

## MASTER - Sciences du vivant

### Biologie structurale intégrative et bio-informatique

#### Pré-requis obligatoires

##### Admission en M1

Ce parcours à l'interface biologie/chimie/mathématiques/informatique est exigeant et suppose donc l'acquisition et la validation d'une licence en sciences avec des résultats de bon niveau. Les dossiers d'étudiants motivés, non titulaires d'une licence sciences de la vie, mais souhaitant s'orienter vers les problématiques de recherche associées au master, peuvent déposer un dossier. Des compléments de formation seront cependant demandés en Master. Examen sur dossier et entretiens si nécessaire.

##### Admission en M2

Après validation d'un M1 avec des résultats universitaires de très bon niveau, les dossiers de candidats ayant acquis des connaissances solides dans les techniques de la biologie structurale intégrative (Diffraction et diffusion des RX, RMN, Cryo-microscopie), en bioinformatique et génomique structurale peuvent être examinés.

|                                 |           |          |           |
|---------------------------------|-----------|----------|-----------|
| Langue du parcours              | Français  |          |           |
| ECTS                            | 120 ECTS  |          |           |
| Volume horaire                  |           |          |           |
| TP : 234h                       | TD : 327h | CI : 44h | CM : 437h |
| Formation initiale              | Oui       |          |           |
| Formation continue              | Non       |          |           |
| Apprentissage                   | Non       |          |           |
| Contrat de professionnalisation | Non       |          |           |
| Stage : (durée en semaines)     | 27        |          |           |

#### Pré-requis recommandés

##### Admission en M1

Cette spécialité compétitive et exigeante, à capacité d'accueil limitée, aux interfaces de plusieurs champs disciplinaires, a vocation à accueillir des étudiants très motivés et ayant montré une grande capacité de travail. Cela doit se traduire dans les résultats universitaires obtenus en Licence par les postulants. La position de cette spécialité aux interfaces de plusieurs disciplines "traditionnelles" peut permettre d'accueillir d'excellents candidats ayant validé un parcours en sciences "généralistes" et souhaitant s'orienter vers les sciences du vivant.

Un premier examen du dossier de candidature vérifiera l'acquisition des enseignements fondamentaux en biologie et biophysico-chimie des macromolécules biologiques et une capacité de s'intégrer dans un processus aux interfaces biologie/chimie/physique/informatique. La position de ce parcours aux interfaces de plusieurs disciplines "traditionnelles" peut permettre d'accueillir d'excellents candidats ayant validé un parcours en sciences "généralistes" et souhaitant s'orienter vers les sciences du vivant.

##### Admission en M2

Le travail du M2 est en continuité et s'appuie sur les compétences et connaissances acquises en M1. Une entrée directe en M2 est relativement rare. Les candidats en M2 doivent avoir obtenu avec aisance les pré-requis obligatoires. Il ne faut envisager une entrée en M2 que pour des candidats ayant obtenu de très bons résultats universitaires (en complément des prérequis indiqués).

#### Objectifs du parcours

Ce parcours a vocation à développer deux aspects de la biologie structurale intégrative :

- la compréhension des fonctions à partir des données structurales, de l'échelle atomique de la vision cellulaire.
- La "biologie in silico" (analyse, l'exploitation et valorisation des données biologique, "Big data" pour les problèmes biologiques, modélisation moléculaire et simulations des systèmes biologiques)

Il s'agira d'acquérir une maîtrise ou une expertise de plusieurs outils et méthodes biochimiques, biophysiques, mathématiques et informatiques nécessaires à l'étude du vivant. L'axe conducteur au cœur de la formation est la nécessité d'intégrer le "regard 3D" dans l'étude des processus biologiques fondamentaux et appliqués.

#### Compétences à acquérir

En complément et en synergie avec les compétences génériques de la mention, ce parcours permet à un étudiant de développer et de construire par le choix de modules appropriés, l'une des quatre compétences suivantes :

- bio-structure : expertise des méthodes et des techniques de la biologie structurale et de l'analyse fonctionnelle des structures 3D,
- bio-analyse : expertise des méthodes et des outils de la "biologie in silico",
- bio-modélisation : expertise en modélisation des systèmes biologiques,
- génie bio-informatique : développements et gestions d'outils et de bases de données spécifiques pour la biologie.

Après un socle de connaissances commun en M1 (compréhension des mécanismes généraux du vivant, connaissance de la physico-chimie des molécules du vivant, formation scientifique appropriée en mathématiques et statistiques, maîtrise de l'outil informatique), la spécificité des compétences (compétences profil/métier) à acquérir se fait par le choix de modules optionnels, plus particulièrement en fin de M1 et en M2.

## Poursuite d'études

Ce parcours a vocation à former :

- des "techniciens" de haut niveau (sortie niveau BAC +5, directement à la fin du master),
- des futurs chercheurs (sortie niveau BAC +8 après un doctorat)

Les étudiants de cette formation seront capables de s'insérer dans un processus de biologie structurale intégrative ou de "bio-informatique moderne" (biologie des systèmes, "omics"..) dans le domaine de la recherche publique et dans le monde industriel. Quelques statistiques sur nos dernières promotions :

- Bac+5 : 60 à 70% des effectifs intègrent le marché du travail à la sortie du master au bout de 6 à 12 mois, pour moitié dans le privé et pour moitié dans le domaine public. Les étudiants sont recrutés en tant que ingénieur d'étude bio-informaticien ou gestionnaire de données ou encore comme technicien de laboratoire (biologie structurale, biotechnologie, ...).
- Bac+8 : 30 à 40% des étudiants ont pu obtenir un financement pour s'inscrire dans une école doctorale et préparer un doctorat.

## Stage et projet tutoré

La scolarité du M1 et M2 comprend 3 stages obligatoires en équipe de recherche.

- en M1, un stage de 7 semaines à plein temps au semestre 2, dans le cadre du module "initiation à la recherche scientifique"
- en M2,
  - un stage de 4 semaines à plein temps au semestre 1
  - un stage de 5 mois à plein temps au semestre 2. Ce stage peut s'effectuer dans un laboratoire public ou dans une entreprise en France ou à l'étranger.

Plusieurs unités d'enseignement comprennent des projets tutorés encadrés.

## Contacts

- Vincent Cura : [vincent.cura@unistra.fr](mailto:vincent.cura@unistra.fr)
- Mikhail Eltsov : [eltsov@unistra.fr](mailto:eltsov@unistra.fr)

# Master 1 - Sciences du Vivant - Biologie Structurale intégrative et bioinformatique

## Semestre 1 - Biologie Structurale intégrative et bioinformatique

|   | ECTS   | CM   | CI   | TD   | TP   | TE   | Stage |
|---|--------|------|------|------|------|------|-------|
| Analyse des séquences macromoléculaires   | 3 ECTS | 16 h |      | 12 h |      | 3 h  |       |
| Analyse des séquences macromoléculaires   |        | 16 h |      | 12 h |      | 3 h  |       |
| Détermination des structures 3D-1   | 3 ECTS | 27 h |      | 12 h |      |      |       |
| Modélisation moléculaire  | 3 ECTS | 10 h | 10 h | 16 h |      |      |       |
| Modélisation moléculaire  |        | 10 h | 10 h | 16 h |      |      |       |
| Introduction à la programmation avec Java                                       | 3 ECTS | 12 h |      | 14 h | 10 h |      |       |
| Langues M1S1  | 3 ECTS |      |      | 16 h |      | 60 h |       |
| Anglais - S1 Master   |        |      |      | 16 h |      | 60 h |       |
| Allemand -S1 Master   |        |      |      | 16 h |      | 60 h |       |
| Mécanismes fondamentaux en sciences du vivant : des structures 3D aux fonctions | 3 ECTS | 23 h |      | 14 h |      |      |       |
| Outils mathématiques et informatique  | 3 ECTS | 13 h |      | 12 h | 10 h |      |       |
| Méthodes d'études des complexes et assemblages macromoléculaires                | 3 ECTS | 10 h | 6 h  | 10 h | 10 h |      |       |
| Programmation Orientée objet avec Java  | 3 ECTS | 10 h |      | 10 h | 10 h | 45 h |       |
| Informatique : programmation orientée objet                                     |        |      |      |      |      |      |       |
| Mathématiques et statistiques en BSIB   | 3 ECTS | 15 h |      | 15 h |      |      |       |

## Semestre 2 - Biologie Structurale intégrative et bioinformatique

|  | ECTS   | CM   | CI   | TD   | TP   | TE   | Stage |
|--|--------|------|------|------|------|------|-------|
| Détermination des structures 3D en biologie II   | 3 ECTS | 24 h |      | 16 h |      |      |       |
| Constructions et manipulation 3D des informations structurales                               | 3 ECTS | 10 h |      | 14 h | 32 h |      |       |
| Omics : analyse de génomes et épigénomes   | 3 ECTS | 16 h | 6 h  | 12 h |      |      |       |
| OMICS : Analyse de génomes et épigénomes   |        | 16 h | 6 h  | 12 h |      |      |       |
| Initiation à la démarche scientifique en biologie structurale intégrative et bioinformatique | 9 ECTS | 8 h  |      | 6 h  | 56 h | 52 h | 7 sem |
| Insertion professionnelle  | 3 ECTS | 8 h  |      | 10 h |      | 30 h |       |
| Langues M1S2   | 3 ECTS |      |      |      |      |      |       |
| Anglais - S2 Master  |        |      |      | 16 h |      | 60 h |       |
| Allemand -S2 Master  |        |      |      | 16 h |      | 60 h |       |
| UE obligatoire à choix semestre 2 M1 BSIB 6 ects   |        |      |      |      |      |      |       |
| Les technologies des bases de données  | 3 ECTS | 14 h |      | 8 h  | 8 h  | 48 h |       |
| Dynamique Moléculaire et Interactions  | 3 ECTS |      |      |      |      |      |       |
| Dynamique moléculaire et interactions  |        | 4 h  | 20 h | 8 h  |      |      |       |
| Modélisation Objet UML   | 3 ECTS | 12 h |      | 14 h | 10 h |      |       |
| Informatique : modélisation objet avec UML   |        |      |      |      |      |      |       |

## Master 2 - Sciences du Vivant - Biologie Structurale intégrative et bioinformatique

### Semestre 3 - Biologie Structurale intégrative et bioinformatique

|   | ECTS   | CM   | CI  | TD   | TP   | TE    | Stage |
|---|--------|------|-----|------|------|-------|-------|
| Transcriptome et protéomes  | 3 ECTS | 20 h |     | 7 h  |      |       |       |
| Structure et dynamique des macromolécules biologiques : Méthodes et concepts      | 3 ECTS | 28 h |     | 9 h  | 2 h  |       |       |
| Mini stage en laboratoire   | 9 ECTS |      |     |      |      | 160 h | 4 sem |
| UE obligatoire du tronc commun semestre 3 M2 BSIB 15 ects                         |        |      |     |      |      |       |       |
| Structures macromoléculaires et découvertes de médicaments                        | 3 ECTS | 14 h |     | 17 h |      | 20 h  |       |
| Structures macromoléculaires et découvertes de médicaments                        |        | 14 h |     |      | 17 h |       |       |
| Imaging methods in integrated structural biology : Toward structural cell biology | 3 ECTS | 25 h |     | 6 h  |      |       |       |
| Productions des échantillons biologiques pour les études structurales             | 3 ECTS | 10 h | 6 h | 10 h | 10 h |       |       |
| Comparative and Medical Genomics  | 3 ECTS | 14 h |     | 12 h |      |       |       |
| Comparative and medical genomics  |        | 16 h |     | 12 h |      |       |       |
| Biologie des systèmes : Introduction aux réseaux biologiques                      | 3 ECTS | 6 h  |     | 21 h |      |       |       |
| Introduction to system biology  |        | 6 h  |     | 21 h |      |       |       |
| Algorithmiques et Structure des données   | 3 ECTS | 12 h |     | 6 h  | 6 h  | 50 h  |       |
| Algorithmiques et Structure des données   |        |      |     |      |      |       |       |
| Les architectures du Big Data   | 3 ECTS | 14 h |     | 8 h  | 8 h  | 48 h  |       |
| Mathématiques et Statistiques à l'ère du Big Data                                 | 3 ECTS | 15 h |     | 15 h |      | 15 h  |       |

### Semestre 4 - Biologie Structurale intégrative et bioinformatique

|   | ECTS    | CM | CI | TD | TP | TE    | Stage  |
|---|---------|----|----|----|----|-------|--------|
| Stage en laboratoire en biologie structurale intégrative et bioinformatique | 30 ECTS |    |    |    |    | 750 h | 20 sem |