études scientifiques plus approfondies conduisant au MSc in Chemistry ou une autre branche en science. Tous les titulaires d'un titre de maturité fédérale reconnu par la Confédération ou d'un titre jugé équivalent sont admis aux études de BSc en chimie (voir Art. 6 du règlement). Le BSc en chimie, complété par le MSc in Chemistry, donne accès à la formation en vue de l'obtention du *Diplôme d'enseignement pour les écoles de maturité* (DEEM, ex-DAES II) avec la chimie en branche unique d'enseignement.

**La voie d'études du MSc** en chimie offre la possibilité d'approfondir la formation en chimie ainsi que de se spécialiser dans un domaine particulier. Le MSc 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.

## 1.2 Structure générale des études de bachelor

### 1.2.1 Structure

Les études de BSc 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 chimie ainsi que les UE de trois **branches propédeutiques** (biologie (ou biologie/biochimie), mathématique et physique). La branche complémentaire doit être choisie dans une autre discipline que la branche principale; la biochimie, la biologie, la chimie technique ou la physique constituent des branches complémentaires naturelles pour le chimiste. L'informatique, les sciences de la terre ou les mathématiques sont aussi des branches complémentaires qui conviennent aux études de chimie. Il est recommandé à l'étudiant-e qui souhaite choisir une autre branche complémentaire de s'adresser au conseiller d'études de chimie.

### 1.2.2 Unités d'enseignement

Les études de BSc sont composées **d'unités d'enseignement (UE)** telles que des cours, des exercices, des travaux pratiques, des séminaires, des projets, etc. À chaque UE est associé un nombre de **points ECTS**<sup>1</sup>, transformables en crédits ECTS par une procédure d'évaluation. Les études de BSc requièrent l'acquisition de 180 crédits ECTS (correspondant à 6 semestres d'études à plein temps).

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

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 initient aux modèles chimiques, leur utilité et leurs limites.
- 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 et modèles chimiques.
- Les **travaux pratiques** aussi bien expérimentaux que théoriques sont à la base de la démarche scientifique. Ils donnent l'occasion d'utiliser les techniques synthétiques et analytiques, d'être confronté à des expériences de chimie dans des situations réelles, d'appréhender les méthodes d'isolation, de purification, de caractérisation, de mesure et de simulation des produits chimiques.
- Les **séminaires** 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 chimie**, 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 Évaluation 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 et des travaux pratiques se fait suivant des critères (nombre de séries d'exercices rendus, nombre d'expériences réussies, etc.) énoncés en début de semestre. L'évaluation satisfaisante des exercices est un pré-requis 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 au secrétariat du Département responsable des UE concernées. 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-e 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 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, au choix de l'enseignant-e. Toutefois, l'étudiant-e a toujours la possibilité de s'exprimer dans l'une ou l'autre de ces langues. Les enseignements de 3<sup>ème</sup> année peuvent parfois être 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 scientifique (projet, séminaire, travail de bachelor et de master, rapport, etc.). En particulier, toute source externe d'information (articles, communications orales, page web, etc.) doit être correctement citée.

## 1.7 Règlements et informations complémentaires

De plus amples informations concernant les études de chimie sont contenues dans les documents suivants que vous pouvez télécharger ou obtenir auprès du Secrétariat du Département de Chimie, chemin du Musée 9, CH-1700 Fribourg :

- Règlement concernant l'admission à l'Université de Fribourg, <http://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://studies.unifr.ch/fr>)
- Programme des cours de l'Université de Fribourg (<http://admin.unifr.ch/timetable>)
- 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, <http://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 <http://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 en chimie (BSc)

[Version 2007/2015, paquets de validation : BP1-CH.1028, BP2-CH.1040]

Le programme du BSc s'étend sur 3 ans d'études et équivaut à 180 crédits ECTS, dont 150 font partie de la branche principale et 30 de la branche complémentaire. Les cours de chimie des deux premiers semestres établissent les bases de la chimie. Lors des semestres suivants, les étudiant-es approfondiront de manière plus systématique les divers domaines de la chimie.

### 2.1 La première année d'études

La première année d'études en chimie 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 chimie, 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>Chimie</b>			
CH.1014	Chimie générale (cours avec exercices)	84	6
CH.1035	Chimie générale et inorganique (travaux pratiques)	140 <sup>2</sup>	5
	<b>Biologie propédeutique</b>		6
	<b>Mathématiques propédeutiques</b>		6
	<b>Physique propédeutique</b>		6
			<b>29</b>

##### Semestre 2 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Chimie</b>			
CH.1054	Chimie analytique (cours avec exercices)	42	3
CH.1067	Chimie des éléments (cours avec exercices)	42	3
CH.1072	Chimie organique de base (cours avec exercices)	42	3
CH.1084	Chimie analytique (travaux pratiques)	112 <sup>3</sup>	4
	<b>Biologie propédeutique (variante I ou variante II)</b>		6
	<b>Mathématiques propédeutiques</b>		6
	<b>Physique propédeutique</b>		6
			<b>31</b>

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

##### Les cours

Le cours de *Chimie générale* établit les bases de la chimie et complète les connaissances acquises au gymnase pour les amener au niveau universitaire. Au second semestre, trois cours donnés en parallèle et d'importance égale préparent l'étudiant-e au contenu spécifique des cours de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> années : la *Chimie analytique*, qui transmet les connaissances théoriques correspondant aux travaux pratiques du même nom, la *Chimie organique de base*, qui portent un

<sup>2</sup> Trois après-midi de 2, 4 et 4 heures par semaine

<sup>3</sup> Deux demi-journées de 4 heures par semaine

regard approfondi sur les différentes classes de substances biochimiques ainsi que leurs réactions, et la *Chimie des éléments*, qui apporte une introduction sur la structure chimique des matériaux ainsi que leurs propriétés et réactivité.

### Les travaux pratiques

Les travaux pratiques en chimie de la première année se composent de deux parties : les *Travaux pratiques de chimie générale et inorganique* illustrant les concepts principaux exposés dans le cours de *Chimie générale* par des expériences concrètes et constituent ainsi un complément important pour les travaux pratiques des années suivantes; les *Travaux pratiques de chimie analytique* qui enseignent les techniques d'analyse classiques les plus importantes.

### Les branches propédeutiques

La chimie s'appuie sur des méthodes mathématiques et des principes physiques ; ceux-ci sont enseignés au moyen des branches propédeutiques. La chimie joue également un rôle crucial dans le monde vivant, et c'est pour cette raison que la biologie et/ou la biochimie représentent un complément indispensable. Selon le choix futur de la branche complémentaire, deux variantes dans ce domaine sont proposées.

## 2.2 La deuxième et la troisième année d'études

Durant la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> année d'études, en parallèle des unités d'enseignement de la branche principale, l'étudiant-e devra aussi suivre les UE de la branche complémentaire qu'il/elle a choisie. Les évaluations de toutes les UE de la branche principale Chimie des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> années d'études peuvent se faire lors des sessions d'examens de son choix. Il appartient à chacun-e de les répartir régulièrement dans le temps afin de pouvoir terminer les études de BSc dans les 3 ans prévus.

### 2.2.1 Unités d'enseignement de la 2<sup>ème</sup> année

#### Semestre 3 (automne)

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Chimie</b>			
CH.2115	Introduction à la chimie des complexes (cours avec exercices)	42	4.5
CH.2212	Méthodes synthétiques (cours)	42	3
CH.2222	Méthodes synthétiques (exercices)	14	2
CH.2235	Synthèse organique (travaux pratiques pour chimistes) *	224 <sup>4</sup>	8
CH.2312	Thermodynamique classique (cours avec exercices)	28	3
CH.2322	Thermodynamique statistique (cours avec exercices)	28	3
<b>Branche complémentaire</b>			
–	(voir les programmes proposés par le département concerné)		<u>x</u>
			<b>23.5 + x</b>

\* Pré-requis : pour des raisons de sécurité, CH.1035 et CH.1072 doivent être validés avant de pouvoir suivre CH.2235

<sup>4</sup> Quatre demi-journées de 4 heures par semaine

**Semestre 4 (printemps)**

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Chimie</b>			
CH.2152	Symétrie des molécules (cours avec exercices)	28	3
CH.2252	Analyse instrumentale organique (cours avec exercices)	56	5
CH.2274	Analyse instrumentale (travaux pratiques)	224 <sup>5</sup>	8
CH.2332	Cinétique (cours avec exercices)	28	3
CH.2342	Introduction à la mécanique quantique (cours avec exercices)	28	3
<b>Branche complémentaire</b>			
– (voir les programmes proposés par le département concerné)			$x$
			<b>22 + x</b>

En 2<sup>ème</sup> année, l'étudiant-e peut commencer à suivre certaines UE de la **branche complémentaire** (30 ECTS). 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 du programme afin de pouvoir gérer au mieux l'horaire des UE de la branche complémentaire.

**2.2.2 Unités d'enseignement de la 3<sup>ème</sup> année****Semestre 5 (automne)**

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Chimie</b>			
CH.3125	Méthodes de calcul en chimie (cours avec travaux pratiques)	56	3
CH.3212	Stéréochimie organique (cours avec exercices)	28	3
CH.3215	Caractéristiques photophysiques de la matière (cours avec exercices)	14	1.5
CH.3335	Spectroscopie (cours avec exercices)	42	4.5
CH.3394	Chimie physique (travaux pratiques)	224 <sup>6</sup>	8
<b>Branche complémentaire</b>			
– (voir les programmes proposés par le département concerné)			$x$
			<b>20 + x</b>

**Semestre 6 (printemps)**

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
<b>Chimie</b>			
CH.3142	Métaux d et f (cours avec exercices)	28	3
CH.3184	Synthèses complexes (travaux pratiques)	280	10
CH.3222	Mécanismes réactionnels (cours avec exercices)	28	2.5
CH.3355	Modélisation en chimie (cours avec exercices)	28	3
CH.3375	Modélisation en chimie (travaux pratiques)	56	3
CH.3385	Thèmes actuels en chimie (séminaire)	28	3
<b>Branche complémentaire</b>			
– (voir les programmes proposés par le département concerné)			$x$
			<b>24.5 + x</b>

<sup>5</sup> Quatre demi-journées de 4 heures par semaine

<sup>6</sup> Trois demi-journées de 5 heures par semaine



## 2.2.3 Contenu des UE de la 2<sup>ème</sup> et de la 3<sup>ème</sup> année

### Les cours

- Le cours *Introduction à la chimie des complexes* (CH.2115) offre une formation approfondie en chimie inorganique.
- Les cours *Méthodes synthétiques* (CH.2212) avec les exercices correspondances (CH.2222), et *Analyse instrumentale organique* (CH.2252) apportent les connaissances théoriques nécessaires aux travaux pratiques de la première (resp. seconde) moitié de la 2<sup>ème</sup> année.
- Les cours de *Thermodynamique classique* (CH.2312), *Thermodynamique statistique* (CH.2322), *Cinétique* (CH.2332) et *Introduction à la mécanique quantique* (CH.2342) forment le premier cycle de la chimie physique, alors que *Spectroscopie* (CH.3335), *Caractéristiques photophysiques de la matière* (CH.3215) et *Modélisation moléculaire* (CH.3350) en forment le second.
- Les cours *Méthodes de calcul en chimie* (CH.3125), *Modélisation en chimie* (CH.3355) et *Symétrie des molécules* (CH.2152) apportent les bases nécessaires aux travaux pratiques informatisés correspondant ainsi que des notions de la théorie des groupes.
- Les cours *Métaux d et f* (CH.3142) est concernée avec les métaux de transition, leurs applications et leur rôle dans la biologie.
- Le cours *Stéréochimie organique* (CH.3212) est dédié aux thèmes importants de la chiralité, et est appliqué pratiquement [et en combinaison avec le cours *Mécanismes réactionnels* (CH.3222)] dans les *Travaux pratiques (Synthèses complexes)* (CH.3184) du 6<sup>ème</sup> semestre.
- Les *Thèmes actuels en chimie* (CH.3385) apportent un premier contact de l'étudiant-e avec les thèmes de la recherche dans le cadre d'un séminaire final et offre ainsi une synthèse des thèmes abordés au cours des semestres précédents.

### Les travaux pratiques (TP)

Les travaux pratiques du 3<sup>ème</sup> semestre (CH.2235) sont dédiés à la synthèse, la séparation et la purification de substances chimiques, alors que ceux du 4<sup>ème</sup> semestre (CH.2274) exercent toutes les techniques analytiques instrumentales. Les travaux pratiques *Méthodes de calcul en chimie* (CH.3125) ainsi que *Modélisation en chimie* (CH.3375) illustrent non seulement les méthodes théoriques de la chimie, mais également des utilisations spécifiques des ordinateurs en chimie. Au 5<sup>ème</sup> semestre, les *travaux pratiques de chimie physique* (CH.3394) enseignent, par des expériences avancées, des aspects physico-chimiques importants. Finalement, les travaux pratiques du 6<sup>ème</sup> semestre (CH.3184), dédiés à nouveau à la synthèse, intègrent toutes les techniques apprises au cours des semestres précédents, et achèvent ainsi la formation pratique du BSc.

## 2.3 Les examens

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

**Le paquet de validation BSc1** regroupe l'ensemble des UE de première année et donne droit à 60 crédits ECTS. Il est impératif que ce paquet soit validé au plus tard à la fin du 4<sup>ème</sup> semestre. Si tel n'est pas le cas, les études de chimie ne peuvent définitivement plus être poursuivies et un échec définitif dans cette voie d'études est prononcé.

**Le paquet de validation BSc2** regroupe les UE de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> année qui n'appartiennent pas à la branche complémentaire et donne droit à 90 crédits ECTS.

**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.

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