



GT FORMATION PFMG 2025

Intitulé de la formation

Ingénieur INSA Lyon en Biotechnologies et Bioinformatique, INSA Lyon

Nom du responsable

Carole Knibbe

Mail de contact

carole.knibbe@insa-lyon.fr

Public

Prérequis

(Exemple : Bac +3,
débutant/confirmé/expert, etc.)

Principales compétences acquises

Bioinformaticien

Bac +2 ou Bac + 3 avec des compétences en mathématiques, en algorithmique et programmation

- Appliquer une démarche scientifique (hypothético-déductive) pour traduire et résoudre une problématique biologique
- Collecter, stocker et organiser des données biologiques obtenues in vivo, in vitro et in silico y compris massive (big data)
- Mettre en œuvre des outils d'analyse pour la biologie à haut débit
- Choisir et mettre en œuvre des outils statistiques adaptés aux et à une problématique biologique
- Apprécier les limites de validité d'un modèle et identifier les sources de variabilité et d'incertitudes
- Modéliser et interpréter des données biologiques pour comprendre les processus sous-jacents
- Automatiser le traitement et l'extraction de connaissances à partir de données biologiques
- Comprendre le référentiel d'assurance qualité et de la réglementation dans le domaine des biotechnologies
- Contribuer à des études environnementales en y apportant les composantes biologique et évolutive
- Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome
- Interagir avec les autres, travailler en équipe
- Agir de manière responsable dans un monde complexe
- Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio productive, dans un contexte international et interculturel

Biologiste - Chercheur
 Biologiste médical

Bac+2 ou Bac+3 avec des compétences en chimie et en biologie

- Appliquer une démarche scientifique (hypothético-déductive) pour traduire et résoudre une problématique biologique



		<ul style="list-style-type: none"> - Concevoir, adapter et optimiser des plans d'expériences en Biosciences - Quantifier, caractériser structurellement et purifier des biomolécules - Mesurer et évaluer l'impact de nouveaux produits de santé ou de méthodes diagnostiques - Manipuler des cultures cellulaires, des microorganismes ou des animaux de laboratoire - Utiliser les principales techniques d'exploration des fonctions biologiques - Comprendre le référentiel d'assurance qualité et de la réglementation dans le domaine des biotechnologies - Contribuer à des études environnementales en y apportant les composantes biologique et évolutive - Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome - Interagir avec les autres, travailler en équipe - Agir de manière responsable dans un monde complexe - Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio productive, dans un contexte international et interculturel
<input type="checkbox"/> Chargé de parcours génomique		
<input type="checkbox"/> Clinicien généticien		
<input type="checkbox"/> Clinicien non généticien		
<input type="checkbox"/> Conseiller en génétique		
<input type="checkbox"/> Technicien		
<input type="checkbox"/> Autre :		

Format et contenu

Théorique	Pratique (précisez si stage, etc.)
Formation en 3 ans, avec deux parcours (Bioinformatique et Modélisation d'une part, Biochimie et Biotechnologies d'autre part) partageant un tronc commun et des options communes aux deux parcours. Tous les diplômés ont une double compétence wet lab/dry lab, avec une expertise plus poussée d'un côté ou de l'autre selon le parcours.	Environ 60% des heures d'enseignement sont consacrées à des travaux pratiques et à des projets à la paillasse (microbiologie, biologie moléculaire, biologie cellulaire, physiologie, immunologie, chimie, biochimie) et sur ordinateurs (Galaxy, Linux, Python, C++, R...).

**Tronc commun :**

Chimie Physique
Chimie organique
Biochimie Structurale
Enzymologie
Biologie générale
Biologie cellulaire
Microbiologie Générale
Génétique des procaryotes et des eucaryotes
Biologie de synthèse
Physiologie 1 : Mécanismes de l'homéostasie
Physiologie 2 : Communications hormonales et nerveuses
Pharmacologie 1 : ADMET et Modèles compartiments
Informatique 1 : Introduction à l'automatisation de traitement de données en Python
Biostatistiques 1 : Intervalles de confiance et tests paramétriques usuels
Biomathématiques 1 : Modélisation de dynamiques biologiques par équations différentielles ordinaires
Omiques 1 : NGS, Applications et Analyses
Ethique
Economie d'entreprise
Innovation industrielle
LV1
LV2
EPS

Cours spécifiques au parcours Bioinformatique et Modélisation :

Omiques 2 : Génomique
Omiques 3 : Transcriptomique
Omiques 4 : Bioinformatique structurale et Drug design
Omiques 5 : Protéomique
RMN et cristallographie
Informatique 2 : Linux local et distant
Informatique 3 : Algorithmique et Programmation
Informatique 4 : Bases de données
Informatique 5 : Programmation orientée-objet en C++
Informatique 6 : Intelligence artificielle
Informatique 7 : Programmation web
Informatique 8 : Calcul haute performance
Projet 4BIM : Développement logiciel
Biostatistiques 2 : Compléments mathématiques pour les statistiques
Biostatistiques 3 : Le modèle linéaire
Biostatistiques 4 : Analyse multivariée
Biostatistiques 5 : Modèles linéaires mixtes
Biostatistiques 6 : Statistiques pour l'épidémiologie, modèle linéaire généralisé et analyse des données de survie
Biostatistiques 7 : Statistiques bayésiennes
Biomathématiques 2 : Algèbre linéaire
Biomathématiques 3 : Equations différentielles ordinaires avancées
Biomathématiques 4 : Equations aux Différences et Equations aux Dérivées Partielles
Biomathématiques 5 : Processus stochastiques
Biomathématiques 6 : Modélisation de réseaux biologiques
Biomathématiques 7 : Modélisation de systèmes biologiques de l'individu à l'écosystème

En troisième année de cycle ingénieur (niveau M2), réalisation en équipe d'un projet sur commande d'une entreprise, d'un laboratoire ou d'une ONG.

2 stages : un de 3 à 4 mois en fin de la seconde année de cycle ingénieur (niveau M1), et un de 6 mois au second semestre de la troisième année de cycle ingénieur (niveau M2). L'un des deux au minimum doit s'effectuer en entreprise.

Mobilité internationale obligatoire de 3 mois minimum, soit via un échange académique dans l'une de nos universités partenaires, soit via un stage à l'étranger.



Cours spécifiques au parcours Biochimie et Biotechnologies :

- Chimie organique 2: synthèse de molécules d'intérêt
- Chimie analytique
- Biochimie structurale et fonctionnelle
- Biochimie de signalisation
- Biochimie métabolique et fonctionnelle
- Biochimie analytique
- Projet biochimie industrielle
- Microbiologie moléculaire
- Bioingénierie des protéines
- Biologie du développement
- Biotechnologies et imagerie cellulaire
- Physiologie 3: régulations grandes fonctions et pharmacologie
- Pharmacocinétique et modélisation
- Génie des procédés
- Procédés Industriels
- Biostatistiques 2
- Bioinformatique

Options communes aux deux parcours :

- Immunologie
- Génétique et dynamique des populations
- Génomique médicale
- Traitement du signal et analyse d'images
- Procédés des industries pharmaceutiques
- Virologie structurale et antiviraux
- Sciences et technologies des aliments
- Enjeux climatiques et empreintes environnementales Planification expérimentale
- Métabolomique et biotechnologies médicales innovantes
- Pharmacologie 2
- Biochimie Industrielle et environnementale
- Physiologie et biotechnologies végétales

Type de formation

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Continue
<input checked="" type="checkbox"/> Initiale
<input type="checkbox"/> DPC
<input type="checkbox"/> Autre : | <input type="checkbox"/> Licence
<input type="checkbox"/> Licence professionnelle
<input type="checkbox"/> Master
<input type="checkbox"/> DIU
<input type="checkbox"/> FST
<input type="checkbox"/> Certificat
<input type="checkbox"/> Qualification
<input checked="" type="checkbox"/> Autre : Ingénieur | Proposée par :
<input type="checkbox"/> Université
<input type="checkbox"/> FSMR
<input type="checkbox"/> Société savante
<input type="checkbox"/> AURAGEN/ SeqOIA
<input checked="" type="checkbox"/> Autre : Ecole d'ingénieurs |
|---|---|---|

Durée de la formation

3 ans

**Intérêt de cette formation dans le parcours génomique
(Répond à quels besoins ? Quel débouché ?)**

Nous formons 80 ingénieur(e)s par an avec un profil hybride wet lab/dry lab quel que soit le parcours, et avec l'une des deux expertises plus poussée selon le parcours. Ils ou elles peuvent s'insérer dans les plates-formes et les équipes de R&D en génomique et en bioinformatique, en y apportant aussi des compétences en biostatistiques et biomathématiques. Ils



ou elles s'insèrent également dans les entreprises de biotech qui développent des thérapies innovantes pour la médecine de précision.

Le parcours Bioinformatique et Modélisation et l'option de Génomique médicale leur permet en outre d'être directement opérationnels pour exploiter et analyser des données cliniques multiomiques pour la médecine de précision : détection de variants dans les données génomiques et transcriptomiques (SNV et structuraux), signatures mutationnelles, études GWAS, déconvolution et quantification du microenvironnement tumoral, deep learning et intégration avec l'analyse d'images, quantification de la méthylation, inférence de facteurs de risques environnementaux, identification de biomarqueurs via l'analyse de données métabolomiques, etc.

Chaque année, 15 à 25% de nos diplômés poursuivent en thèse.

Lien

<https://www.insa-lyon.fr/fr/formation/biotechnologies-et-bioinformatique>

Avis des anciens élèves

(Disponible sur le site - Extrait de questionnaires de satisfaction)

Extraits des vidéos disponibles sur notre site web : <https://biosciences.insa-lyon.fr/fr/content/parcours-bioinformatique-et-modelisation>

Nicolas, diplômé parcours Bioinformatique et Modélisation 2010, scientifique dans l'équipe de Génomique des cancers rares, au Centre International de Recherche sur le Cancer de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) : "La formation est le carrefour de trois disciplines, la biologie, les maths et l'informatique, de manière assez équilibrée, on fait vraiment les trois en même temps. Appeler cela bioinformatique est un peu réducteur, parce qu'on a l'impression que ce serait une espèce de sous-branche de l'informatique où on ferait juste une petite partie de ce que peuvent faire les informaticiens, mais ce n'est pas vraiment le cas : il faut plutôt voir cela comme la biologie moderne. Dans toute la biologie à l'heure actuelle, on se sert de méthodes computationnelles, de maths, de statistiques, etc -- ce n'est pas possible à l'heure actuelle de faire de la biologie sans se servir des outils de la biologie computationnelle. Pour moi c'est plutôt une formation sur la biologie moderne, et cela nous permet de faire tous les métiers de la biologie et de la biomédecine moderne. Le gros avantage de la formation, ce sont les débouchés, tout ce qu'on peut faire avec. Pour vous donner une idée, moi j'ai commencé par faire de l'écologie, je faisais de la modélisation mathématique pour essayer de comprendre l'impact de la fragmentation des habitats sur la diversité génétique des espèces -- cela nous a permis de formuler des recommandations pour aider les espèces en voie d'extinction. Après, j'ai travaillé en génétique humaine, en particulier essayer de comprendre les différences génétiques entre les populations humaines, avec en toile de fond la problématique assez compliquée de l'existence ou plutôt la non-existence des races humaines. Maintenant, j'applique tous les outils de la bioinformatique et de la modélisation mathématique pour essayer de comprendre et guérir le cancer. Au final, j'ai l'impression que l'intérêt de la formation, en particulier pour moi, [c'est que] cela me permettait de m'insérer dans ce que j'estime être les plus grands sujets de société à l'heure actuelle : la biodiversité, le racisme, l'égalité face à la maladie. Ce sont vraiment des choses qui me tiennent à cœur. [...] Je dois faire un petit peu de code pour analyser les données brutes, sinon je fais surtout des data sciences pour analyser les données. Je participe à des équipes pluridisciplinaires, on dialogue avec des médecins, des chirurgiens, des oncologues pour essayer de comprendre les données qu'on récupère, et puis après, une fois qu'on les a analysées, pour leur expliquer la façon dont on pense que cela devrait changer la prise en charge des patients et le traitement. [Ce que je trouve génial dans mon métier] c'est toujours l'idée de combiner quelque chose qui serait un travail d'intérêt général, la recherche sur les cancers rares, qui sont généralement les grands oubliés de la recherche, avec s'amuser avec les dernières technologies : on utilise vraiment toutes les dernières technologies du 21ème siècle, celles que je trouve les plus amusantes. (...) Séquencer des génomes, c'est vraiment devenu quelque chose qui est possible à grande échelle. Avec le plan France Médecine Génomique qui est en train d'arriver, d'ici 2025, on prévoit de séquencer 20000 génomes en France par an. Ce sera globalement : à chaque fois que quelqu'un vient dans un hôpital et a une maladie rare qu'on n'arrive pas à expliquer, on séquence le génome et on essaie de regarder dedans s'il y a quelque chose qui peut expliquer la maladie en elle-même. J'ai vraiment l'impression d'être dans le train des nouvelles innovations, en tout cas des plus importantes à l'heure actuelle."

Sabrina, diplômée parcours Bioinformatique et Modélisation 2003, directrice R&D du département Immunomics à Innate Pharma, entreprise biotech qui développe des immunothérapies en oncologies : "J'ai toujours été partagée entre mon goût prononcé pour les mathématiques et mon envie de m'investir dans le médical. Quand [le parcours] BIM a été créé,



ça a été pour moi une évidence, et j'ai eu la chance de partager l'aventure avec la première promotion. [Le parcours] BIM de l'INSA de Lyon est une formation complète, on nous apporte vraiment un background solide en biologie, en mathématiques, en informatique. Cela nous permet d'être un bon interlocuteur à l'interface des différents acteurs des projets, en particulier les plus grands protagonistes, les médecins et les biologistes qui sont porteurs de projets. Et ce que je trouve encore vrai aujourd'hui, pour prendre des stagiaires régulièrement, on sort de cette formation opérationnel(le) tout de suite. Aujourd'hui, il y a une quantité énorme de données qui sont générées, et c'est humainement impossible à intégrer. Donc tout bon biologiste aujourd'hui a besoin d'être accompagné par un bioinformaticien ou un data scientist qui va lui permettre d'intégrer l'ensemble de ses données et d'en tirer le meilleur parti. C'est un métier d'aujourd'hui et d'avenir. A Innate Pharma, on développe des médicaments en immuno-oncologie, et nous, notre principale mission dans l'équipe, c'est d'optimiser l'utilisation de ces molécules, par exemple en sélectionnant les patients qui vont en bénéficier ou en identifiant l'indication la plus appropriée pour nos médicaments. Et cela, on le fait avec différents outils, des méthodes de machine learning et d'intelligence artificielle évidemment. On réussit à identifier les meilleurs patients en ayant à notre disposition un profil complet, à la fois un profil clinique mais aussi un profil "omics". Je trouve cela génial de pouvoir faire des mathématiques en essayant d'améliorer le quotidien des patients, cela lie les deux choses qui m'ont toujours motivée dans mon parcours professionnel. Ce que je trouve vraiment stimulant, c'est quand on est capable d'apporter des solutions à des problèmes qui semblaient insolubles, mais juste parce qu'ils n'étaient pas regardés avec le bon angle ou la bonne méthode. C'est vraiment génial d'apporter, grâce à des techniques qui sont inconnues finalement des biologistes ou des médecins, des réponses simples."

Nada, diplômée parcours Bioinformatique et Modélisation 2013, biostatisticienne en santé publique : "La filière BIM a cette particularité d'agencer des cours de maths, des cours de bio, des cours d'informatique. On parle un peu trois langages dans cette filière. C'est pluridisciplinaire donc chacun peut y trouver un peu son compte. La bio, ça peut être la bio moléculaire, ça peut être de la chimie organique, de la cristallographie. Avec les maths, il y a les biostats, il y a les équations différentielles, un peu de probas. En info, cela peut être les réseaux, cela peut être la programmation dans différents langages. C'est tout un monde qui s'articule pour qu'*in fine*, on puisse parler à des cliniciens, se faire comprendre des informaticiens, lire des formules sans trembler. C'est vraiment cette diversité qui fait qu'à la fin de ce parcours, on est pluridisciplinaire, mais également avec une spécialisation. Aujourd'hui, je suis biostatisticienne, je travaille dans le domaine de la santé publique. Mon parcours s'attache à modéliser des relations entre certaines maladies et des expositions. J'ai pu par le passé analyser des facteurs de risques par exemple de développer un cancer du sein ou du foie, analyser ces fameuses données à haut débit de métabolomique (des toutes petites molécules qu'on a dans le sang). Ensuite, avec la casquette de biostats, on a une formation qui peut s'adapter à différents domaines. Après la cancérologie, c'était dans le domaine du vaccin. J'ai pu travailler sur des essais cliniques et précliniques pour le développement du vaccin du Covid, analyser des données de réponse immunitaire, voir si avec tel ou tel adjuvant on a une meilleure réponse. Aujourd'hui, je suis dans le domaine des données de la vie réelle, ce sont toutes les données de santé, de prescription de soins, de visites chez le médecin, d'hospitalisations. Je m'attache à étudier si on prend tel médicament, on a *in fine* pour cette maladie moins de risques de réhospitalisation. Si on implémente tel dispositif médical, par exemple une valve aortique, est-ce qu'on va passer moins de temps à l'hôpital et donc est-ce que cela coûtera moins cher en soins plus tard, et aussi au niveau médico-économique, est-ce que cela coûtera moins cher à la Sécurité Sociale par exemple. Il y a beaucoup de choses qui me plaisent dans mon métier, mais la chose la plus importante pour moi, c'est de toujours continuer à apprendre. Pour reprendre les mots de Simone de Beauvoir, on n'a jamais cessé d'apprendre, parce qu'on n'a jamais cessé d'ignorer. Et pour moi, c'est un pur bonheur d'apprendre tous les jours."

Petit mot du GT Formation

*Formation d'ingénieur sur 3 ans, de grande qualité avec possibilité d'entrer à Bac +2 ou Bac +3.
Le parcours Bioinformatique et modélisation propose une formation très complète : bioinfo, génomique, calcul HP, stat, modélisation, et contient également une option génomique médicale.*