

# Master 2

Sciences, Technologies, Santé

2023-2024

*Biologie-Santé*

## Neurobiologie Cellulaire Moléculaire



M2 NCM



CONNAISSANCES  
université  
angers



# SOMMAIRE

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Contacts de la formation         | 03 |
| Calendrier                       | 04 |
| Présentation de la formation     | 05 |
| Volumes horaires et évaluations  | 06 |
| <b>Contenu des enseignements</b> |    |
| Semestre 3                       | 08 |
| Semestre 4                       | 14 |

*Sommaire interactif  
pour revenir  
au sommaire  
cliquer sur ►►*



## CONTACTS DE LA FORMATION

- Valérie RAYMOND : **Responsable pédagogique et Présidente de jury**  
Tél. : 02 41 73 50 70  
[valerie.raymond@univ-angers.fr](mailto:valerie.raymond@univ-angers.fr)
- Bruno LAPIED : **Responsable pédagogique**  
Tél. : 02 41 73 54 38  
[bruno.lapied@univ-angers.fr](mailto:bruno.lapied@univ-angers.fr)
- Cécile ANGEBAULT : **Gestion de la scolarité et des examens**  
Tél. : 02 41 73 54 96  
[cecile.angebault@univ-angers.fr](mailto:cecile.angebault@univ-angers.fr)

### SCOLARITÉ – EXAMENS

Bâtiment A, Rez-de-chaussée  
Horaires d'ouverture  
8h30 – 12h00  
13h30 – 16h30  
Du lundi au vendredi  
Fermé le mercredi après-midi



## CALENDRIER

### Semestre 3

|  |   |
|--|---|
| Rentrée  | Mardi 05 septembre 2023   |
| Début des cours  | Mecredi 06 septembre 2023   |
| <i>Vacances d'automne</i>       | <i>Du samedi 28 octobre 2023<br/>au dimanche 05 novembre 2023</i> |
| Fin des cours du Semestre 1  | Vendredi 15 décembre 2023   |
| Examens Semestre 1 - Session 1   | Vendredi 22 décembre 2023   |
| <i>Vacances de fin d'année</i>  | <i>Du samedi 23 décembre 2023 au<br/>dimanche 07 janvier 2024</i> |
| Jury Semestre 1 - Session 1  | Lundi 05 février 2024   |

### Semestre 4

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Date de stage                     | A partir du 08 janvier 2024    |
| Date Remise des mémoires de stage | Vendredi 31 mai 2024           |
| Soutenance de stage               | Lundi 10 et mardi 11 juin 2024 |
| Jury Semestre 2 - Session 1       | Jeudi 13 juin 2024             |
| Examens Semestre -Session 2       | Lundi 02 septembre 2024        |
| Soutenance - Session 2            | Vendredi 13 septembre 2024     |
| Jury Semestre 1 et 2<br>Session 2 | Lundi 16 septembre 2024        |

*Planning susceptible de modifications*



## PRÉSENTATION DE LA FORMATION

Ce master pluridisciplinaire a pour objectif de former les étudiants aux derniers développements fondamentaux, technologiques et appliqués à la recherche médicale. La formation dispensée par des enseignants chercheurs et des chercheurs (INRAE, INSERM, CNRS) est orientée principalement vers les métiers de la recherche fondamentale ou appliquée dans les domaines de la biologie cellulaire et moléculaire. La formation pratique par la recherche sera dispensée lors du stage rémunéré de 5 mois minimum en S4 effectué dans un laboratoire de recherche ou dans des sociétés de biotechnologies en France ou à l'étranger.

Les étudiants du Master Biologie-Santé bénéficient de la proximité de plusieurs unités INSERM et/ou CNRS reconnues au niveau régional.

Le parcours **Neurobiologie Cellulaire et Moléculaire (NCM) propose aux étudiants scientifiques et des filières santé**, des enseignements plus particulièrement sur les aspects fondamentaux, de transferts et thérapeutiques de la recherche médicale en neurobiologie cellulaire et moléculaire. Les enseignements seront axés sur la comparaison des mécanismes neurobiologiques en conditions physiologique et pathologiques afin d'analyser et de comprendre les dysfonctionnements cellulaires et moléculaires observés.

### OBJECTIF DE LA FORMATION

Former les étudiants à l'étude des mécanismes neurobiologiques physiologiques et impliqués dans les pathologies du système nerveux et aux développements thérapeutiques potentiels.

Former les scientifiques aux métiers de chercheurs et enseignants-cher-

cheurs mais aussi leur donner un socle de connaissances et de compétences nécessaires à toutes les professions liées aux métiers de la recherche en santé. Former les cliniciens investigateurs et les professionnels de la santé à la conception et à la mise en place d'un protocole de recherche.

### POURSUITE D'ÉTUDES/INSERTION

La formation de master permet aux étudiants scientifiques de postuler comme ingénieur de recherche et d'étude dans les structures publics ou privées, de postuler comme attaché de recherche clinique avec un complément de formation. La possibilité pour les étudiants en master 2 d'obtenir le niveau 1 d'expérimentation animale dispensé par ONIRIS devrait faciliter l'insertion des étudiants scientifiques. Les candidats scientifiques, médecins et pharmaciens peuvent poursuivre leur cursus par un doctorat d'Université en biologie sous réserve d'obtenir un financement de thèse.

### PUBLIC VISÉ

Le Master 2 Biologie-Santé accueillera les étudiants issus

- du M1 Biologie Santé d'Angers (cursus sciences et cursus santé)
- d'un autre M1 ou cursus équivalent après validation des acquis.

L'inscription est liée impérativement à l'obtention d'un stage de formation par la recherche dans un laboratoire de recherche en France ou à l'étranger.



# VOLUMES HORAIRES – ÉVALUATIONS

| SEMESTRE 3  |  |                  |    |    |      |      | 30 ECTS |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|---|--|------------------|----|----|------|------|---------|-------------------------------------|------|------------------------|-------|--|--|--|--|
| UE  | Matières   | Volumes horaires |    |    |      | ECTS | Coeff.  | Contrôle des connaissances          |      |                        |       |  |  |  |  |
|   |  | CM               | TD | TP | Tot. |      |         | 1 <sup>ère</sup> session            |      | 2 <sup>e</sup> session |       |  |  |  |  |
|   |  |                  |    |    |      |      |         | Assidus                             | D.A. | Examen                 | Durée |  |  |  |  |
| <b>UE1 Tronc commun</b>   |  |                  |    |    |      |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Introduction méthodologique en recherche Bio/santé                     | 24               | 0  | 0  | 24   | 4    | 0,2     | CC                                  | CT   | CT                     | 1h00  |  |  |  |  |
|   | Préparation de projet de stage   | 0                | 12 | 0  | 12   | 6    | 0,2     | Oral                                | Oral | Oral                   | 15mn  |  |  |  |  |
| <b>UE2 Enseignements approfondis optionnels (choix de 1 EC parmi 2)</b> |  |                  |    |    |      |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Choix 1 - Recherche clinique approfondie                               | 24               | 0  | 0  | 24   | 5    | 0,1     | CC                                  | CC   | CT <sup>(1)</sup>      | -     |  |  |  |  |
|   | Choix 2 - Pharmacologie moléculaire                                    | 24               | 0  | 0  | 24   | 5    | 0,1     | CC                                  | CC   | CT                     | -     |  |  |  |  |
| <b>UE3 Enseignement spécialisé</b>                                      |  |                  |    |    |      |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Choix 1 - Séminaires cancéroimmunologie                                | 20               | 0  | 0  | 20   | 15   | 0,5     | P                                   | -    | P                      | -     |  |  |  |  |
|   | Choix 2 - Séminaires NCM   | 20               | 0  | 0  | 20   |      |         | P                                   | -    | P                      | -     |  |  |  |  |
|   | Neuropathologie et médicaments de thérapies innovantes                 | 20               | 0  | 0  | 20   |      |         | 0,6 CT<br>0,4 CC<br>(écrit ou oral) | CT   | CT                     | 3h00  |  |  |  |  |
|   | Immunorégulation, Neuroimmunologie                                     | 20               | 0  | 0  | 20   |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Fonctionnement du système nerveux central                              | 20               | 0  | 0  | 20   |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Choix 1 - Physiopathologie axe cerveau-intestin                        | 20               | 0  | 0  | 20   |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Choix 2 - Neurogénétique et neurohistologie                            | 20               | 0  | 0  | 20   |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Approches expérimentales innovantes adaptées au SNC                    | 20               | 0  | 0  | 20   |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Neuropharmacologie et épidémiologie                                    | 20               | 0  | 0  | 20   |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
| <b>UE4 Enseignement facultatif</b>                                      |  |                  |    |    |      |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |
|   | Science et médecine des animaux de laboratoire (ONIRIS) <sup>(2)</sup> |                  |    |    |      |      |         |                                     |      |                        |       |  |  |  |  |

(1) Effectué par l'UFR santé.

Assiduité exigée.

En cas d'absence, validation de l'assiduité par une autre formation qualifiante équivalente.

(2) Pas d'incidence sur le calcul du semestre

*Les étudiants qui souhaitent suivre cette option doivent payer la formation auprès de l'ONIRIS à tarif préférentiel.*



**Conditions de validation du semestre 3 :**

**Admis-e si moyenne des UE >=10/20**



| SEMESTRE 4                                       |          |                  |    |    |      |      | 30 ECTS |                            |                            |                            |       |
|--|----------|------------------|----|----|------|------|---------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| UE   | Matières | Volumes horaires |    |    |      | ECTS | Coef.   | Contrôle des connaissances |                            |                            |       |
|  |          | CM               | TD | TP | Tot. |      |         | 1 <sup>re</sup> session    |                            | 2 <sup>e</sup> session     |       |
|  |          |                  |    |    |      |      |         | Assidus                    | D.A.                       | Examen                     | Durée |
| <b>UE1 Stage en laboratoire et communication</b> |          |                  |    |    |      |      |         |                            |                            |                            |       |
| Stage  |          | 0                | 0  | 0  | 0    | 28   | 1       | rapport<br>0,2<br>Oral 0,8 | rapport<br>0,2<br>Oral 0,8 | rapport<br>0,2<br>Oral 0,8 | 20mn  |
| <b>UE2 Module professionnalisant</b>             |          |                  |    |    |      |      |         |                            |                            |                            |       |
| Participation à des conférences scientifiques    |          | 0                | 0  | 0  | 0    | 2    | 0       | P                          | -                          | P                          | -     |

**Conditions de validation du semestre 2 :**

- **Admis-e si moyenne des UE >= 10**  
**et si UE2 module professionnalisant validé par la présence**

**Conditions de validation de l'année :**

- **moyenne générale (S3+S4/2) >= 10/20**  
**Compensation entre les semestres**

CT = Contrôle Terminal

P = Présentiel

CC = Contrôle Continu

DA = Dispensé d'Assiduité



# CONTENU DES ENSEIGNEMENTS

## SEMESTRE 3

### Tronc commun parcours ICAT, NCM, PPV

#### UE OBLIGATOIRES

##### UE1

#### **INTRODUCTION MÉTHODOLOGIQUE EN RECHERCHE BIO/SANTÉ**

*Research methodology*

Responsable : [Marc-Antoine Custaud](#)

#### **Objectif**

Introduction aux principes de base de la recherche préclinique et clinique en santé humaine.

#### **Capacités/Compétences visées**

Comprendre les éléments de mise en place d'un projet de recherche.

#### **Contenu**

- Rappel de statistique, principes généraux d'expérimentation animale et de la recherche clinique.
- Introduction à la pharmacologie pré-clinique.
- Modalité de présentation orale.

##### UE1

#### **PRÉPARATION DE PROJET DE STAGE**

*Research proposal*

Responsables : [Valérie Raymond](#), [Bruno Lapied](#)

#### **Objectif**

Présentation du contexte scientifique du projet dans le cadre d'une étude bibliographique, des objectifs du stage et de la méthodologie envisagée.

#### **Capacités/Compétences visées**

Gérer un projet scientifique.

#### **Contenu**

- Recherche bibliographique.
- Analyse des données issues de la littérature.
- Capacité à présenter oralement le projet de stage.



## UE OPTIONNELLES

### Choix 1

#### UE2

#### RECHERCHE CLINIQUE

*Clinical investigation*

Responsable : [Marc-Antoine Custaud](#)

#### Objectif

Comprendre les principes scientifiques, réglementaires et formaliser un projet de recherche clinique en biologie humaine.

#### Capacités/Compétences visées

Être capable de concevoir un projet de recherche clinique.

#### Contenu

Réglementation, organisation, éléments statistiques et mise en situation de rédaction d'un projet.

### Choix 2

#### UE2

#### PHARMACOLOGIE MOLÉCULAIRE ET APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES

*Molecular pharmacology and therapeutic applications*

Responsable : [Nicolas Clere](#)

#### Objectif

Comprendre le mécanisme d'action moléculaire des principales cibles pharmacologiques et leur implication en physiopathologie.

#### Capacités/Compétences visées

Etre capable de décrire le rôle des principales cibles moléculaires en physiopathologie ou en thérapeutique

#### Contenu

- Rappels de pharmacologie et de biologie cellulaire
- Introduction à la physiopathologie (cancérologie, cardiovasculaire et neurologie)
- Introduction à la thérapeutique et la prise en charge des pathologies



## UE OBLIGATOIRES de SPÉCIALISATION

### Choix 1

#### UE3

##### **SÉMINAIRES CANCÉRO-IMMUNOLOGIE**

*Conferences in cancer immunology*

Responsable : Tournant entre Angers  
Nantes et Rennes

Responsables locaux : Dominique Couez,  
Nicoles Clere

##### **Objectif**

Participer à des conférences spécialisées  
et présenter son projet de recherche en  
cancéro-immunologie.

##### **Capacités/Compétences visées**

Echanger avec les conférenciers et les  
étudiants en cancéro-immunologie.

##### **Contenu**

Cycle de conférences en cancéro-immu-  
nologie renouvelé chaque année.

### Choix 2

#### UE3

##### **SÉMINAIRE NCM**

*Conferences in Neurosciences*

Responsables : Valérie Raymond, Bruno  
Lapied

##### **Objectif**

Participer à des conférences spécialisées  
par des experts et par les doctorants en  
neurobiologie.

##### **Capacités/Compétences visées**

Échanger avec les conférenciers et les  
étudiants en neurobiologie.

##### **Contenu**

Cycle de conférences renouvelé chaque  
année et présentation des projets de re-  
cherche de doctorants en neurobiologie.



## UE OBLIGATOIRES de SPÉCIALISATION

### UE3

#### NEUROPATHOLOGIE ET MÉDICAMENTS DE THÉRAPIES INNOVANTES

*Neuropathology and advanced therapy drugs*

Responsable : [Claudia Montero](#)

##### Objectif

Les approches thérapeutiques innovantes pour les pathologies du système nerveux central seront développées : vecteurs viraux innovants, acides nucléiques interférant, cellules souches pluripotentes/multipotentes ou neuroinduites, micro/nanoparticules polymériques et cellulaires, ainsi que des combinaisons de ces différentes stratégies.

##### Capacités/Compétences visées

- Connaître les principales pathologies du système nerveux central et les modèles animaux de ces pathologies.
- Connaître les différentes stratégies innovantes pouvant être utilisées pour les pathologies du système nerveux central.
- Pouvoir mettre en place (approches *in vitro*, *in vivo*) une stratégie innovante pour une pathologie du système nerveux.

##### Contenu

Revue des approches thérapeutiques innovantes des neuropathologies

### UE3

#### IMMUNORÉGULATION, NEUROIMMUNOLOGIE

*Immunology and Neuroimmunology*

Responsable : [Dominique Couez](#)

##### Objectif

Comprendre le rôle du système immunitaire dans le développement et les opportunités de traitement des cancers périphériques et du système nerveux central (SNC) ainsi que son interaction avec le

microbiote.

##### Capacités/Compétences visées

Comprendre le rôle du système immunitaire dans le développement et les opportunités de traitement des cancers périphériques et du système nerveux central (SNC) ainsi que son interaction avec le microbiote.

##### Contenu

- Rôle des cellules de l'immunité innée dans l'élimination des cellules mortes, dans le maintien de l'homéostasie et la réparation tissulaire ainsi que dans la réponse anti-tumorale.
- Statut immunologique particulier du système nerveux central : BHE, système glymphatique, microglie,...
- Point et perspectives des immunothérapies anticancéreuses.

### UE3

#### FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME NERVEUX CENTRAL

*Central nervous system physiological functions*

Responsable : [Valérie Raymond](#)

##### Objectif

Décrire les principales fonctions du système nerveux central dans les conditions physiologiques ainsi que les mécanismes impliqués dans l'auto-régulation positive et négative des principales fonctions cérébrales.

##### Capacités/Compétences visées

Connaître les principales caractéristiques fonctionnelles spécifiques du système nerveux central.

##### Contenu

Etude des canaux ioniques dépendants du potentiel impliqués dans l'activité neuronale, régulation de ces canaux, transmission synaptique et modulation de cette transmission.



## UE OPTIONNELLES de SPÉCIALISATION

### Choix 1

#### UE3

### PHYSIOPATHOLOGIE DE L'AXE CERVEAU-INTESTIN

*Brain-gut physiopathology axis*

Responsable : [Gwénola Le Dréan](#)

#### Objectif

Ce module a pour but de sensibiliser les étudiants au neurodéveloppement digestif tout en considérant l'environnement et la plasticité du système nerveux central, la plasticité des cellules entéro-endocrines et des cellules souches intestinales.

#### Capacités/Compétences visées

Obtenir une meilleure compréhension de la physiopathologie de l'axe cerveau intestin afin d'identifier les bases cellulaires et moléculaires impliquées dans les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin, du vieillissement digestif et du stress de l'axe cerveau-intestin.

#### Contenu

Ce module est composé de quatre parties : inflammation, développement et plasticité, vieillissement et neurodégénérescence, innovation thérapeutique et diagnostic.

### Choix 2

#### UE3

### NEUROGÉNÉTIQUE ET NEUROHISTOLOGIE

*Neurogenetic and Neurohistology*

Responsables : [Frank Letournel](#), [Arnaud Chevrollier](#)

#### Objectif

Connaître l'implication de la génétique dans la compréhension des maladies héréditaires du système nerveux. Savoir associer les mécanismes cellulaires et moléculaires aux lésions neuropathologiques. Savoir comprendre et critiquer les techniques cellulaires et moléculaires : culture de cellules souches, différenciations neuronales ; imagerie neuronale *in vivo*; métabolisme bioénergétique du tissu nerveux; bases de données bioinformatiques.

#### Capacités/Compétences visées

Être capable de caractériser des mécanismes cellulaires et moléculaires altérés dans le cadre de pathologies neuronales d'origine génétique.

#### Contenu

– Neurogénétique: méthodes d'analyse et de manipulation du génome / transcriptome; conseil génétique; stratégies d'identification des gènes dans les malformations du système nerveux central (exemple de la maladie de Huntington).  
– Neurohistologie et neuropathologie : maladies neurodégénératives et neuro musculaires et rôle de la mitochondrie; bases cellulaires et moléculaires des glioblastomes; maladies à prions; pathologies des ARN (DFT-SLA).



## UE OBLIGATOIRES de SPÉCIALISATION

### UE3

#### APPROCHES EXPÉRIMENTALES INNOVANTES ADAPTÉES AU SYSTÈME NERVEUX CENTRAL

*Novel experimental approaches adapted on central nervous system*

Responsable : [Bruno Lapied](#)

##### Objectif

Ce module a pour but de présenter les approches expérimentales innovantes regroupant des méthodologies complémentaires utilisées à la fois en sciences expérimentales et en clinique.

##### Capacités/Compétences visées

Maîtriser les bases théoriques des différentes approches expérimentales utilisées pour obtenir une meilleure compréhension du système nerveux central dans les conditions physiologiques et pathologiques.

##### Contenu

Ce module est axé sur les approches expérimentales basées sur l'utilisation de techniques de stéréotaxie, de nanoencapsulation, de marqueurs fluorescents et de transplantation neuronale.

### UE3

#### NEUROPHARMACOLOGIE ET ÉPIDÉMIOLOGIE

*Neuropharmacology and Epidemiology*

Responsable : [Bruno Lapied](#)

##### Objectif

Décrire les principes généraux de la pharmacologie et de la toxicologie du système nerveux central, connaître les méthodes d'étude de base utilisées en neuropharmacologie ainsi que la mise en place de modèles prédictifs (interaction ligand-récepteur) par docking, impact de l'épidé-

miologie dans les études biologiques.

##### Capacités/Compétences visées

Comprendre l'action des molécules endogènes ou exogènes sur le système nerveux.

##### Contenu

Techniques permettant d'étudier l'interaction entre une molécule et son effecteur, mode d'action et effet des répulsifs, mécanismes d'action des perturbateurs endocriniens.



# SEMESTRE 4

## UE OBLIGATOIRES

### UE1

#### STAGE EN LABORATOIRE

*Laboratory research training*

Responsables : Valérie Raymond, Bruno Lapid

#### Objectif

Au sein d'une équipe de recherche, définir une hypothèse de recherche et les objectifs scientifiques à atteindre, mettre en place les schémas expérimentaux et appliquer avec rigueur les méthodologies proposées pour vérifier l'hypothèse. Rédiger un rapport scientifique des travaux réalisés, les présenter et les argumenter devant un jury d'experts.

#### Capacités/Compétences visées

- Mettre en pratique expérimentale le projet élaboré au semestre 3 durant l'ensemble du semestre 4 dans un laboratoire de recherche.
- Produire un rapport scientifique écrit et oral argumentés des travaux réalisés par le candidat.

#### Contenu

Intégration dans un laboratoire de recherche et participation à la vie collective du laboratoire (réunions, présentation scientifique, choix des méthodes expérimentales...).

### UE2

#### MODULE PROFESSIONNALISANT – PARTICIPATION À DES CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES

*Professional module – Scientific conference training*

Responsables : Valérie Raymond, Bruno Lapid

#### Objectif

Participation aux séminaires scientifiques proposés soit par la structure d'accueil et organismes de recherche (séminaire interne, présentation technologique, colloque...) structure fédérative de recherche universitaire ou autres. Une attestation de présence devra être validée pour chaque manifestation.

#### Capacités/Compétences visées

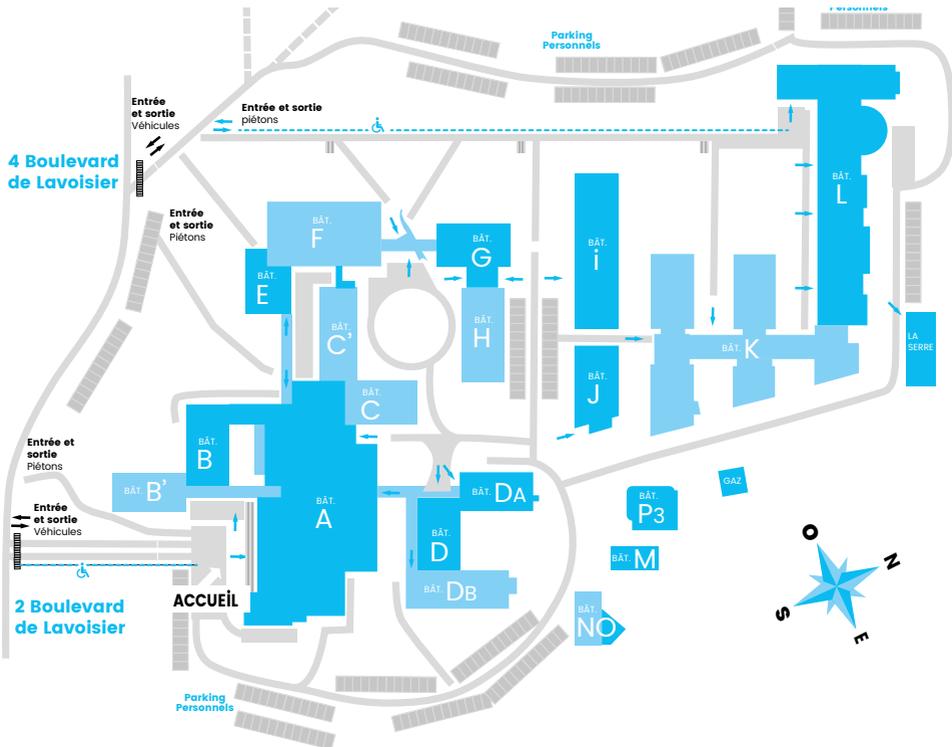
Participer à la vie scientifique, à la veille et à l'ouverture scientifique.

#### Contenu

Formation scientifique, séminaires, colloques, posters hors réunion de laboratoire pour un minimum de 20h de pré-sentiel.







- A** Administration | Scolarité | Enseignement (Amphi A à E)
- B** Biologie végétale | Physiologie végétale | Travaux pratiques biologie
- B'** Travaux pratiques biologie
- C** Travaux pratiques chimie
- C'** Département de Géologie | Recherche environnement (LETG -LEESA) | Recherche géologie (LPGN-BIAF)
- D** Travaux pratiques physique
- Da** Enseignement | Travaux pratiques physique
- Db** Département de Physique | Recherche physique (LPHIA)
- E** Travaux pratiques biologie
- F** Département de Biologie | Recherche neurophysiologie (SIFCIR) | Travaux pratiques biologie, géologie
- GH** Département informatique | Recherche informatique (LERIA) | Travaux pratiques géologie
- I** Département Mathématiques | Recherche Mathématiques (LAREMA)
- J** Chimie enseignement | Travaux pratiques
- K** Département de Chimie | Recherche Chimie (MOLTECH Anjou)
- L** Espace multimédia | Enseignement (Amphi L001 à L006) | Salle d'examen rez-de-jardin



**FACULTÉ  
DES SCIENCES**  
UNIVERSITÉ D'ANGERS

2, Boulevard Lavoisier  
49045 ANGERS CEDEX 01  
T.0241735353  
www.univ-angers.fr



**LE TRI  
+ FACILE**

