

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**

et du

**Master of Science in
Chemistry**

Accepté par la Faculté des Sciences le 22 mars 2004
Version révisée du 18 juin 2007



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 Évaluation 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.....	7
2.1.3 Examens de la première année et validation.....	8
2.2 La deuxième et la troisième année d'études	8
2.2.1 Unités d'enseignement de la 2 ^{ème} année.....	9
2.2.2 Unités d'enseignement de la 3 ^{ème} année.....	10
2.2.3 Contenu des UE de la 2 ^{ème} et de la 3 ^{ème} année.....	10
2.2.4 Examens de la 2 ^{ème} et 3 ^{ème} année, validation	11
3 Master of Science (MSc)	13
3.1 Unités d'enseignement du MSc.....	13
3.2 Contenu des UE du MSc	14
3.3 Examens du MSc et validation	14
3.4 Travail de Master et validation	15
3.5 Passerelles d'accès aux études de Master.....	15
3.5.1 Procédure d'admission	15
3.5.2 Passerelles standard	16

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).

Les titulaires d'un titre de BSc en chimie de l'Université de Fribourg ou d'une autre Haute École suisse sont admis aux études de MSc en chimie (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 conditions 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 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) et les études de MSc exigent 90 crédits ECTS supplémentaires (3 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 obliga-

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

toires 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 aux études de chimie.

Les études de MSc en chimie se composent d'une année de cours, travaux pratiques, séminaires, projets, etc. et d'un **travail de Master** d'une durée de 4-6 mois. 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.

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 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.
- 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 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.

Avec l'obtention d'un **MSc in Chemistry**, 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 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 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 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.

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.

Les enseignements des études de MSc sont donnés de manière générale 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 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)
- *Règlement du 2.2.2004 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)
- Livret des cours *Études de chimie à l'Université de Fribourg*, publié au début de chaque semestre, (www-chem.unifr.ch)
- 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 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.

2.1.3 Examens de la première année et validation

Le paquet de validation BSc1 regroupe l'ensemble des UE de première année et donne droit à 60 crédits ECTS. Les travaux pratiques et exercices sont évalués à l'aide de critères fixés en début d'année. Les cours sont évalués dans les épreuves suivantes :

1. *Chimie générale* (CH.1014) : épreuve écrite de 2 heures ;
2. *Chimie analytique* (CH.1054) : épreuve écrite d'une heure ;
3. *Chimie des éléments* (CH.1067) et *Structure et réactivité des molécules organiques* (CH.1077): épreuve écrite d'1 heure pour chaque cours..

Pour l'évaluation des UE des branches propédeutiques, consulter le *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 à la fin du 4^{ème} semestre⁴. Si tel n'est pas le cas, les études de chimie ne peuvent définitivement plus être poursuivies.

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.

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

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.2254	Analyse instrumentale organique I	2	2
CH.2214	Méthodes synthétiques 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 ⁵⁾	8
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			22 + x

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.2157	Symétrie des molécules	2	2
CH.2147	Chimie des complexes	1	1
CH.2264	Analyse instrumentale organique II (avec exercices)	2	2
CH.2224	Méthodes synthétiques II (avec exercices)	2	2
CH.2297	Synthèse stéréosélective (avec exercices)	2	2
CH.2334	Cinétique (avec exercices)	2	2
CH.2344	Théorie quantique	2	2
CH.2274	Travaux pratiques (Analyse instrumentale)	16 ⁶⁾	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.

⁵ Quatre demi-journées de 5 heures par semaine

⁶ Quatre demi-journées de 4 heures par semaine

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.3317	Spectroscopie (avec exercices)	2	2
CH.3334	Structure électronique des atomes et molécules (avec exercices)	2	2
CH.3394	Travaux pratiques (Chimie physique)	16 ⁷⁾	8
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			19 + x

Semestre 6 (printemps)

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Chimie			
CH.3134	Structure électronique des complexes métalliques (avec exercices)	2	2
CH.3237	Chimie bioorganique (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.3327	Spectroscopie électronique (avec exercices)	2	2
CH.3347	Chapitres choisis en thermodynamique (avec exercices)	1	1
CH.3377	Molecular Modeling (cours et TP)	5	3
CH.3357	Théorie des orbitales moléculaires	1	1
CH.3184	Travaux pratiques (Synthèses complexes)	20	10
Branche complémentaire			
–	(voir les UE proposées par le département concerné)		x
			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* (CH.2147), *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 *Théorie quantique* (CH.2344) forment le premier cycle de la chimie physique, alors que la *Spectroscopie* et la *spectroscopie électronique* (CH.3317, CH.3327), *Structure électronique des atomes et des molécules* (CH.3334), *Théorie des orbitales Moléculaires* (CH.3357) et *Chapitres choisis en thermodynamique* (CH.3347) en forment le second.

⁷ Quatre demi-journées de 4 heures par semaine

- Les cours *Méthodes de calcul en chimie* (CH.3117), *Molecular Modeling* (CH.3377) 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 TP 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.

2.2.4 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 90 crédits ECTS. Les travaux pratiques et exercices sont évalués par des critères fixés en début de semestre. La matière des cours de la 2^{ème} et de la 3^{ème} année est évaluée selon les épreuves suivantes :

4. *Méthodes synthétiques* (CH.2214 et CH.2224) : épreuve écrite de 2 heures, 1 note est attribuée ;
5. *Analyse instrumentale générale I et II* (CH.2127 et 2137) : épreuve orale de 30 min, 1 note est attribuée ;
6. *Analyse instrumentale organique I et II* (CH.2254 et CH.2264) : épreuve écrite de 2 heures, 1 note est attribuée ;
7. *Stéréochimie* et *Synthèse stéréosélective* (CH.2287 et CH.2297) : épreuve orale de 60 minutes, 2 notes sont attribuées ;
8. *Mécanismes réactionnels organiques I et II* (CH.3214 et CH.3224) : épreuve orale de 60 minutes, 2 notes sont attribuées ;
9. *Chimie bioorganique* (CH.3237) et *Catalyse et chimie bioinorganique* (CH.3144) : épreuve orale de 60 minutes, 2 notes sont attribuées ;
10. *Thermodynamique classique et statistique* (CH.2314 et CH.2324), *Cinétique* (CH.2334) et *Théorie quantique* (CH.2344) : épreuve écrite de 4 heures, 4 notes sont attribuées ;
11. *Spectroscopie* (CH.3317) et *Structure électronique des atomes et des molécules* (CH.3334) : épreuve orale de 60 minutes, 2 notes sont attribuées ;
12. *Spectroscopie électronique* (CH.3327), *Théorie des Orbitales Moléculaires* (CH.3357) et *Thermodynamique avancée*, (CH.3347) : épreuve orale de 60 minutes, 3 notes sont attribuées ;

13. *Introduction à la chimie des complexes* (CH.2114) et *Chimie des Complexes* (CH.2147), épreuve orale de 45 minutes, 2 notes sont attribuées ;
14. *Introduction au modèle des orbitales moléculaires* (CH.2357) et *Symétrie des molécules* (CH.2157) : épreuve orale de 60 minutes, 2 notes sont attribuées ;
15. *Chimie supramoléculaire* (CH.3127) et *Structure électronique des complexes métalliques* (CH.3134) : examen oral de 60 min, 2 notes sont attribuées ;
16. *Méthodes de calcul en chimie (cours et TP)* (CH.3117) et *Molecular Modeling (cours et TP)* (CH.3377) : examen oral de 60 min, 2 notes sont attribuées ;
17. *Chimie de tous les jours* (CH.2017) : une note sera attribuée pour le projet, pour l'expérience qu'il présente et pour le séminaire.

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)**.

3 Master of Science (MSc)

[Version 2006, paquets de validation : MSc1-CH.1008, MSc2-CH.1004]

Le programme du MSc en chimie s'étend sur un an et demi d'études et équivaut à 90 ECTS. Les unités d'enseignement du MSc totalisent 60 ECTS. Elles se composent de 4 modules de formation de 15 points ECTS chacun. Ces derniers sont constitués de cours, de séminaires, et de travaux pratiques ou projets. Ils dispensent des connaissances en chimie à un niveau avancé et peuvent être suivis soit à Fribourg, soit dans le cadre de la convention BeNeFri en chimie ou même partiellement (jusqu'à l'occurrence de 2 modules) dans un autre département de la Faculté des sciences. Les études du MSc se terminent par un travail de Master d'une valeur de 30 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

Semestre d'automne et/ou de printemps

Code	Unité d'enseignement	heures	ECTS
Unités au choix dans le département de chimie			
<i>MO-CH.4105</i>	<i>Analytical Chemistry Module, constitué de :</i>		
CH.4115	Analytical Chemistry Part A (lectures)	3	4
CH.4124	Analytical Chemistry (lab work or project)	8	6
CH.4125	Analytical Chemistry Part B (lectures)	3	4
CH.4134	Analytical Chemistry (seminar)	1	1
<i>MO-CH.4205</i>	<i>Advanced Synthetic Tools Module, constitué de :</i>		
CH.4215	Advanced Synthetic Tools Part A (lectures)	2	3
CH.4224	Advanced Synthetic Tools (lab work or project)	8	5
CH.4225	Advanced Synthetic Tools Part B (lectures)	4	6
CH.4234	Advanced Synthetic (seminar)	1	1
<i>MO-CH.4307</i>	<i>Materials Module, constitué de :</i>		
CH.4317	Polymer Based Materials (lectures)	2	3
CH.4327	Solid State Materials (lectures)	4	6
CH.4337	Materials Analysis (seminar)	1	1
CH.4347	Materials (lab work)	8	5
<i>MO-CH.4404</i>	<i>Quantum Chemistry and Spectroscopy Module, constitué de :</i>		
CH.4414	Femtosecond Reaction Dynamics (lecture)	2	3
CH.4424	Quantum Chemistry (lecture)	2	3
CH.4434	Interaction of the Radiation Field with Matter (lecture)	2	3
CH.4444	Quantum Chemistry and Spectroscopy (laboratory course and seminar)	9	6
<i>MO-CH.4505</i>	<i>Molecular Modelling Module, constitué de :</i>		
CH.4515	Molecular Modelling (lectures)	6	9
CH.4525	Molecular Modelling (project)	8	5
CH.4535	Molecular Modelling (seminar)	1	1
Unités au choix			
<i>BeNeFri</i>	<i>Advanced Materials (lectures and lab work)</i>	12	16
<i>MO-PH.xxxx</i>	<i>Physics Module (for chemists)</i>	-	15
	<i>Modules de Master d'autres Départements</i>	-	15
			60

3.2 Contenu des UE du MSc

Les cours

Tous les modules se composent de cours groupés thématiquement, donnés par plusieurs enseignants différents. Les thèmes proposés par le département de chimie, en collaboration avec l'École d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg et des enseignants des universités de Berne et de Neuchâtel, sont les suivants :

- *Analytical Chemistry* (Statistics, sample preparation, analytical methods, analytics in industry, validation) ;
- *Computational Chemistry* (Quantum chemical methods, molecular mechanics, molecular dynamics) ;
- *Materials* (Polymer synthesis, properties and applications; Solid state chemistry, soft matter, oxide materials, superconductors, surface coating; typical methods for solid state analysis) ;
- *Quantum Chemistry and Spectroscopy* (Interaction of radiation field and matter, femtosecond reaction dynamics, excited states and magnetism, computation of Rayleigh and Raman scattering, Fourier transform infrared spectroscopy, photoelectron spectroscopy) ;
- *Advanced Synthetic Tools* (Asymmetric synthesis of complex molecules, transition metals in synthesis, chemistry of unpaired electrons, supramolecular and bioorganic chemistry).

Ce choix peut aussi se faire dans le cadre de la convention BeNeFri parmi les cours offerts par les universités de Berne et de Neuchâtel. En particulier, on citera le bloc d'enseignement BeNeFri commun à la chimie et la physique *Advanced materials* à 16 ECTS.

Un module de maximum 30 ECTS pourra être choisi dans un domaine des sciences naturelles. Cette possibilité devrait permettre d'obtenir un BSc/MSc en chimie avec une branche complémentaire renforcée de 60 ECTS. Cette combinaison est nécessaire pour l'obtention du Diplôme d'aptitude à l'enseignement secondaire II (DAES II).

Les séminaires

Certains modules contiennent, en plus des cours et des travaux pratiques, un séminaire, dans lequel chaque participant-e y contribue de manière active par un exposé sur un thème provenant de la littérature chimique.

Les projets

Chaque module contient un travail expérimental, sous la forme d'un projet individuel ou de travaux pratiques en relation directe avec les cours.

3.3 Examens du MSc et validation

L'ensemble des UE de la 1^{ère} année d'études du MSc (c'est-à-dire la somme des quatre modules) constitue le **paquet de validation MSc1** qui donne droit à 60 crédits ECTS. L'évaluation des travaux pratiques, séminaires et projets se fait sur la base de critères définis au début du semestre (resp. début du projet). Les cours des modules sont évalués par des épreuves écrites ou orales:

18. Épreuves orales de 30 minutes chacune pour les unités d'enseignement : *Analytical Chemistry Part A* (CH.4115) ; *Advanced Synthetic Tools Part A* (CH.4215) ; *Polymer Based Materials* (CH.4317).
19. Épreuves orales de 30 minutes chacune au cours de la même session pour les unités d'enseignement de *Quantum Chemistry and Spectroscopy* (CH.4414, CH.4424, CH.4434), 3 notes attribuée.

20. Épreuves écrites de 2 heures chacune pour les unités d'enseignement : *Analytical Chemistry Part B* (CH.4125) ; *Advanced Synthetic Tools Part B* (CH.4225) ; *Solid State Materials* (CH.4327).
21. Épreuve orale de 60 minutes pour l'unité d'enseignement: *Molecular Modelling* (CH.4515).

L'évaluation du module *Advanced Materials* se fera selon les prescriptions de l'Institution responsable des UE qui le compose.

3.4 Travail de Master et validation

Le travail de Master (CH.5014) constitue le **paquet de validation MSc2**. En principe, on ne peut le commencer qu'après avoir validé la moitié des modules constituant le paquet MSc1.

Le travail de Master, d'une valeur de 30 crédits ECTS et d'une durée de 4-6 mois (valeur de référence : 900 heures de travail, rédaction et présentation comprise), est une initiation à la recherche scientifique. En règle générale, il s'effectue pendant le troisième semestre d'études du MSc et constitue le couronnement des études. Il s'agit d'un travail de recherche, d'une envergure relativement modeste, que l'étudiant-e entreprend sous la direction d'un chercheur expérimenté. Par ce travail de Master, l'étudiant-e pourra tester son goût et son aptitude pour la recherche. Il/elle présentera son travail par écrit sous forme d'un texte scientifique et oralement sous la forme d'un exposé de 30 minutes.

Le travail de Master est lu par deux enseignant-es du Département de chimie et est évalué par une note allant de 6 (meilleure note) à 1 (plus mauvaise note). L'un des deux enseignant-es établit un rapport écrit. Le travail 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 Chemistry, 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 chimie 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 chimie de l'Université de Fribourg ou d'un titre jugé équivalent par la Faculté.

La Faculté établit une liste de 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 étudiants*, 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 standard

Certaines passerelles d'accès au Master sont régulièrement utilisées. Elles concernent les candidat-es au bénéfice des titres suivants :

- Bachelor HES-SO en chimie : cours et travaux pratiques de 30 ECTS, à suivre en parallèle aux études MSc. Les cours de cette passerelle doivent être validés avant de commencer le travail de Master.

Un descriptif détaillé de cette passerelle, constituant une annexe au présent plan d'études, est disponible au Décanat de la Faculté des sciences ou auprès du Conseiller aux études de chimie.