

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG SUISSE
FACULTÉ DES SCIENCES

UNIVERSITÄT FREIBURG SCHWEIZ
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

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 31 mai 2010



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 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
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.....	7
2.2 La deuxième et la troisième année d'études	8
2.2.1 Unités d'enseignement de la 2 ^{ème} année.....	8
2.2.2 Unités d'enseignement de la 3 ^{ème} année.....	9
2.2.3 Contenu des UE de la 2 ^{ème} et de la 3 ^{ème} année.....	10
2.3 Les examens	11

1 Généralités

Ce plan d'études contient toutes les informations nécessaires aux étudiant-e-s 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-e-s qui ont accompli avec succès leurs études, les titres officiels suivants:

- **Bachelor of Science en chimie** et noté ci-après **BSc**
- **Master of Science in Chemistry** et 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. Elle 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 en chimie dispense aussi la formation essentielle et indispensable pour la poursuite des études scientifiques plus approfondies conduisant au MSc en chimie ou une autre branche en science. Tous les titulaires d'un titre de maturité reconnu par la Confédération ou d'un titre jugé équivalent sont admis aux études de BSc en chimie (voir Art. 6 du règlement).

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 en chimie 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 chimie avec une branche complémentaire (biologie, géographie, informatique, mathématique ou chimie) donne aussi accès à la formation complémentaire en vue de l'obtention du « Diplôme d'aptitude à l'enseignement secondaire II » (DAES II).

1.2 Structure générale des études de bachelor

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**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 chimie 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 convien-

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

ment aux études de chimie. Il est recommandé à l'étudiant-e qui souhaite choisir une autre branche complémentaire de s'adresser au conseiller aux études de chimie.

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 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. Toutefois, l'étudiant-e a toujours la possibilité de s'exprimer dans l'une ou l'autre de ces langues. Les enseignements 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, 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 2007, paquets de validation : PB1-CH.1028, BP2-CH.1029]

Le programme du BSc s'étend sur 3 ans d'études et équivaut à 180 crédits ECTS. Il comprend la branche principale à 150 ECTS et une branche complémentaire à 30 ECTS. Les cours de chimie des deux premiers semestres établissent les bases de la chimie. Lors des semestres suivants, les étudiant-e-s 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	heures	ECTS
Chimie			
CH.1014	Chimie générale (avec exercices)	6	6
CH.1035	Travaux pratiques de chimie générale et inorganique)	10 ²⁾	5
	Biologie propédeutique		6
	Mathématiques propédeutiques		6
	Physique propédeutique		6
			29

Semestre 2 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Chimie			
CH.1054	Chimie analytique (avec exercices)	3	3
CH.1067	Chimie des éléments (avec exercices)	3	3
CH.1077	Structure et réactivité des molécules organiques (avec exercices)	3	3
CH.1084	Travaux pratiques (Chimie analytique)	8 ³⁾	4
	Biologie propédeutique (pour biologistes ou biochimistes)		6
	Mathématiques propédeutiques		6
	Physique propédeutique		6
			31

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

² Une demi-journée de 4 heures par semaine

³ Deux demi-journées de 4 heures par semaine

de 2^{ème} et 3^{ème} années : la *Chimie analytique*, qui transmet les connaissances théoriques correspondant aux travaux pratiques du même nom, les *Structure et Réactivité des molécules organiques*, qui portent un 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 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^{ème} et la 3^{ème} 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^{ème} et 3^{ème} 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^{ème} année

Semestre 3 (automne)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Chimie			
CH.2114	Introduction à la chimie des complexes (avec exercices)	2	2
CH.2127	Analyse instrumentale générale I (avec exercices)	1	1
CH.2214	Méthodes synthétiques I	2	2
CH.2254	Analyse instrumentale organique I	2	2
CH.2287	Stéréochimie (avec exercices)	2	2
CH.2314	Thermodynamique classique (avec exercices)	2	2
CH.2324	Thermodynamique statistique (avec exercices)	2	2
CH.2357	Introduction au modèle des orbitales moléculaires	1	1
CH.2235	Travaux pratiques (Synthèse I)	16 ⁴⁾	8
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			22 + x

⁴ Quatre demi-journées de 5 heures par semaine

Semestre 4 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Chimie			
CH.2017	Chimie de tous les jours (projet)	1	2
CH.2137	Analyse instrumentale générale II (avec exercices)	1	1
CH.2140	Chimie des complexes : cinétique et mécanismes réactionnels	1	1
CH.2157	Symétrie des molécules	2	2
CH.2224	Méthodes synthétiques II (avec exercices)	2	2
CH.2264	Analyse instrumentale organique II (avec exercices)	2	2
CH.2297	Synthèse stéréosélective (avec exercices)	2	2
CH.2334	Cinétique (avec exercices)	2	2
CH.2344	Introduction à la mécanique quantique (avec exercices)	2	2
CH.2274	Travaux pratiques (Analyse instrumentale)	16 ⁵⁾	8
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			24 + x

En 2^{ème} 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^{ème} année**Semestre 5 (automne)**

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Chimie			
CH.3117	Méthodes de calcul en chimie (cours et TP)	5	3
CH.3127	Chimie supramoléculaire (avec exercices)	2	2
CH.3214	Mécanismes réactionnels organiques I (avec exercices)	2	2
CH.3310	Spectroscopie rotationnelle et vibrationnelle (avec exercices)	2	2
CH.3330	Structure électronique et spectroscopie (avec exercices)	2	2
CH.3394	Travaux pratiques (Chimie physique)	16 ⁶⁾	8
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			19 + x

⁵ Quatre demi-journées de 4 heures par semaine

⁶ Trois demi-journées de 5 heures par semaine

Semestre 6 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Chimie			
CH.3134	Structure électronique des complexes métalliques (avec exercices)	2	2
CH.3144	Catalyse et chimie bioinorganique (avec exercices)	2	2
CH.3224	Mécanismes réactionnels organique II (avec exercices)	2	2
CH.3237	Chimie bioorganique (avec exercices)	2	2
CH.3320	Molécules et lumière (avec exercices)	2	2
CH.3347	Chapitres choisis en thermodynamique (avec exercices)	1	1
CH.3350	Modélisation moléculaire	2	2
CH.3370	Modélisation et simulation (travaux pratiques)	4	2
CH.3184	Travaux pratiques (Synthèses complexes)	20	10
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		<u>x</u>
			25 + x

2.2.3 Contenu des UE de la 2^{ème} et de la 3^{ème} annéeLes cours

- Les cours *Introduction à la chimie des complexes* (CH.2114), *Chimie des complexes : cinétiques et mécanismes réactionnels* (CH.2140), *Structure électronique des complexes métalliques* (CH.3134) et *Chimie supramoléculaire* (CH.3127) établissent une formation approfondie en chimie inorganique.
- Les cours *Méthodes synthétiques* (CH.2214, CH.2224), *Analyse instrumentale générale I et II* (CH.2127 et 2137) et *Analyse instrumentale organique* (CH.2254, CH.2264) apportent les connaissances théoriques nécessaires aux travaux pratiques de la première (resp. seconde) moitié de la 2^{ème} année.
- Les cours sur l'*Introduction au modèle des orbitales moléculaires* (CH.2357), *Thermodynamique classique* (CH.2314), *Thermodynamique statistique* (CH.2324), *Cinétique* (CH.2334) et *Introduction à la mécanique quantique* (CH.2344) forment le premier cycle de la chimie physique, alors que la *Spectroscopie rotationnelle et vibrationnelle* et *Molécules et lumière* (CH.3310, CH.3320), *Structure électronique et spectroscopie* (CH.3330), *Modélisation moléculaire* (CH.3350) et *Chapitres choisis en thermodynamique* (CH.3347) en forment le second.
- Les cours *Méthodes de calcul en chimie* (CH.3117), *Modélisation et simulation* (CH.3370) et *Symétrie des molécules* (CH.2157) apportent les bases nécessaires aux travaux pratiques informatisés correspondant ainsi que des notions de la théorie des groupes.
- Les cours *Chimie bioorganique* (CH.3237) et *Catalyse et chimie bioinorganique* (CH.3144) donnent un aperçu de la chimie des produits naturels.
- Les cours *Stéréochimie* (CH.2287) et *Synthèse stéréosélective* (CH.2297) sont dédiés aux thèmes importants de la chiralité, et sont appliqués pratiquement [et en combinaison avec les cours *Chimie des complexes* et *Mécanismes réactionnels organiques I et II* (CH.2147, CH.3214, CH.3224)] dans les *travaux pratiques Synthèses complexes* (CH.3184) du 6^{ème} semestre.
- La *Chimie de tous les jours* (CH.2017) est donnée sous forme de séminaire-projet pendant lequel l'étudiant-e expose certains phénomènes chimiques fondés sur des exemples concrets tirés du quotidien sous forme d'un séminaire avec expériences.

Les travaux pratiques (TP)

Les travaux pratiques du 3^{ème} semestre sont dédiés à la synthèse, la séparation et la purification de substances chimiques, alors que ceux du 4^{ème} semestre exercent toutes les techniques analytiques instrumentales. Les travaux pratiques *Méthodes de calcul en chimie* ainsi que *Molecular Modeling* illustrent non seulement les méthodes théoriques de la chimie, mais également des utilisations spécifiques des ordinateurs en chimie, et seront les seuls TPs à être soumis à une épreuve orale en combinaison avec les cours théoriques correspondants. Au 5^{ème} semestre, les *travaux pratiques de chimie physique* enseignent, par des expériences avancées, des aspects physico-chimiques importants. Finalement, les travaux pratiques du 6^{ème} semestre, dédiés à nouveau à la synthèse, intègrent toutes les techniques apprises au cours des semestres précédents, et achèvent ainsi le 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 ce paquet soit validé au plus tard à la fin du 4^{ème} semestre⁷. 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^{ème} et 3^{ème} 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, Université de Fribourg (BSc)**.

⁷ La session d'examens de septembre qui précède la rentrée académique fait partie du semestre de printemps.