

Présentation du master

- Pourquoi ce master ?

Le programme international de Master IsDD, créé en 2010, répond à une demande du secteur privé (entreprises pharmaceutiques) et du secteur académique de former des étudiants **à la modélisation de futurs médicaments par des approches computationnelles (in silico) et d'accélérer le processus de recherche de nouvelles molécules thérapeutiques**. Cette formation IsDD offre une formation scientifique de haut niveau dans le domaine en pleine expansion de la découverte de médicaments et offre de nombreux débouchés tant au niveau national qu'international, ouvrant les portes du monde professionnel dans les secteurs public et privé.

Ce label IsDD, à **finalité pro- et recherche**, complète le cursus des sciences naturelles et de la chimie par une formation qui comporte des implications significatives dans le domaine de la santé, dont le cœur est l'interdisciplinarité. Cette interdisciplinarité s'appuie sur des masters d'excellence dispensés par plusieurs universités (Paris Cité, Degli studi di Milano), des équipes académiques et privées d'excellence et la participation de nombreux spécialistes internationaux de différents pays.

L'IsDD international propose deux spécialisations à caractère international, comprenant plusieurs modules enseignés en anglais, un semestre de stage et/ou d'études à l'étranger et des débouchés. Il bénéficie d'une reconnaissance internationale.

Une spécialisation offre la possibilité de valider un double diplôme français-italien.

- Objectifs :

Le programme de master "*In Silico Drug Design*" offre **toutes les connaissances complémentaires nécessaires au processus de recherche de nouvelles molécules thérapeutiques**, "Drug Discovery", par le biais d'approches computationnelles (*in silico*). Les étudiants acquièrent une solide connaissance des composés chimiques et de leurs cibles toxiques et thérapeutiques (macromolécules biologiques), en biochimie et physicochimie, ainsi qu'en chimie médicinale et en médecine moléculaire. Les participants acquièrent des compétences avancées en modélisation informatique des interactions des molécules chimiques ciblées. Ils sont formés à la modélisation, à l'analyse et à la prédiction des molécules thérapeutiques, des cibles biologiques et des interactions "médicament-cible". Par exemple, les approches *in silico*, y compris la biostatistique et l'analyse des données ("QSAR"), la programmation, la chimio-informatique, la bio-informatique structurale, la modélisation et la dynamique moléculaires, les méthodes d'amarrage moléculaire et le criblage virtuel.

Ce master, proposé par l'Université Paris Cité, offre deux parcours internationaux, articulés autour de deux M1 distincts et complémentaires et d'un M2 commun aux deux spécialités, qui permet aux étudiants de travailler sur des projets à l'interface de la Chimie et de la Biologie :

- **Le cours "Analyse de complexes biologiques macromolécules-médicaments, IsDD-Macromolécules"** se concentre sur la modélisation de macromolécules biologiques ciblées et de leurs interactions avec leurs associés (molécules médicamenteuses ou autres). Cette spécialisation s'adresse en particulier aux étudiants ayant une formation en biologie/ biochimie, en bio-informatique ou en biomédecine (ou aux chimistes ayant les compétences nécessaires en biologie), qui souhaitent acquérir des connaissances approfondies dans la modélisation des macromolécules thérapeutiques. **Il comprend des conférences d'experts internationaux et un semestre d'études et/ou de stage à l'étranger.**

- **La spécialisation/cours "Design of Bioactive Molecules, IsDD-Bioactive Molecules" est dédiée à la modélisation de molécules bioactives et à la chimie pharmaceutique in silico.** Cette spécialisation est particulièrement destinée aux étudiants ayant une formation en chimie ou en pharmacie (ou aux biologistes ayant les compétences nécessaires en chimie), qui souhaitent acquérir une connaissance approfondie de la modélisation moléculaire chimique. Elle comprend un semestre de chimie informatique à l'Université Paris Cité et un semestre axé sur les molécules bioactives à l'Université de Milan. **Sous certaines conditions, cette spécialisation offre aux étudiants la possibilité d'obtenir un double diplôme franco-italien :** le Master in Silico Drug Design, spécialisé *dans le développement in silico de molécules bioactives*, pour l'Université Paris Cité, et la Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, pour l'Université de Milan.

Ces deux spécialisations correspondent chacune à 50 % des cours en anglais et comprennent au moins un semestre à l'étranger.

Ce master forme des professionnels du secteur public et privé, au niveau français et européen, impliqués dans la recherche par des approches *in silico* dans le domaine de l'innovation thérapeutique et/ou orientés vers le développement de molécules pharmacologiques.

- Contexte de cette formation :

Les méthodes de conception de médicaments *in silico* facilitent la découverte de molécules bioactives, réduisent les coûts et identifient plus rapidement les molécules potentiellement thérapeutiques, en suivant les nouvelles lignes directrices visant à réduire l'expérimentation animale. Ces méthodes rationalisent la découverte de molécules bioactives et de sondes chimiques nécessaires à la compréhension du vivant et facilitent l'exploration rapide d'un maximum d'hypothèses pour se concentrer sur les molécules qui offrent la plus grande probabilité d'atteindre la phase clinique. Plusieurs molécules commercialisées sont nées, en partie, sur un écran d'ordinateur, comme l'oseltamivir (TAMIFLU) et certaines molécules utilisées dans le traitement du SIDA. Elles sont désormais irremplaçables dans l'arsenal des découvreurs de médicaments et constituent un champ de recherche en pleine expansion en France et en Europe.

- Conditions d'admission :

Des canaux de recrutement des étudiants très diversifiés : ce master accueille des étudiants issus de différentes formations initiales (universités ou écoles d'ingénieurs) : biochimie, chimie, biologie, biologie informatique, médecine, pharmacie, sciences biomédicales, biotechnologies ou étudiants du secteur de la santé.

Pour une entrée dans M1 :

Baccalauréat ou diplôme équivalent ou expérience professionnelle. Outre le dossier administratif, les candidats doivent présenter un curriculum vitae et une lettre de motivation. Après une première sélection sur dossier pour vérifier l'adéquation de la formation, la commission d'admission procède à l'audition des candidats afin d'évaluer si l'étudiant remplit les conditions requises et de l'orienter vers la spécialisation la plus adaptée à ses choix de carrière.

Pour une entrée M2 :

M1 ou diplôme équivalent ou expérience professionnelle. Le recrutement se fait sur dossier suivi d'un entretien avec la commission d'admission qui évalue l'adéquation de la formation de l'étudiant et le conseille sur les possibilités de stage, de remise à niveau...

et les possibilités de stages optionnels dans l'UE. Une liste des prérequis de l'UE pour les étudiants en santé et en pharmacie sera fournie.

Dans les deux cas, une connaissance minimale de la chimie et de la biochimie structurale ainsi qu'un niveau minimum d'anglais sont requis.

- Débouchés professionnels

Cette formation offre de **nombreux débouchés et fait l'objet d'une très forte demande sur le marché du travail.**

Le master forme des professionnels des secteurs public et privé, impliqués dans la recherche par des approches in silico dans le domaine de l'innovation thérapeutique, orientée vers la validation de cibles thérapeutiques et le développement de molécules pharmacologiques. Les compétences acquises par les étudiants au cours des différents modules et de leurs projets communs leur offrent des opportunités dans la phase initiale de rationalisation et d'optimisation de la découverte de nouvelles molécules candidates aux médicaments, dans la maîtrise (et/ou le développement) de méthodologies et de logiciels permettant d'accélérer le processus de recherche de nouvelles molécules candidates aux médicaments.

Les possibilités de poursuite d'études en doctorat en France ou à l'étranger sont nombreuses, mais aussi d'insertion directe dans le monde professionnel (industrie pharmaceutique ou EPST) après le Master. Ce master offre des débouchés dans l'industrie pharmaceutique et dans des start-up nationales ou internationales, des laboratoires de recherche privés ou académiques ou permet de poursuivre ses études par un doctorat français ou international. Les étudiants obtiennent des postes d'ingénieur, de chargé d'études ou de responsable directement après le M2 ou des postes de chef de projet, de chercheur, de responsable de plateforme, après un mémoire.

Les débouchés sont professionnels et de recherche, et l'orientation se fait au niveau du choix des stages de recherche dans des laboratoires académiques ou des entreprises privées. **98% des étudiants sont embauchés dans les deux ans qui suivent l'obtention du Master.** Plus de 60% dans les deux mois qui suivent la soutenance de leur mémoire de Master.

Depuis sa création, le programme de master a choisi d'avoir une forte orientation internationale, car son objectif est de former les étudiants à un domaine de recherche en pleine expansion au niveau international et de leur permettre de s'intégrer dans des projets de recherche internationaux. **La formation internationale du Master** (les interventions de professeurs internationaux, les semestres d'études et les stages à l'étranger, le double diplôme) offre de **nombreuses possibilités de carrières internationales, tant en doctorat qu'en CDD, ainsi que des débouchés professionnels en France.**

Le diagramme circulaire illustre la répartition des étudiants privés et des étudiants en doctorat national ou international.

- Organisation :

Ce master international repose sur un co-partenariat entre l'université Paris Cité et l'université de Milan depuis sa création en 2011 et propose deux spécialisations depuis 2016, dont un double diplôme franco-italien.

Il propose **deux spécialisations internationales complémentaires, chacune comprenant au moins un semestre à l'étranger :**

1) La spécialisation "**ISDD-Macromolécules**" se concentre **sur la modélisation de macromolécules biologiques ciblées et de leurs interactions avec des médicaments et d'autres molécules.**

la chimie. Cette spécialisation s'adresse en particulier aux étudiants ayant une formation en biologie/ biochimie, bio-informatique ou biomédecine (ou aux chimistes ayant les compétences nécessaires en biologie), qui souhaitent acquérir des connaissances approfondies dans la modélisation des macromolécules thérapeutiques. Il comprend des **conférences d'experts internationaux et un semestre d'études et/ou de stage à l'étranger.**

Dans cette spécialité, les semestres 1, 2 et 3 se déroulent à l'Université Paris Cité (avec la possibilité de suivre le second semestre à l'Université de Milan en Erasmus) et le quatrième semestre en stage d'initiation à la recherche est fortement encouragé à l'étranger.

2) La spécialité "**IsDD- molécules bioactives**", enseignée par l'Université Paris Cité est dédiée à la **modélisation des molécules bioactives et à la chimie pharmaceutique *in silico*.** Cette spécialisation s'adresse particulièrement aux étudiants ayant une formation en chimie ou en pharmacie (ou aux biologistes ayant les compétences nécessaires en chimie), qui souhaitent acquérir une connaissance approfondie de la modélisation moléculaire chimique. Elle comprend un semestre de chimie informatique à l'Université Paris Cité et un semestre axé sur les molécules bioactives à l'Université de Milan. **Sous certaines conditions, cette spécialisation offre aux étudiants la possibilité d'obtenir un double diplôme franco-italien** : le Master in Silico Drug Design, spécialisé *dans le développement in silico de molécules bioactives*, pour les Universités Paris Cité et la Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, pour l'Université de Milan.

Cette spécialisation propose le premier semestre à l'Université Paris Cité, le deuxième semestre à l'Université de Milan et le troisième semestre à l'Université Paris Cité et un dernier semestre de stage en France ou à l'étranger. Dans le cadre du double diplôme pour les étudiants italiens, ces derniers effectueront leur première année à l'Université de Milan, le S3 à l'Université Paris Cité et le S4 en stage à l'Université de Milan.
