

PÉRIODE D'ACCREDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

SYLLABUS MASTER

Mention Bio-informatique

M2 bioinformatique et biologie des systèmes

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>
<http://bioinformatique.univ-tlse3.fr>

2016 / 2017

8 JUILLET 2017

SOMMAIRE

PRÉSENTATION	3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS	3
Mention Bio-informatique	3
Parcours	3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 bioinformatique et biologie des systèmes	3
RUBRIQUE CONTACTS	5
CONTACTS PARCOURS	5
CONTACTS MENTION	5
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.BioGéo	5
Tableau Synthétique des UE de la formation	6
LISTE DES UE	7
GLOSSAIRE	17
TERMES GÉNÉRAUX	17
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES	17
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS	17

PRÉSENTATION

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION BIO-INFORMATIQUE

La formation s'adresse à des étudiant(e)s de Biologie mais aussi d'Informatique.

Elle a pour objectif de former des étudiants possédant d'importantes **capacités pluridisciplinaires, biologie, informatique et mathématiques**, nécessaires pour œuvrer dans le domaine de la **bioinformatique** mais aussi dans celui émergent de la **biologie des systèmes**.

L'évolution rapide des technologies dans le domaine des sciences de la vie et la généralisation des approches globales dans l'analyse du vivant génèrent dans les laboratoires privés et publics une demande accrue de jeunes cadres ou chercheurs possédant une vision intégrée s'appuyant sur des connaissances et des compétences de plusieurs champs disciplinaires. **Les débouchés professionnels** se situent notamment en agroalimentaire, environnement et santé : grandes sociétés industrielles (pharmaceutiques, semencières, phytosanitaires, cosmétiques et environnementales), sociétés innovantes en biotechnologies, laboratoires de recherche académique. Les détenteurs du master peuvent prétendre à des fonctions d'ingénieur d'étude et de recherche en entreprise (services R& D) et dans les instituts de recherche. Ils peuvent également poursuivre en doctorat.

PARCOURS

De part son enseignement pluridisciplinaire (informatique, mathématiques, biologie et bioinformatique) et sa coloration sectorielle ciblée, cette mention ne possède qu'un seul parcours, **Bioinformatique et Biologie des Systèmes**.

A l'issue du master, l'étudiant diplômé aura acquis :

- les connaissances en **programmation et gestion des données** pour accompagner des projets en biologie
- les compétences en **traitements mathématiques des grands jeux** de données pour en extraire les informations pertinentes
- les démarches pour dégager, à partir de différentes **sources de données hétérogènes**, les relations entre objets dans le but **d'inférer des réseaux biologiques**
- les méthodes de **modélisation dynamique des réseaux biologiques** pour analyser *in silico* leur comportement,
- des compétences pratiques par la **réalisation de nombreux projets individuels et collectifs** en plus d'un socle solide de connaissances théoriques.
- l'**autonomie** nécessaire pour **conceptualiser** les problèmes liés à l'analyse des données biologiques et **pour mettre en place et/ou développer** les réponses méthodologiques adaptées pour résoudre la question biologique posée.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 BIOINFORMATIQUE ET BIOLOGIE DES SYSTÈMES

Ce parcours accueille des étudiants détenteurs d'un M1 en Bioinformatique.

La formation théorique de 30 ECTS s'articule autour de 7 UE du premier semestre. L'accent sera mis sur la prise en compte des **relations entre les objets biologiques** (Biologie des systèmes), sur l'**intégration des données hétérogènes** (génomique, transcriptome, protéome, métabolome etc.) pour permettre une synthèse rationnelle des résultats et sur un **approfondissement des méthodes et concepts de fouilles de données étudiés en master 1** (apprentissage automatique) pour enrichir leur interprétation biologique. **Deux UE (pour un total de 15 ECTS) seront dédiées à la biologie des systèmes** dont l'objectif est de caractériser les composants élémentaires d'un système biologique pour mettre à jour les propriétés qui résultent de leurs interactions, ceci afin de mieux

comprendre le comportement dynamique du système dans sa globalité. Les enseignements, dans ces deux UE, seront réalisés sous forme d'ateliers, impliquant un travail actif de l'étudiant (par exemple, lecture de publications et synthèse pour préparer l'atelier), permettant d'approfondir la formation des étudiants à la démarche de la recherche et à l'autoformation. L'UE communication scientifique permettra aux étudiant(e)s d'acquérir la rigueur et la démarche scientifique requises pour réaliser la synthèse de travaux scientifiques et leur présentation via différents supports de communication. Finalement la connaissance du monde professionnel sera abordée dans l'UE connaissance de l'entreprise.

De même que dans le cadre du master 1, il sera demandé aux étudiants de réaliser des **projets individuels ou collectifs** de manière à développer leur autonomie dans le travail mais également leur aptitude à mener un projet d'équipe. Certains **projets transversaux** (entre différentes UE) permettront de développer leur esprit de synthèse et de transfert de connaissances (par exemple, telle approche vue dans un certain contexte pouvant être utilisée dans un autre). Ils feront l'objet de rapports écrits et de soutenances orales.

La formation pratique (deuxième semestre), correspondant à 30 ECTS, consiste en un stage de 6 mois (de janvier à juin) soit en milieu académique, soit en entreprise, en France ou à l'étranger. Il sera validé par un rapport écrit et une soutenance orale en fin d'année.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 BIOINFORMATIQUE ET BIOLOGIE DES SYSTÈMES

FARINAS Jérôme

Email : jerome.farinas@irit.fr

Téléphone : 0561558343

FICHANT Gwennaele

Email : Gwennaele.Fichant@ibcg.biotoul.fr

Téléphone : 05 61 33 58 26

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

FORLINO Caroline

Email : caroline.forlino@univ-tlse3.fr

Téléphone : 0561558966

Université Paul Sabatier

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION BIO-INFORMATIQUE

FARINAS Jérôme

Email : jerome.farinas@irit.fr

Téléphone : 0561558343

FICHANT Gwennaele

Email : Gwennaele.Fichant@ibcg.biotoul.fr

Téléphone : 05 61 33 58 26

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.BIOGÉO

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

LUTZ Christel

Email : christel.lutz@univ-tlse3.fr

Téléphone : 05 61 17 59 57

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

ROLS Véronique

Email : vrols@adm.ups-tlse.fr

Téléphone : 05 61 55 81 88

Université Paul Sabatier

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

9

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	Cours-TD	TD	TP	Stage	Stage ne
Premier semestre										
8	EIBIA3AM	BASES DE DONNÉES AVANCÉES	3	O		20		10		
9	EIBIA3BM	APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE	3	O		10		20		
10	EIBIA3CM	INTÉGRATION DONNÉES HÉTÉROGÈNES	3	O		15		15		
11	EIBIA3DM	BIOLOGIE DES SYSTÈMES 1 : MODÉLISATION ET SIMULATION DE RÉSEAUX BIOLOGIQUES	6	O		29		28		
12	EIBIA3EM	BIOLOGIE DES SYSTÈMES 2	9	O		38		47		
13	EIBIA3FM	COMMUNICATION SCIENTIFIQUE	3	O			24			
14	EIBIA3GM	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE	3	O	18		6			
Second semestre										
Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :										
15	EIBIA4AM	STAGE EN ENTREPRISE	30	O					6	
16	EIBIA4BM	STAGE ACADÉMIQUE	30	O						0,1

LISTE DES UE

UE	BASES DE DONNÉES AVANCÉES	3 ECTS	1^{er} semestre
EIBIA3AM	Cours-TD : 20h , TP : 10h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MOKADEM Riad

Email : riad.mokadem@irit.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce cours est de présenter les différentes étapes pour l'évaluation d'une requête relationnelle dans un environnement centralisé. Puis, une introduction à un langage procédural est faite afin d'interroger une base de données.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Traitement d'une requête relationnelle dans un environnement centralisé, langage procédural/ SQL, vues relationnelles

PRÉ-REQUIS

Les concepts fondamentaux des bases de données

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Georges Gardarin - Bases de Données - EYROLLES

MOTS-CLÉS

Bases de données, Système de gestion de bases de données, PL/ SQL

UE	APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
EIBIA3BM	Cours-TD : 10h , TP : 20h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RICHARD Gilles

Email : Gilles.Richard@irit.fr

Téléphone : (+33) 0561556316

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Equiper les étudiants avec une compréhension des techniques modernes d'apprentissage-fouille de données

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- **Approche logique :**
 - Induction versus déduction
 - Règles d'association
 - Programmation logique inductive
- **Approches numériques :**
 - Réseaux Bayesiens
 - Réseau de neurones, Perceptron et backpropagation
 - Réseau de neurones multi-couches
 - Machines à vecteurs support (SVM)

PRÉ-REQUIS

UE de fouille de données du M1 bioinformatique ou équivalent

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Machine learning (1997) Tom M. Mitchel, Publisher : McGraw-Hill

MOTS-CLÉS

Apprentissage automatique - Règles d'association - Réseau de neurones multi-couches

UE	INTÉGRATION DONNÉES HÉTÉROGÈNES	3 ECTS	1^{er} semestre
EIBIA3CM	Cours-TD : 15h , TP : 15h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BARRIOT Roland

Email : Roland.Barriot@ibcg.biotoul.fr

Téléphone : 05 61 33 58 21

HAMEURLAIN Abdelkader

Email : hameurlain@irit.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module a pour but d'enseigner aux étudiants comment répartir et intégrer les données hétérogènes issues des approches post-génomiques à différents niveaux.

L'intégration peut s'effectuer au niveau du format des données, au niveau du schéma de bases de données ou encore au de niveau de leur localisation et de leur organisation.

Selon le domaine d'application et l'exploitation envisagée des données, les approches varient. Par exemple, la synthèse des connaissances et données peut s'effectuer sous forme de multigraphes ou de matrices pour la priorisation de gènes candidats. Elle peut aussi s'effectuer sous forme d'ordres partiels sur les ensembles dans le contexte de la caractérisation d'ensembles de gènes ou de protéines issus d'expériences à haut débit.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Objectifs et fonctions des bases de données réparties.

Conception d'une base de données répartie.

Principes d'évaluation de requêtes réparties.

Architecture Médiateur-Adaptateur.

Principaux problèmes posés par la conception et l'utilisation d'un système d'intégration.

Approches existantes pour l'intégration de données biologiques : interconnexion des données, entrepôts de données, approches par médiateurs, synthèse des connaissances et modélisation, transformation et projection des données.

Intégration sous forme de multigraphes.

Caractérisation d'un ensemble et confrontation de sources de données.

Priorisation de gènes candidats et clustering de gènes par fusion de données génomiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Le Client-Serveur, G. et O. Gardarin, Eyrolles, 1996.

Kernel-based Data Fusion for Machine Learning, S. Yu, L.-C. Tranchevent, B. Moor, Y. Moreau, Springer, 2011

MOTS-CLÉS

bases de données réparties - bases de données fédérées - intégration de bases de données - médiateur - graphes - fusion de données génomiques

UE	BIOLOGIE DES SYSTÈMES 1 : MODÉLISATION ET SIMULATION DE RÉSEAUX BIOLOGIQUES	6 ECTS	1^{er} semestre
EIBIA3DM	Cours-TD : 29h , TP : 28h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CZAPLICKI Georges

Email : cgeorge@ipbs.fr

Téléphone : 05 61 17 54 04

FICHANT Gwennaele

Email : Gwennaele.Fichant@ibcg.biotoul.fr

Téléphone : 05 61 33 58 26

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement a pour but d'initier les étudiants à la biologie des systèmes, discipline émergente, dont l'objectif est de caractériser les composants élémentaires d'un système biologique (par exemple, une voie de régulation, une cellule, un écosystème etc.) pour mettre à jour les propriétés qui résultent de leurs interactions, ceci afin de mieux comprendre le comportement dynamique du système dans sa globalité. Les concepts et méthodes développés dans cette discipline seront détaillés et seront accompagnés par leur mise en pratique sur des cas concrets de modélisation de processus biologiques.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Seront abordés : La construction d'un réseau d'interactions en extrayant et intégrant les données expérimentales disponibles (données d'expression, d'interaction etc.). Pour cela, les différentes approches vues en 1^{ère} année de master dans les UE de traitement des données génomiques et post-génomiques et de traitement des graphes et réseaux biologiques seront intégrées pour détecter les interactions entre composants du système analysé et pour construire la topologie du réseau d'interactions résultant.

Les approches qualitatives et quantitatives d'analyse dynamique des réseaux biologiques seront abordées. Notamment, la modélisation par équations différentielles linéaires par morceaux, les modèles logiques et les réseaux de Pétri (approche qualitative) ainsi que la modélisation par équations différentielles ordinaires (approche quantitative) seront plus particulièrement développés.

Les TP aborderont des cas pratiques issus de divers domaines de la biologie comme : les réactions enzymatiques, la croissance de biomasse, l'analyse de processus périodiques et la modélisation de réseaux de régulation.

PRÉ-REQUIS

Notions de calcul matriciel ; équations différentielles ; traitement des graphes ; méthodes d'analyse des données NGS ; intégration de données.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

An introduction to Systems Biology : Design principles of Biological Circuits (2007). Uri Alon. Chapman & Hall/CRC

MOTS-CLÉS

Biologie des systèmes - intégration des données - systèmes biologiques dynamiques - réseaux d'interactions - modélisation

UE	BIOLOGIE DES SYSTÈMES 2	9 ECTS	1^{er} semestre
EIBIA3EM	Cours-TD : 38h , TP : 47h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele

Email : Gwennaele.Fichant@ibcg.biotoul.fr

Téléphone : 05 61 33 58 26

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement a pour objectif de former les étudiants à la démarche de la recherche et à l'autoformation en abordant des problématiques scientifiques d'actualité liées au domaine de la biologie des systèmes sous diverses formes d'enseignement (ateliers, conférences). Il a donc également pour but de renforcer les compétences des étudiants en biologie des systèmes. Les approches abordées dans l'UE Biologie des Systèmes 1 seront renforcées et la nature des réseaux étudiés sera diversifiée. De ce fait, de nouvelles méthodes de modélisation seront abordées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Différentes problématiques scientifiques en relation avec la biologie des systèmes seront abordées sous forme d'ateliers ce qui requerra une participation active des étudiants comme par exemple la préparation de l'atelier par la lecture et la présentation orale de publications scientifiques sur le sujet, réalisation de projets personnels ou en groupe, etc.

Parmi les problématiques qui seront abordées, nous pouvons citer : l'analyse topologique et la visualisation des réseaux métaboliques, ainsi que l'analyse du flux des métabolites dans ces réseaux, l'analyse des données de métagénomiques pour l'identification et la caractérisation de communautés microbiennes, la phylogénomique, la génétique statistique, incluant la génétique des populations, la génétique quantitative et les modèles qui y sont attachés, la cartographie génétique. Cette liste n'est pas exhaustive et pourra évoluer d'année en année en fonction de l'évolution de la discipline.

De plus, dans la mesure du possible, des conférences-débats seront organisées avec des professionnels de manière à mettre en contact les étudiants avec le monde de la recherche et de l'innovation.

PRÉ-REQUIS

UE Biologie des Systèmes 1

MOTS-CLÉS

Biologie des Systèmes - systèmes biologiques dynamiques - métabolomique - modélisation - simulation.

UE	COMMUNICATION SCIENTIFIQUE	3 ECTS	1^{er} semestre
EIBIA3FM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele

Email : Gwennaele.Fichant@ibcg.biotoul.fr

Téléphone : 05 61 33 58 26

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est d'apprendre et de mettre en œuvre la synthèse et la présentation de travaux scientifiques via différents supports de communication.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Formation aux bases de données bibliographiques et aux outils de gestion de références bibliographiques.

Méthodes pour la communication orale et écrite.

Elaboration de support de communication : diapositives, présentations interactives, posters.

Rédaction d'une synthèse de l'état de l'art sous forme d'une revue en anglais respectant un format de journal international.

En pratique, chaque étudiant se verra proposer une publication scientifique en relation avec les thématiques abordées dans les UE de biologie des systèmes 1 et 2. L'étudiant devra présenter cette publication à l'oral avec un support écrit en anglais. Le thème de cette publication servira de point de départ pour la synthèse et la rédaction de la mini-revue dont le format suivra celui demandé pour l'écriture d'une revue dans le journal international Genome Biology.

MOTS-CLÉS

analyse critique de publication - rédaction scientifique - recherche bibliographique - présentation orale

UE	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE	3 ECTS	1^{er} semestre
EIBIA3GM	Cours : 18h , TD : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GAVARD Pierre

Email : p.gavard@gaca.fr

UE	STAGE EN ENTREPRISE	30 ECTS	2nd semestre
EIBIA4AM	Stage : 6 mois		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele

Email : Gwennaele.Fichant@ibcg.biotoul.fr

Téléphone : 05 61 33 58 26

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le stage de 6 mois (de janvier à juin) en entreprise permettra à l'étudiant d'apprendre à travailler en équipe, de gérer un projet et donc d'organiser son travail de manière à répondre aux échéances exigées par l'encadrant, de trouver des solutions pour résoudre des problèmes qui n'avaient pas été envisagés au départ. Il permettra aussi de mettre en oeuvre les compétences acquises lors de la formation académique pour résoudre des problématiques concrètes.

Le travail réalisé donnera lieu à un rapport écrit et à une soutenance orale.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Travailler dans un environnement pluridisciplinaire (biologistes, bioinformaticiens, biostatisticiens, informaticiens) au sein d'une entreprise tout en faisant preuve d'autonomie et d'initiatives.

Défendre un projet et/ou des résultats en utilisant les moyens de communication adéquats lors de réunions d'équipe, conférences ou jurys.

MOTS-CLÉS

immersion professionnelle

UE	STAGE ACADÉMIQUE	30 ECTS	2nd semestre
EIBIA4BM	Stage ne : 0,1h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele

Email : Gwennaele.Fichant@ibcg.biotoul.fr

Téléphone : 05 61 33 58 26

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le stage de 6 mois (de janvier à juin) en milieu académique permettra à l'étudiant d'apprendre à travailler en équipe, de gérer un projet et donc d'organiser son travail de manière à répondre aux échéances exigées par l'encadrant, de trouver des solutions pour résoudre des problèmes qui n'avaient pas été envisagés au départ. Il permettra aussi de mettre en oeuvre les compétences acquises lors de la formation académique pour résoudre des problématiques concrètes.

Le travail réalisé donnera lieu à un rapport écrit et à une soutenance orale.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Travailler dans un environnement pluridisciplinaire (biologistes, bioinformaticiens, biostatisticiens, informaticiens) au sein d'une institution de recherche tout en faisant preuve d'autonomie et d'initiatives.

Défendre un projet et/ou des résultats en utilisant les moyens de communication adéquats lors de réunions d'équipe, conférences ou jurys.

MOTS-CLÉS

immersion professionnelle

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant au cours de son cursus.

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre étudiants).

PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition des compétences.

TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

