

Plan d'études pour les

Branches propédeutiques

et les

Branches complémentaires

offertes par la Faculté des sciences et de médecine
dans le cadre du Bachelor of Science
ou d'autres formations universitaires
dans lesquelles ces branches sont reconnues

Branches complémentaires en biologie

Accepté par la Faculté des sciences et de médecine le 30.05.2022

3.7 Biologie

Le Département de biologie propose 5 branches complémentaires de biologie à choix:

- 30 ECTS (SCIENCES MEDICALES ET MOLECULAIRES DE LA VIE) pour étudiant·e·s en biologie et en biochimie.
- 30 ECTS (BIOLOGIE – DES GENES AUX ECOSYSTEMES) pour étudiant·e·s en biologie et en biochimie
- 30 ECTS (BIOLOGIE A) pour étudiant·e·s n'ayant pas la biologie en branche principale
- 60 ECTS (BIOLOGIE B) pour étudiant·e·s n'ayant pas la biologie en branche principale
- 60 ECTS (BIOLOGIE E) pour étudiant·e·s en DEEM n'ayant pas la biologie en branche principale.

La branche complémentaire BIOLOGIE SPÉCIALE pour étudiant·e·s en biologie et en biochimie est encore offerte jusqu'au SP2024, pour ceux et celles qui l'ont commencée avant le SA2022.

Il est conseillé aux étudiant·e·s qui désirent prendre la BIOLOGIE A, B ou E en branche complémentaire de suivre la *Biologie générale I* (cours et travaux pratiques, SBL.00001 et SBL.00003) et *Biologie générale II* (cours et travaux pratiques, SBL.00002 et SBL.00004) déjà en première année car c'est un prérequis pour de nombreuses UE de ces branches complémentaires.

3.7.1 Unités d'enseignement

3.7.1.1 Unités d'enseignement de la branche complémentaire BIOLOGIE SPÉCIALE à 30 ECTS pour étudiant·e·s en biologie ou en biochimie

[Version 2022, paquet de validation : PV-SBL.0000076]

La branche complémentaire BIOLOGIE SPÉCIALE s'adresse aux étudiant·e·s en BSc biologie et en BSc biochimie. Ceux-ci et celles-ci ont déjà suivi les cours et travaux pratiques de la branche propédeutique *Biologie générale I et II* (SBL.00001, SBL.00003, SBL.00002, SBL.00004). Les étudiant·e·s en BSc biologie ont déjà suivi les UEs de la *Biologie des organismes I et II* (SBL.00040 et SBL.00041). Le nombre total de crédits ECTS pour cette branche complémentaire peut se situer entre 30 et 36 crédits. Une fois le nombre de 36 atteint, les éventuels crédits ECTS supplémentaires sont mis hors plan d'études et ne comptent pas dans la moyenne pondérée (Art. 25). Cette branche complémentaire ne peut plus être commencée dès le SA2022.

Semestre d'automne

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
SBC.00114	Biochimie générale	32	3.5
SBC.07003	Introduction à la bioinformatique et à la génomique (cours avec exercices)	56	4.5
SBL.00013	Ecologie	42	4
SBL.00020	Neurobiologie	28	2
SBL.00021	Biologie de l'évolution	28	3
SBL.00068	Phytopathologie et interactions plantes-pathogènes	28	3
SBL.00040	Biologie des organismes I (vertébrés)	28	3
SBL.00049	Génétique des populations ¹	28	3
SBL.00073	Métabolisme spécialisé : importance en écologie chimique et en santé humaine	14	1.5
SBL.00061	Diversité fonctionnelle des microorganismes ²	14	1.5
SBL.00063	Bases de bactériologie	14	1.5
SBL.00064	Canaux ioniques : fonctions et dysfonctions ³	8	1
SFS.00001	Philosophie et éthique des sciences	28	3
SMO.00004	Anatomie humaine fonctionnelle	56	6
SMO.00630	Anatomie descriptive	28	3
SPY.00110	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie I (A)	28	3
SPY.01001	Neurobiologie I (deutsch) [§]	28	3
SPY.01011	Neurobiologie I (français) [§]	28	3
SST.00203	Paléontologie (cours) (B)	28	3
SST.00218	Paléontologie (travaux pratiques) (B)	28	2
–	Cours à choix dans le cadre BeNeFri [#]		3

Semestre de printemps

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
SBC.00106	Biologie cellulaire	39	4
SBC.00009	Méthodes de biochimie	14	1.5
SBC.00047	Biochimie pour débutants (travaux pratiques)	60	3
SBC.00113	Compléments de biologie moléculaire	28	3
SBC.00115	Génétique moléculaire humaine	13	1.5
SBC.00125	Génétique de la levure, biologie cellulaire et moléculaire	12	1.5
SME.06309	Microbiologie (travaux pratiques) ⁴	8	1
SBL.00037	Écologie expérimentale (travaux pratiques)	45	3
SBL.00041	Biologie des organismes II (invertébrés ; cours et travaux pratiques / excursions)	28	3
SBL.00074	Biologie des organismes III : champignons et plantes (cours et travaux pratiques / excursions)	72	5
SBL.00058	Mécanismes de régénération	11	1
SBL.00045	Hormones et développement des plantes	28	3
SBL.00062	Biologie marine (stage)	30	3
SFS.00002	Sciences et société	28	3
SME.05305	Immunologie I	14	1.5
SME.06306	Immunologie II ⁵	12	1.5
SME.06104	Microbiologie clinique spécialisée ⁴	24	2.5
SME.04300	Actualités de la médecine régénérative ⁶	10	1
SMO.04002	Neuroanatomie (travaux pratiques)	32	1.5
SPY.00111	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie II (A)	28	3
SPY.02001	Neurobiologie II (deutsch) §	28	3
SPY.02011	Neurobiologie II (français) §	28	3
–	Cours à choix dans le cadre BeNeFri #		3

avec accord préalable du conseiller aux études

A, B les UE qui ont les mêmes lettres entre parenthèses doivent être prises ensemble

¹ prérequis SBL.00021² prérequis : SBL.00063 ou SME.05103³ prérequis SBL.00020⁴ prérequis SME.05103⁵ prérequis : SME.05305⁶ prérequis : SBL.00058

§ SPY.02011 et SPY.01011 sont les versions françaises de SPY.01001, SPY.02001. On choisit SPY.02011 et SPY.01011 ou SPY.01001 et SPY.02001.

Les UE de cette liste ne peuvent pas être prises si elles figurent déjà dans la branche principale.**3.7.1.2 Unités d'enseignement de la branche complémentaire SCIENCES MEDICALES ET MOLECULAIRES DE LA VIE à 30 ECTS pour étudiant·e·s en biologie ou en biochimie**

[Version 2022, paquet de validation : PV-SBL.0000077]

La branche complémentaire SCIENCES MEDICALES ET MOLECULAIRES DE LA VIE s'adresse aux étudiant·e·s en BSc en biologie et en BSc en biochimie. Ceux-ci et celles-ci ont déjà suivi les cours et travaux pratiques de la branche propédeutique *Biologie générale I et II* (SBL.00001, SBL.00003, SBL.00002, SBL.00004). La branche complémentaire SCIENCES MEDICALES ET MOLECULAIRES DE LA VIE ne peut pas être prise ensemble avec la branche complémentaire BIOLOGIE A30. Le nombre total de crédits ECTS pour cette branche complémentaire peut se situer entre 30 et 36 crédits. Une fois le nombre de 36 atteint, les éventuels crédits ECTS supplémentaires sont mis hors plan d'études et ne comptent pas dans la moyenne pondérée (Art. 25). Toutes les UEs sont à choix, sauf si indiqué différemment.

Semestre d'automne

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
SBC.00114	Biochimie générale	32	3.5
SBC.07005	Bioinformatique et génomique avancées [#]	32	2.5
SBL.00020	Neurobiologie	28	2
SBL.00049	Génétique des populations ¹	28	3
SBL.00061	Diversité fonctionnelle des microorganismes ²	14	1.5
SBL.00063	Bases de bactériologie	14	1.5
SBL.00064	Canaux ioniques : fonctions et dysfonctions ³	8	1
SBL.00072	Comportement: de la neuroéthologie à l'écologie comportementale	14	1.5
SBL.00073	Métabolisme spécialisé : importance en écologie chimique et en santé humaine	14	1.5
SFS.00001	Philosophie et éthique des sciences	28	3
SMO.00004	Anatomie humaine fonctionnelle	56	6
SMO.00630	Anatomie descriptive	28	3
SPY.00110	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie I (A)	28	3
SPY.01001	Neurobiologie I (deutsch) (B) §	28	3
SPY.01011	Neurobiologie I (français) (C) §	28	3

Semestre de printemps

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
SBC.00009	Méthodes de biochimie	14	1.5
SBC.00047	Biochimie pour débutants (travaux pratiques)	60	3
SBC.00113	Compléments de biologie moléculaire	28	3
SBC.00115	Génétique moléculaire humaine	13	1.5
SBC.00125	Génétique de la levure, biologie cellulaire et moléculaire	12	1.5
SME.06309	Microbiologie (travaux pratiques) ⁴	8	1
SBL.00058	Mécanismes de régénération	11	1
SBL.00015	Physiologie animale	28	3
SBL.00062	Biologie marine (stage)	30	3
SFS.00002	Sciences et société	28	3
SME.05305	Immunologie I	14	1.5
SME.06306	Immunologie II ⁵	12	1.5
SME.06104	Microbiologie clinique spécialisée ⁴	24	2.5
SME.04300	Actualités de la médecine régénérative ⁶	10	1
SMO.04002	Neuroanatomie (travaux pratiques)	32	1.5
SPY.00111	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie II (A)	28	3
SPY.02001	Neurobiologie II (deutsch) (B) §	28	3
SPY.02011	Neurobiologie II (français) (C) §	28	3

A, B, C les UE qui ont les mêmes lettres entre parenthèses doivent être prises ensemble

prérequis SBC.07004. Ne peut pas être pris avec SBC.07003

1 prérequis SBL.00021

2 prérequis : SBL.00063 ou SME.05103

3 prérequis SBL.00020

4 prérequis SME.05103

5 prérequis : SME.05305

6 prérequis : SBL.00058

§ SPY.02011 et SPY.01011 sont les versions françaises de SPY.01001, SPY.02001. On choisit SPY.01011 et SPY.02011 ou SPY.01001 et SPY.02001.

Les UE de cette liste ne peuvent pas être prises si elles figurent déjà dans la branche principale.

3.7.1.3 Unités d'enseignement de la branche complémentaire BIOLOGIE – DES GENES AUX ECOSYSTEMES à 30 ECTS pour étudiant·e·s en biologie ou en biochimie

[Version 2022, paquet de validation : PV-SBL.0000078]

La branche complémentaire BIOLOGIE – DES GENES AUX ECOSYSTEMES s'adresse aux étudiant·e·s en BSc en biologie et en BSc en biochimie. Ceux-ci et celles-ci ont déjà suivi les cours et travaux pratiques de la branche propédeutique *Biologie générale I et II* (SBL.00001, SBL.00003, SBL.00002, SBL.00004). Les étudiant·e·s en BSc biologie ont déjà suivi les UEs de la *Biologie des organismes I et II* (SBL.00040 et SBL.00041). Le nombre total de crédits ECTS pour cette branche complémentaire peut se situer entre 30 et 36 crédits. Une fois le nombre de 36 atteint, les éventuels crédits ECTS supplémentaires sont mis hors plan d'études et ne comptent pas dans la moyenne pondérée (Art. 25). Toutes les UEs sont à choix, sauf si indiqué différemment.

Semestre d'automne

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
SBC.07005	Bioinformatique et génomique avancées [#]	32	2.5
SBL.00013	Ecologie	42	4
SBL.00018	Biologie moléculaire des plantes	28	3
SBL.00021	Biologie de l'évolution	28	3
SBL.00068	Phytopathologie et interactions plantes-pathogènes	28	3
SBL.00040	Biologie des organismes I (vertébrés)	28	3
SBL.00049	Génétique des populations ¹	28	3
SBL.00061	Diversité fonctionnelle des microorganismes ²	14	1.5
SBL.00063	Bases de bactériologie	14	1.5
SBL.00072	Comportement: de la neuroéthologie à l'écologie comportementale	14	1.5
SBL.00073	Métabolisme spécialisé : importance en écologie chimique et en santé humaine	14	1.5
SFS.00001	Philosophie et éthique des sciences	28	3
SGG.00266	Géographie de l'eau	28	3
SSE.00101	Cours de base des sciences de l'environnement : écologie	28	3
SSE.00104	Cours de base des sciences de l'environnement : éthique de l'environnement	28	3
SSE.00130	Environnement et habitat : une approche anthropologique	28	3
SSE.00220	L'éthique environnemental au premier plan (séminaire)	28	3
SSE.00230	Principles of environmental ethics I	28	3
SSE.00231	Principles of environmental ethics II	28	1
SST.00203	Paléontologie (cours) (A)	28	3
SST.00218	Paléontologie (travaux pratiques) (A)	28	2
–	Cours à choix dans le cadre BeNeFri *		3

Semestre de printemps

Code	Unité d'enseignement	h. tot.	ECTS
SBC.00113	Compléments de biologie moléculaire	28	3
SBL.00041	Biologie des organismes II : invertébrés	28	3
SBL.00074	Biologie des organismes III : champignons et plantes (cours et travaux pratiques / excursions)	72	5
SBL.00037	Écologie expérimentale (travaux pratiques) ³	45	3
SBL.00045	Hormones et développement des plantes	28	3
SBL.00062	Biologie marine (stage)	30	3
SBL.00069	Plantes cultivées dans le monde	28	3
SBL.00070	Stage de recherche	20 jours	3
SBL.00071	Evolution de la biodiversité	14	1.5
SFS.00002	Sciences et société	28	3
SSE.00102	Cours de base des sciences de l'environnement : économie et droit de l'environnement	28	3
SSE.00103	Cours de base des sciences de l'environnement : ressources	28	3
SSE.00144	Les enjeux du développement durable I (séminaire)	28	3
SSE.00142	Les enjeux du développement durable II (séminaire)	28	1
SSE.00211	Ethique et pratique environnementale (séminaire)	28	3
–	Cours à choix dans le cadre BeNeFri *		3

* selon liste ci-dessous. Au total 6 ECTS.

prérequis SBC.07004. Ne peut pas être pris avec SBC.07003

1 prérequis SBL.00021

2 prérequis : SBL.00063 ou SME.05103

3 prérequis SBL.00013

(A) les UE qui ont les mêmes lettres entre parenthèses doivent être prises ensemble

SSE : Des informations supplémentaires (prérequis, descriptions des UEs) sont disponibles dans les plans d'études des sciences de l'environnement et leurs annexes

Les UE de cette liste ne peuvent pas être prises si elles figurent déjà dans la branche principale.

Enseignements offerts par d'autres Universités* :

Valable uniquement pour la branche complémentaire Biologie – des gènes aux écosystèmes

Code	Unité d'enseignement	Offert par	Semestre	ECTS
3BL1092	Bases de pédologie	UniNe	SA	3
3BL1204	Interactions Etres humains - Environnements	UniNe	SP	3
3ZL1008	Bases d'éthologie	UniNe	SA	6
3ZL1037	Ecologie chimique	UniNe	SA	3
2GG1058	Changements climatiques et sociétés	UniNe	SP	3
405049	Biodiversity and Ecosystem Services	UniBe	SA	3
104352	Grundlagen zu Nachhaltiger Entwicklung	UniBe	SA	3

*Remarque : l'inscription au réseau BeNeFri se fait via le portail MyUniFr. Veuillez trouver les informations pour l'inscription et la validation des UEs sous :

<https://www.unifr.ch/studies/fr/organisation/prestations-admin-etudiants/benefri.html>

3.7.1.4 Unités d'enseignement de la branche complémentaire BIOLOGIE A à 30 ECTS pour étudiant·e·s n'ayant pas la biologie en branche principale

[Version 2022, paquet de validation : PV-SBL.0000079]

La branche complémentaire BIOLOGIE A s'adresse aux étudiant·e·s de la Faculté des sciences et de médecine ou d'autres facultés, à l'exception des étudiant·e·s en biologie. Le programme est constitué de 12 ECTS d'UE obligatoires, mais qui doivent être remplacées par des UE à choix si elles sont comptabilisées dans un autre programme. Le reste doit être pris dans la liste de UE à choix. La branche complémentaire BIOLOGIE A ne peut pas être prise ensemble avec la branche complémentaire SCIENCES MEDICALES ET MOLECULAIRES DE LA VIE.

Le nombre total de crédits ECTS pour cette branche complémentaire peut se situer entre 30 et 36 crédits. Une fois le nombre de 36 atteint, les éventuels crédits ECTS supplémentaires sont mis hors plan d'études et ne comptent pas dans la moyenne pondérée (Art. 25).

Code	Unité d'enseignement	semestre	h. tot.	ECTS
1^e année (obligatoire)				
SBL.00001	Biologie générale I (cours)*	SA	46	5
SBL.00003	Biologie générale I (travaux pratiques)*	SA	12	1
SBL.00002	Biologie générale II (cours)*	SP	46	5
SBL.00004	Biologie générale II (travaux pratiques)*	SP	12	1
1^e année ou années suivantes (à choix)				
SBL.00040	Biologie des organismes I : vertébrés	SA	28	3
SBL.00041	Biologie des organismes II : invertébrés	SP	28	3
SBL.00074	Biologie des organismes III : champignons et plantes (cours et travaux pratiques / excursions)	SP	72	5
SBL.00013	Écologie	SA	42	4
SBL.00037	Écologie expérimentale (travaux pratiques) ¹	SP	45	3
SFS.00001	Philosophie et éthique des sciences	SA	28	3
SFS.00002	Science et société	SP	28	3

2^e année ou années suivantes (à choix)				
SBL.00045	Hormones et développement des plantes	SP	28	3
SBL.00014	Biologie moléculaire	SA	28	3
SBL.00015	Physiologie animale	SP	28	3
SBL.00018	Biologie moléculaire des plantes ³	SA	28	3
SBL.00019	Méthodes de biologie moléculaire ⁴	SA	28	3
SBL.00020	Neurobiologie	SA	28	2
SBL.00021	Biologie de l'évolution	SA	28	3
SBL.00068	Phytopathologie et interactions plantes-pathogènes	SA	28	3
SBL.00049	Génétique des populations	SA	28	3
SBL.00057	Biologie du développement	SP	16	1.5
SBL.00061	Diversité fonctionnelle des microorganismes ²	SA	14	1.5
SBL.00063	Bases de bactériologie	SA	14	1.5
SME.05103	Microbiologie générale et médicale	SA	24	3
SME.06104	Microbiologie clinique spécialisée ⁵	SP	24	2.5
SME.06309	Microbiologie (travaux pratiques) ⁵	SP	8	1
SMO.00004	Anatomie humaine fonctionnelle	SA	56	6
SPY.00110	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie I (A)	SA	28	3
SPY.00111	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie II (A)	SP	28	3
				30

* Les UE prises en branche propédeutique dans le cadre d'un programme principal sont remplacées par des UE à choix.

A les UE qui ont les mêmes lettres entre parenthèses doivent être prises ensemble

¹ prérequis : Ecologie (SBL.00013)

² prérequis : Bases de bactériologie (SBL.00063) ou SME.05103

³ prérequis : Hormones et développement des plantes (SBL.00045)

⁴ prérequis : Biologie moléculaire (SBL.00014)

⁵ prérequis : Microbiologie générale (SME.05103)

3.7.1.5 Unités d'enseignement de la branche complémentaire BIOLOGIE B à 60 ECTS pour étudiant·e·s n'ayant pas la biologie en branche principale

[Version 2022, paquet de validation : PV-SBL.0000080]

La branche complémentaire BIOLOGIE B s'adresse aux étudiant·e·s de la Faculté des sciences et de médecine ou d'autres facultés, à l'exception des étudiant·e·s en biologie. Le programme est constitué de 12 ECTS d'UE obligatoires, mais qui doivent être remplacées par des UE à choix si elles sont comptabilisées dans un autre programme. Le reste doit être pris dans la liste des UE à choix.

Le nombre total de crédits ECTS pour cette branche complémentaire peut se situer entre 60 et 72 crédits. Une fois le nombre de 72 atteint, les éventuels crédits ECTS supplémentaires sont mis hors plan d'études et ne comptent pas dans la moyenne pondérée (Art. 25).

Code	Unité d'enseignement		semestre	h. tot.	ECTS
1^e année (obligatoire)					
SBL.00001	Biologie générale I (cours)*	SA	46		5
SBL.00003	Biologie générale I (travaux pratiques)*	SA	12		1
SBL.00002	Biologie générale II (cours)*	SP	46		5
SBL.00004	Biologie générale II (travaux pratiques)*	SP	12		1

1^e année ou années suivantes (à choix)				
SBL.00040	Biologie des organismes I : vertébrés	SA	28	3
SBL.00041	Biologie des organismes II : invertébrés	SP	28	3
SBL.00074	Biologie des organismes III : Champignons et plantes (cours et travaux pratiques / excursions)	SP	72	5
SBL.00013	Écologie	SA	42	4
SBL.00037	Écologie expérimentale (travaux pratiques) ¹	SP	45	3
2^e année ou années suivantes (à choix)				
SBC.00119	Fondements de biochimie	SP	52	6
SBL.00014	Biologie moléculaire	SA	28	3
SBL.00015	Physiologie animale	SP	28	3
SBL.00018	Biologie moléculaire des plantes ³	SA	28	3
SBL.00019	Méthodes de biologie moléculaire ⁴	SA	28	3
SBL.00020	Neurobiologie	SA	28	2
SBL.00021	Biologie de l'évolution	SA	28	3
SBL.00068	Phytopathologie et interactions plantes-pathogènes	SA	28	3
SBL.00045	Hormones et développement des plantes	SP	28	3
SBL.00049	Génétique des populations	SA	28	3
SBL.00057	Biologie du développement	SP	16	1.5
SBL.00073	Métabolisme spécialisé : importance en écologie chimique et en santé humaine	SA	14	1.5
SBL.00061	Diversité fonctionnelle des microorganismes ⁵	SA	14	1.5
SBL.00063	Bases de bactériologie	SA	14	1.5
SME.05103	Microbiologie générale et médicale	SA	24	3
SME.06104	Microbiologie clinique spécialisée ²	SP	24	2.5
SME.06309	Microbiologie (travaux pratiques) ²	SP	8	1
SMO.00004	Anatomie humaine fonctionnelle	SA	56	6
SPY.00110	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie I (A)	SA	28	3
SPY.00111	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie II (A)	SP	28	3
SFS.00001	Philosophie et éthique des sciences	SA	28	3
SFS.00002	Science et société	SP	28	3
				60

* Les UE prises en branche propédeutique dans le cadre d'un programme principal sont remplacées par des UE à choix.

A les UE qui ont les mêmes lettres entre parenthèses doivent être prises ensemble

¹ prérequis : Ecologie (SBL.00013)

² prérequis : Microbiologie générale et médicale (SME.05103)

³ prérequis : Hormones et développement des plantes (SBL.00045)

⁴ prérequis : Biologie moléculaire (SBL.00014)

⁵ prérequis : Bases de bactériologie (SBL.00063) ou SME.05103

3.7.1.6 Unités d'enseignement de la branche complémentaire BIOLOGIE E à 60 ECTS

[Version 2022, paquet de validation : PV-SBL.0000081]

La branche complémentaire BIOLOGIE E s'adresse aux étudiant·e·s de la Faculté des sciences et de médecine ou d'autres facultés, à l'exception des étudiant·e·s en biologie branche principale. Les étudiant·e·s ayant suivi ou devant suivre des enseignements propédeutiques (SBL.00001 ; SBL.00002 ; SBL.00003 ; SBL.00004 ; SCH.01014 ; SCH.01072 ; SMA.00402) ou des enseignements plus avancés dans d'autres programmes remplacent les crédits manquants par des UE à choix. Toutes les UE sont de niveau Bachelor.

Cette branche complémentaire s'adresse aussi aux futur·e·s étudiant·e·s en DEEM qui doivent cependant la compléter avec la branche complémentaire Biologie E+30. Dans ce cas, les étudiant·e·s s'informent dans le plan d'études Biologie E+30 pour obtenir les UE requises.

La branche complémentaire Biologie E peut aussi être prise seule, si l'étudiant·e ne souhaite pas acquérir davantage de crédits en biologie.

Le nombre total de crédits ECTS pour cette branche complémentaire peut se situer entre 60 et 72 crédits. Une fois le nombre de 72 atteint, les éventuels crédits ECTS supplémentaires sont mis hors plan d'études et ne comptent pas dans la moyenne pondérée (Art. 25).

Code	Unité d'enseignement	semestre	h. tot.	ECTS
1^{er} année : Biologie propédeutique (obligatoire)				
SBL.00001	Biologie générale I (cours)	SA	46	5
SBL.00003	Biologie générale I (travaux pratiques)	SA	12	1
SBL.00002	Biologie générale II (cours)	SP	46	5
SBL.00004	Biologie générale II (travaux pratiques)	SP	12	1
1^{er} ou 2^e année : Mathématiques et chimie (obligatoire)				
SCH.01014	Chimie générale (cours)	SA	84	6
SCH.01072	Chimie organique de base (cours)	SP	42	3
SMA.00402	Statistique propédeutique (cours avec exercices)	SP	42	3
1^{er} année ou années suivantes (obligatoire)				
SBL.00040	Biologie des organismes I : vertébrés	SA	28	3
SBL.00041	Biologie des organismes II : invertébrés	SP	28	3
SBL.00074	Biologie des organismes III : plantes et champignons (cours et travaux pratiques / excursions)	SP	72	5
Dès la 2^e année (obligatoire)				
SBL.00013	Écologie (cours)	SA	42	4
SBL.00021	Biologie de l'évolution (cours)	SA	28	3
SBL.00045	Hormones et développement des plantes	SP	28	3
SME.05103	Microbiologie générale et médicale	SA	24	3
SMO.00004	Anatomie humaine fonctionnelle	SA	56	6

À choix				
SBC.00119	Fondements de biochimie	SP	52	6
SBL.00014	Biologie moléculaire (cours) ²	SA	28	3
SBL.00015	Physiologie animale (cours)	SP	28	3
SBL.00020	Neurobiologie (cours)	SA	28	2
SBL.00049	Génétique des populations ³	SA	28	3
SBL.00057	Biologie du développement (cours)	SP	16	1.5
SBL.00073	Métabolisme spécialisé : importance en écologie chimique et en santé humaine	SA	14	1.5
SBL.00061	Diversité fonctionnelle des microorganismes ⁴	SA	14	1.5
SBL.00063	Bases de bactériologie	SA	14	1.5
SFS.00001	Philosophie et éthique des sciences ¹	SA	28	3
SFS.00002	Sciences et société ¹	SP	28	3
SPY.00110	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie I (A)	SA	28	3
SPY.00111	Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, partie II (A)	SP	28	3
SSE.00101	Cours de base en sciences de l'environnement : Écologie de l'environnement	SA	28	3
SSE.00104	Cours de base en sciences de l'environnement : Éthique de l'environnement	SA	28	3

A les UE qui ont les mêmes lettres entre parenthèses doivent être prises ensemble
¹ l'un ou l'autre de ces cours doit être choisi dans cette branche complémentaire, le deuxième est à choix
² SBL.00014 sera important pour la branche complémentaire Biologie E+30
³ prérequis SBL.00021
⁴ prérequis : Bases de bactériologie (SBL.00063) ou SME.05103

3.7.2 Contenu des unités d'enseignement des branches complémentaires

Biochimie et Bioinformatique

- Le cours *Méthodes de biochimie* (SBC.00009) présente des développements récents couvrant diverses technologies utilisées dans l'investigation des protéines et macromolécules et en biologie cellulaire.
- Biochimie pour débutants (travaux pratiques) (SBC.00047) : ces travaux pratiques sont une brève introduction aux méthodes biochimiques simples utilisées au laboratoire de recherche et en chimie clinique.
- Le cours de *Biologie cellulaire* (SBC.00106) porte sur l'étude des mécanismes moléculaires utilisés pour maintenir la fonctionnalité et la structure de la cellule individuelle (trafic des protéines, autophagie, cytosquelette, hérédité mitochondriale), ainsi que de l'organisme en entier (cellules souches, apoptose, jonctions cellulaire, matrice extracellulaire).
- Le cours *Compléments de biologie moléculaire* (SBC.00113) approfondit les concepts de la biologie moléculaire et est focalisé sur les mécanismes de la synthèse et réparation de l'ADN, la synthèse des ribosomes, et la régulation post-transcriptionnelle. De plus, le cours présente une introduction de l'utilisation d'un logiciel et de diverses bases de données permettant d'analyser et manipuler des séquences d'ADN par exemple en vue d'un clonage.
- Le cours de *Biochimie générale* (SBC.00114) approfondit les concepts du cours *Fondements de biochimie* (SBC.00119) et décrit la structure et la fonction des composants de la cellule (acides aminés, protéines, sucres, et lipides) avec un accent sur les voies métaboliques correspondantes.
- Le cours *Génétique moléculaire humaine* (SBC.00115) fournit d'une part des connaissances de base en génétique humaine et d'autre part un aperçu des mécanismes moléculaires

impliqués dans des pathologies relevant de la médecine. De plus, ce cours inclut des informations sur les méthodes de diagnostic et de thérapie de ces maladies.

- Le cours *Fondements de biochimie* (SBC.00119) donne une introduction à la biochimie; il décrit la composition, la structure et le métabolisme des principaux composés de la cellule et des organismes (c'est-à-dire les acides aminés, les glucides et les lipides).
- Le cours *Génétique de la levure, biologie cellulaire et moléculaire* (SBC.00125) donne une introduction sur un modèle unicellulaire pour les études de génétique et biologie moléculaire. La levure est couramment utilisée dans le développement de nouvelles méthodes de génomique basées sur le criblage à haut débit. Dans ce cours, nous discuterons des bases de la génétique de levure ainsi que de la recherche actuelle dans ce domaine. L'objectif de ce cours est de donner à l'étudiant une vision générale sur la façon dont la combinaison entre méthodes de génétique et de biologie moléculaire permet d'examiner et de subdiviser les complexes réactions cellulaires qui ont lieu dans la levure.
- Le cours *Introduction à la bioinformatique et à la génomique* (SBC.07003) présente les principes généraux de la bioinformatique leur application en génomique. Ce cours permet d'acquérir une connaissance de base des outils et des bases de données utilisés pour analyser et pour comparer des séquences de protéines ou d'acides nucléiques. Il présente les nouvelles technologies de séquençage à haut débit et leur utilisation dans l'étude du génome de différents organismes et dans la recherche biomédicale actuelle.
- Le cours *Bioinformatique et génomique avancées* (SBC.07005) est une suite directe du cours de base SBC.07004. Il approfondit les méthodes d'application du séquençage de nouvelle génération, comme l'assemblage et l'annotation *de novo* du génome et du transcriptome, le remappage et l'identification des variants, la transcriptomique, ChIPseq et les méthodes similaires, l'épigénomique, le microbiome et la métagénomique, la génomique des populations. Chaque semaine, un concept principal est détaillé, expliquant les algorithmes des méthodes les plus importantes avec un regard particulier sur leurs avantages et inconvénients. Des exercices pratiques hebdomadaires et directement liés aux cours théoriques sont utilisés pour renforcer l'apprentissage en s'appuyant sur des outils web simples lorsque cela est possible

Biologie

- Les cours de *Biologie générale I* (SBL.00001) et *II* (SBL.00002) sont une introduction à la biologie (biologie cellulaire, génétique, écologie, biologie végétale, biologie du développement) et traitent des structures et fonctions biologiques, du niveau moléculaire à celui de l'organisme, et de la génétique. Les *travaux pratiques de Biologie générale I* (SBL.00003) et *II* (SBL.00004) illustrent des notions de biologie fondamentale touchant les cellules, les organismes et l'évolution.
- Les cours de *Biologie des organismes I* (SBL.00040) et *II* (SBL.00041) portent sur la classification des vertébrés (*Biologie des organismes I*) et des protistes et invertébrés (*Biologie des organismes II*), leur organisation, anatomie comparée et écologie du comportement. Durant les travaux pratiques, les étudiants apprennent à disséquer des animaux (poissons) et effectuent des exercices de détermination. Les excursions ont pour but l'observation des espèces dans leur milieu naturel, l'apprentissage de leur détermination et de leur écologie.
- Le cours de *Biologie des organismes III* (SBL.00074) porte sur la biologie des organismes appartenant aux champignons, algues, mousses, fougères et plantes supérieures et comprend une introduction à leur biologie et systématique. Durant les travaux pratiques, les étudiants effectuent des exercices de détermination et participent à des excursions dans différentes zones végétales.
- Le cours *Écologie* (SBL.00013) comprend une introduction à la biologie des populations et décrit les interactions biotiques et l'écologie des communautés.
- Le cours *Biologie moléculaire* (SBL.00014) est une introduction aux mécanismes moléculaires liés aux acides nucléiques et à la régulation génique chez les eucaryotes et les procaryotes.
- Le cours *Physiologie animale* (SBL.00015) porte sur les bases de la physiologie animale et des thèmes choisis de la physiologie comparée des animaux.

- Le cours *Neurobiologie* (SBL.00020) porte sur la neurobiologie avancée et présente des facettes allant des molécules aux cellules et aux fonctions neuronales y compris le comportement.
- Le cours *Biologie de l'évolution* (SBL.00021) parle des mécanismes de l'évolution et de la génétique de l'évolution ainsi que de thèmes choisis de la recherche moderne sur l'évolution.
- Le cours *Hormones et développement des plantes* (SBL.00045) présente les bases physiologiques, biochimiques et moléculaires du développement des plantes.
- Le cours *Génétique des populations* (SBL.00049) étudie les fluctuations des fréquences des différentes versions d'un gène (allèles) de populations dans le temps et dans l'espace, sous l'influence de la sélection naturelle, de la dérive génétique, des mutations et des migrations.
- Le cours *Biologie du développement* (SBL.00057) introduit les principaux phénomènes qui conduisent à la formation d'un organisme multicellulaire. Ce cours donne aussi un aperçu sur les stratégies et techniques utilisées dans ce domaine.
- Le cours *Mécanismes de régénération* (SBL.00058) décrit les bases de la régénération chez les Invertébrés, les Vertébrés et l'homme. Ce cours donné en anglais est destiné aux étudiant·e·s en troisième année, et représente un prérequis pour le cours SME.04300.
- Le cours *Diversité fonctionnelle des microorganismes* (SBL.00061) donne une vue d'ensemble des fonctions principales des micro-organismes dans l'environnement. Leurs rôles dans les cycles biogéochimiques, dans la biotechnologie et dans l'agronomie y sont notamment discutés. Ce cours s'intéresse également à la communication chimique et à son rôle dans l'établissement d'interactions mutualistes entre bactéries et eucaryotes.
- La plus grande diversité des espèces se situe dans les océans. Le *Stage de biologie marine* (SBL.00062), réunissant théorie et pratique, permet de découvrir en 5 jours la biodiversité, en observant et étudiant les différents habitats biologiques.
- Le cours *Bases de bactériologie* (SBL.00063) explique les bases de la physiologie bactérienne. Il traite notamment de nutrition, de métabolisme, de croissance et de motilité, ainsi que du comportement multicellulaire des bactéries (formation de biofilms, régulation des gènes par quorum-sensing). Il donne également un aperçu de la diversité du monde bactérien et de son évolution depuis les débuts de la vie sur Terre.
- Les canaux ioniques remplissent de multiples fonctions biologiques fondamentales. Le cours SBL.00064, *Canaux ioniques: fonctions et dysfonctions* présente en détail le lien structure-fonction dans une série d'exemples de canaux ioniques dans leur fonctionnement normal et dans diverses pathologies humaines et animales. L'étudiant·e sera notamment amené à faire le lien entre des mutations génétiques, un impact biophysique sur des canaux, et des changements physiologiques au niveau de la cellule et de l'organisme. Ce cours est donné dans le même créneau horaire que SBL.00020 qui est prérequis.
- Le cours *Phytopathologie et interactions plantes-pathogènes* (SBL.00068) commence par une introduction à la phytopathologie classique et une présentation des différents types d'agents pathogènes des plantes, de leurs cycles de développement et de leurs modes d'infection. La deuxième partie du cours est dédiée aux mécanismes physiologiques, biochimiques et moléculaires qui sous-tendent les interactions plantes-pathogènes. Les thématiques abordées sont notamment les stratégies qui permettent aux pathogènes d'infecter les plantes, les réactions de défense des plantes et l'activation de leur système immunitaire, et les différentes stratégies que chaque partenaire développe pour neutraliser les armes ou les défenses de l'autre. Il est vivement conseillé de suivre en parallèle, ou d'avoir suivi au préalable SBL.00074, SBL.00063 et SBL.00045.
- Le cours *Plantes cultivées dans le monde* (SBL.00069) fournit des connaissances de base sur les principales plantes utiles et examine leurs caractéristiques sous différentes perspectives, telles que les particularités physiologiques et génétiques, la culture, la sélection, les maladies, l'utilité et la durabilité. Ce cours sera donné en partie sous forme de cours magistraux et en partie sous forme de "cours inversé" avec la participation active de groupes d'étudiants présentant différentes plantes cultivées. Prérequis SBL.00074.

- Le but du *Stage de recherche* (SBL.00070) est de permettre aux étudiants de se familiariser avec le quotidien d'un·e chercheur·se en biologie, au laboratoire et/ou sur le terrain. Pendant quatre semaines, l'étudiant·e effectue un travail de recherche sous la supervision d'un·e chercheur·se plus avancé·e. Il/elle consigne ses expériences et les résultats qui en découlent dans un cahier de laboratoire. Le stage est jugé réussi ou non sur la base du contenu de ce cahier de laboratoire. Les étudiant·e·s sont responsables de trouver elles/eux-mêmes un groupe de recherche qui les accueille au sein du département de biologie. Cette UE s'effectue idéalement en été toutefois, sur accord mutuel, elle peut aussi être entreprise en d'autres périodes de l'année. Des informations complémentaires sont disponibles sur moodle.unifr.ch
- The lecture *Évolution de la biodiversité* (SBL.00071) aims to discover how biodiversity is distributed in space and how it has changed over time since the origin of life billions of years ago. We will discuss how different types of data (from geological and fossil record to genomes) can be used to make hypotheses about the drivers of species diversification and extinction. With one million species estimated to be threatened with extinction today, we will draw analogies between past mass extinction events and the ongoing biodiversity crisis. We will therefore discuss what can be learnt from deep-time evolution about the future of biodiversity. The course will involve frontal lectures but can also include group work and presentations by the students (depending on the size of the class). It will include hands-on sessions in which the students can explore online resources for biodiversity such as GBIF, IUCN, and PBDB and use simple tools in R to explore and plot these data (however, the course does not require prior knowledge of R). Cours donné en anglais.
- Le cours *Comportement: de la neuroéthologie à l'écologie comportementale* (SBL.00072) traite la question pourquoi les organismes (des bactéries aux humains) adoptent certains comportements. Nous nous concentrerons sur les causes « proximate » et « ultimate » du comportement, sur l'évolution du comportement et sur la manière dont les chercheurs peuvent étudier le comportement à l'aide de méthodes classiques et modernes. Le cours comprendra principalement des conférences, mais aussi des exercices interactifs qui nous permettront de mieux visualiser les comportements sociaux tels que les conflits, la coopération et les comportements collectifs. Comme le comportement peut être compris et étudié à de nombreuses échelles, le cours abordera les neurosciences, la biochimie, l'écologie chimique, la biologie évolutive, l'écologie et la physique du comportement. Cours donné en anglais.
- Le cours *Métabolisme spécialisé : importance en écologie chimique et en santé humaine* (SBL.00073) explore le métabolisme du vivant et plus particulièrement le métabolisme spécialisé. Nous définirons tout d'abord les constituants du métabolisme ainsi que leurs origines et leurs fonctions. Puis, nous aborderons la notion de spécialisation au sein du métabolisme à la fois en termes de fonctionnalités biologiques comme en termes d'occurrence au sein du vivant. Nous détaillerons enfin les mécanismes et les voies biosynthétiques permettant d'expliquer l'émergence de ce métabolisme spécialisé. Au cours de ces différentes étapes nous observerons le métabolisme sous l'angle de l'écologie chimique et sous celui de la santé humaine.

Sciences médicales et microbiologie

- Cours *Actualités de la médecine régénérative* (SME.04300). Le vieillissement de la population et la lutte contre les maladies chroniques dégénératives représentent des enjeux considérables pour la communauté scientifique. La nécessité de développer de nouvelles stratégies thérapeutiques ciblant le remplacement ou la régénération des organes et tissus endommagés est un des grands challenges des prochaines décennies. En parallèle, le développement en incubateur de tissus artificiels pourra fournir de nouveaux outils précieux pour les tests de toxicité des médicaments. Dans ce cours multidisciplinaire, l'étudiant·e acquerra une compréhension de l'ingénierie tissulaire, et une connaissance de la translation actuelle des développements scientifiques vers les applications cliniques, les essais cliniques en cours seront présentés. Plusieurs exemples spécifiques à différents organes et tissus (cœur, os, cartilage,

pancréas, foie, peau) seront abordés ainsi que les biomatériaux et cellules utilisés dans la médecine régénérative. SBL.00058 est un prérequis pour ce cours.

- Le cours de *Microbiologie générale et médicale* (SME.05103) traite des grands principes de la microbiologie (bactéries, virus, parasites) ; historique, classification, structure, facteurs de pathogénicité, génétique, interactions hôte-pathogène, antibiotiques et antiviraux ; résistances aux antibiotiques et aux antiviraux, microbiologie chez l'homme et chez l'animal et microbiologie de l'environnement.
- Le cours *Anatomie humaine fonctionnelle* (SMO.00004) transmet des connaissances de base biomédicales dans le domaine de la morphologie de l'homme. Le but est de décrire l'organisation microscopique et macroscopique des systèmes d'organes humains et de poser les bases anatomiques nécessaires à la compréhension de leurs fonctions.
- Le cours *Anatomie descriptive* (SMO.00630) aborde l'étude du squelette et des systèmes locomoteur, circulatoire, respiratoire et digestif.
- Le cours *Physiologie et physiopathologie des grandes régulations, parties I et II* (SPY.00110, SPY.00111), donné sur deux semestres, traite des grands systèmes fonctionnels du corps humain (généralités, cardiovasculaire, rénal, respiratoire, digestif et endocrinien) sous l'angle des mécanismes de régulation physiologique, avec une introduction à des situations physiopathologiques.

Sciences de la Terre, Géographie et Ethique

- La *Géographie de l'eau* (SGG.00266) présente les aspects physiques ainsi que les dimensions politiques et sociales de l'accès à l'eau aujourd'hui.
- Le cours *Paléontologie* (SST.00203) présente la systématique des fossiles et leur signification environnementale, ainsi que leur évolution. Les *Travaux pratiques de Paléontologie* (SST.00218) permettent à l'étudiant·e d'approfondir les sujets traités dans le cours par des observations et des interprétations personnelles.
- Le but du cours *Philosophie et éthique des sciences* (SFS.00001) est de donner à celles et ceux qui le suivront une connaissance des idées philosophiques élaborées depuis l'époque moderne jusqu'à nos jours, et de faire découvrir l'intérêt de ce dialogue entre philosophes et scientifiques pour le développement d'une réflexion personnelle sur les sciences et la connaissance actuelles.
- Le cours *Science et Société* (SFS.00002) aimerait avant tout offrir à celles et ceux qui le suivent l'occasion de découvrir des éléments importants de l'histoire des idées de la pensée occidentale en vue d'une meilleure compréhension des contenus et des enjeux des débats contemporains touchant à la connaissance scientifique, tout particulièrement dans ses aspects pratiques et dans ses influences sur la société.

Sciences de l'environnement

Pour les UEs avec code SSE.xxxxx, veuillez-vous référer aux plans d'études des sciences de l'environnement et à leurs annexes.

3.7.3 Évaluation des unités d'enseignement

Les conditions d'évaluation des UE sont indiquées dans les annexes, par domaine. Prière de consulter les annexes de la biologie, de la biochimie, de la géographie-géoscience, des sciences médicales, des sciences de l'environnement, de la morphologie et physiologie, des sciences de la Terre et de la Faculté des sciences et de médecine.