agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur

Section des Formations et des diplômes

Rapport d'évaluation du master

Informatique

de l'Université Paris 6 – Pierre et Marie Curie

Vague D – 2014-2018

Campagne d'évaluation 2012-2013

agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Formations et des diplômes

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des Formations
et des diplômes

Le Directeur

Jean-Marc Geib

Le président de l'AERES "signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné" (Article 9, alinéa 3, du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).

Evaluation des diplômes
Masters – Vague D

Académie : Paris

Etablissement déposant : Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie

Académie(s) : /

Etablissement(s) co-habilité(s) : /

Mention : Informatique

Domaine : Sciences et technologies

Demande n° S3MA140005743

Périmètre de la formation

- Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie, 4 place de Jussieu, Paris 5e ; Télécom ParisTech (Paris 13e) ; Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique (IRCAM).

- Délocalisation(s) :

Pôle Universitaire Français, Ho Chi Minh Ville (Vietnam).

- Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger :

Présentation de la mention

La mention *Informatique* propose neuf spécialités qui permettent tout aussi bien d'accéder à des métiers de cadre en informatique que de poursuivre en doctorat. Cette offre de formation balaie le spectre des grands thèmes de l'informatique avec les spécialités suivantes :

- *AgeNts Distribués, Robotique, Recherche Opérationnelle, Interaction, DEcision* (ANDROIDE) ;
- *Bio-Informatique et Modélisation* (BIM) ;
- *Données, Apprentissage et Connaissances* (DAC) ;
- *IMAge* (IMA) ;
- *RESeaux* (RES) ;
- *Systèmes et Applications Répartis* (SAR) ;
- *Systèmes Electroniques et Systèmes Informatiques* (SESI) ;
- *Science et Technologie du Logiciel* (STL) ;
- *Sécurité, Fiabilité et Performance Numériques* (SFPN).

Par ailleurs, certaines de ces filières sont organisées en parcours renforçant la spécialisation.

Synthèse de l'évaluation

- Appréciation globale :

Le master *Informatique* de l'Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie (UPMC), avec plus de 800 étudiants pour les deux années, est la plus importante formation en informatique de niveau bac+5 en France en termes d'effectifs. Les neuf spécialités proposées se déploient toutes sur quatre semestres et sont toutes à double finalité « recherche » et professionnelle, la nature du stage donnant toutefois une coloration à la formation. Le master correspond à une poursuite d'études naturelle pour les titulaires de la licence d'informatique de l'UPMC. Certaines spécialités formant une interface avec d'autres disciplines (biologie, mathématiques, électronique…) admettent des titulaires d'autres licences. De nombreux étudiants étrangers ou français de provenance extérieure à l'UPMC, ainsi que certains élèves d'écoles d'ingénieurs pour la deuxième année, rejoignent la formation. Moins de la moitié des étudiants du master provient de la licence d'informatique locale, ce qui témoigne de la forte attractivité de cette formation. Au vu du nombre important de spécialités, une question que laisse le dossier en suspens porte sur l'aide à l'orientation des étudiants et sur les critères de sélection selon les spécialités.

Le projet actuel reconduit la mention précédente qui abritait sept spécialités. Une spécialité disparaît par une scission en deux pour donner naissance aux spécialités ANDROIDE et DAC. Une nouvelle spécialité, SFPN, portant sur le calcul scientifique est créée. L'offre de formation est particulièrement riche et tous les thèmes de l'informatique sont présents. La taille et la qualité des laboratoires de recherche adossés à ce master, le fort taux d'insertion professionnelle pour toutes les spécialités et le rayonnement national de ce master justifient pleinement le nombre élevé de spécialités.

La mention est organisée de manière originale et attractive pour les étudiants. Plutôt que de proposer un tronc commun comme dans de nombreux masters, le premier semestre de chaque spécialité rend obligatoire quelques unités d'enseignement et laisse le choix des autres unités dans les autres spécialités. Ce dispositif offre une possibilité de changement de spécialité entre le premier semestre et le deuxième semestre conditionné à un avis de l'équipe pédagogique. Ce mécanisme de passerelle semble toutefois rarement utilisé mais plutôt mis à profit par les étudiants pour se donner une compétence supplémentaire.

La mention *Informatique* est principalement adossée au Laboratoire d'informatique de Paris 6 (LIP6) et en second lieu au Laboratoire traitement et communication de l'information (LTCI) pour de nombreuses spécialités. Ces laboratoires dont l'excellence est largement reconnue, sont divisés en de nombreuses équipes, et un lien direct peut souvent être établi entre une spécialité et les équipes dont sont issus les enseignants-chercheurs qui l'animent. Les spécialités BIM et IMA, orientées vers les domaines frontières de la biologie et l'imagerie médicale, s'appuient sur des membres provenant d'équipes plus variées. Une quarantaine d'intervenants extérieurs contribue à donner une empreinte professionnelle aux spécialités.

Placée au centre d'un bassin d'emploi particulièrement favorable à l'informatique, cette formation affiche un excellent niveau d'insertion professionnelle pour toutes les spécialités. Les diplômés occupent majoritairement des emplois qui correspondent à la spécialité acquise. Par ailleurs, le fort taux de poursuite en doctorat est un gage de la qualité de l'adossement à la recherche.

Le pilotage de la mention est réalisé par plusieurs organes (collège, conseil, conseil de perfectionnement) auxquels participent des représentants de chaque spécialité. Ils assurent, d'une part, la cohérence entre spécialités et, d'autre part, l'interface avec le milieu socio-économique. On peut noter une très grande cohérence entre toutes les spécialités avec de nombreux dispositifs communs : cinq unités d'enseignement présentes à chaque semestre, toutes les unités d'enseignement se déroulent sur 60h, une unité d'enseignement projet est déclinée sur tous les deuxièmes semestres, de nombreuses unités d'enseignement transversales mêlent les étudiants entre spécialités (anglais, insertion professionnelle, recherche bibliographique). L'évaluation par les étudiants et le suivi de leur insertion professionnelle sont réalisés par un service commun de l'université.

L'ensemble de la mention fait preuve d'un dynamisme que l'on retrouve dans la riche palette des dispositifs d'ouverture proposés : toutes les spécialités sont ouvertes à la formation continue, trois spécialités (RES, STL, SFPN) proposent la formation en alternance, de nombreuses spécialités ont des partenariats avec des établissements étrangers, certains cours sont en anglais, des mesures particulières rendent accessible la formation aux personnes handicapées.

- Points forts :
  - Fort adossement à la recherche des spécialités.
  - Nombreux débouchés.
  - Taux de poursuite en doctorat très satisfaisant.
  - Structuration du premier semestre offrant une véritable possibilité de passerelle ou simplement d'ouverture vers une autre spécialité.
  - Important catalogue d'unités d'enseignement d'ouverture.
  - Principale formation universitaire bac+5 en informatique du bassin parisien.
  - Préparation très complète à l'insertion professionnelle, par une unité d'enseignement obligatoire et transversale aux spécialités.
  - Soutien du Relais Handicap Santé Etudiant pour l'accueil d'étudiants handicapés.

- Points faibles :
  - Taux de réussite en première année modéré pour une mention informatique mais en constante augmentation.
  - Données sur les emplois occupés et les poursuites en doctorat peu développées.
  - Nombre de spécialités élevé (justifié mais pouvant atténuer la lisibilité pour les étudiants de licence).

Recommandations pour l'établissement

Le projet présente peu de points faibles, les évaluations successives de l'AERES ont bien été prises en compte. Des dispositifs permettant de tisser des liens entre les spécialités pourraient être proposés (participation commune aux soutenances de projets par exemple).

Il est fait régulièrement mention d'une adéquation entre les emplois occupés et la spécialité suivie. Bien qu'elles soient souvent difficiles à obtenir, les données sur la nature, les secteurs des emplois seraient appréciables. De la même manière, les chiffres sur les poursuites en doctorat ne permettent pas de comprendre si celles-ci se déroulent au LIP6/LTCI, dans un autre laboratoire parisien, ailleurs en France, à l'étranger. Ces données permettraient de mettre en avant le rayonnement important de ce master.

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A
- Positionnement de la mention dans l'environnement scientifique et socio-économique (A+, A, B, C) : A+
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A+
- Pilotage de la mention (A+, A, B, C) : A+

Evaluation par spécialité

AgeNts Distribués, Robotique, Recherche Opérationnelle, Interaction, Décision (ANDROIDE)

- Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Paris

Etablissement(s) en co-habilitation(s) :

Télécom ParisTech

Délocalisation(s) :

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger :

Master international francophone en informatique (MIFI)

- Présentation de la spécialité :

Cette spécialité porte sur la résolution de problèmes, de contraintes, sur l'aide à la décision par les moyens informatiques. Cette thématique est déclinée dans des domaines très différents : théorie des jeux (économie), robotique, bioinformatique, jeux vidéo. Elle comprend trois parcours : *ROAD* (Recherche opérationnelle, de l'optimisation, de l'aide à la décision et de la recommandation intelligente), *Interactions* (réalisation d'environnements interactifs), *RobSI* (métiers de la robotique et de la conception de systèmes intelligents).

- Appréciation :

Cette formation est parfaitement adossée au département Décision, systèmes intelligents et recherche opérationnelle (DESIR) du LIP6 dont elle reprend les différents thèmes. Les diplômés acquièrent un niveau bac+5 en informatique avec une forte spécialisation en intelligence artificielle, optimisation, aide à la décision. Ces thèmes, toujours très porteurs, garantissent une bonne insertion professionnelle et permettent de répondre à de nombreuses propositions de sujets de doctorat.

La première année (M1) est très ouverte avec de nombreuses unités d'enseignement ouvertes au choix. En deuxième année (M2), la spécialisation s'effectue dans l'un des trois parcours proposés. Conformément à la politique de la mention, le premier semestre est un semestre d'ouverture avec des unités d'enseignement obligatoires et d'autres qui peuvent être très éloignées de la spécialité (traitement du signal par exemple). Les enseignements fortement conseillés au deuxième semestre offrent une vue d'ensemble des thématiques développées dans les parcours du troisième semestre. Parmi les parcours proposés, le parcours ROAD est un peu isolé et possède peu d'interaction avec les deux autres, et l'on retrouve la structure des équipes de recherche derrière les parcours. Dans une certaine mesure, cette spécialité est nouvelle et aucune répartition ou projection des effectifs dans les parcours n'est avancée. Une fois la spécialité installée, il sera intéressant de noter la part de poursuite en doctorat selon les parcours et la manière dont les emplois occupés sont en rapport avec la spécialité.

- Points forts :
  - Très bon adossement recherche aux équipes d'un département reconnu.
  - Taux élevé d'insertion professionnelle envisagé.
  - Nombreux domaines d'application proposés : économie, bio-informatique.

- Points faibles :
  - Taux de réussite un peu faible en M1 (pour la spécialité antérieure *Intelligence artificielle et décision* – IAD-).
  - Aucune indication sur la nature des emplois occupés par les diplômés de la spécialité antérieure IAD : sont-ils en relation avec la spécialité ANDROIDE ?
  - Cloisonnement du M2 par des parcours parfois très différents.

Recommandations pour l'établissement

L'aide à la décision, l'optimisation sont les thèmes fédérateurs de cette spécialité, la participation d'intervenants extérieurs en prise avec cette problématique provenant par exemple du monde de la banque, des assurances, de l'énergie ajouterait un volet professionnel plus marqué à cette formation. Peut-être cela est-il l'objet des conférences « métiers » qui semblent toutefois communes à la mention ?

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : A

Bio-informatique et modélisation (BIM)

- Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Paris.

Etablissement(s) en co-habilitation(s) : /

Délocalisation(s) : /

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

- Présentation de la spécialité :

La spécialité *Bioinformatique et modélisation* (BIM) est une spécialité pluridisciplinaire qui se trouve à l'interface de l'informatique, de la biologie, notamment moléculaire, et des mathématiques. Elle répond à l'émergence des besoins de spécialistes capables de concevoir et mettre en œuvre par l'informatique des modèles en biologie.

- Appréciation :

Cette spécialité offre une formation qui allie biologie moléculaire, informatique et mathématiques. Elle est animée par des enseignants-chercheurs issus d'équipes reconnues d'une part en biologie et d'autre part en bioinformatique. On la retrouve différemment déclinée comme spécialité du master *Biologie moléculaire et cellulaire*. Son ambition est de former des spécialistes du développement informatique pour les problèmes de la biologie moléculaire.

Comme souvent avec les spécialités de master à la frontière de plusieurs disciplines, il est difficile d'atteindre un niveau bac+5 tout à fait satisfaisant dans tous les domaines visés. Ici l'informatique apparaît comme un outil au service de la biologie et la spécialité ne forme pas à la conception des outils, des systèmes de demain en informatique.

Au regard des autres spécialités de la mention, les effectifs sont plutôt modestes mais l'insertion professionnelle est très satisfaisante. Les débouchés sont relativement ciblés vers le milieu des laboratoires de recherche de biologie.

La formation est mise en œuvre par des enseignants-chercheurs appartenant à des équipes très actives en recherche et dont le dynamisme se retrouve dans l'animation de la spécialité. Notons par exemple la présence de cours en anglais et l'ouverture à l'international avec le basculement complet de tous les cours en anglais en cas d'accueil de nombreux étudiants étrangers.

- Points forts :
  - Adossement recherche à des équipes dynamiques et reconnues.
  - Programme International de Master avec l'Université Libre de Bruxelles.
  - Présence d'unités d'enseignement en anglais.

- Points faibles :
  - Effectifs réduits bien qu'en augmentation.
  - Thématique un peu trop centrée.
  - Nombres d'unités d'enseignement en informatique réduites pour un master d'informatique (surtout en troisième semestre).

Recommandations pour l'établissement

Des effectifs modestes pourraient fragiliser un peu cette spécialité qui, cependant, doit résolument maintenir ses critères de sélection à l'entrée s'agissant des candidats extérieurs.

Le troisième semestre ne comprend pas réellement d'unité d'enseignement de spécialisation en informatique. Par ailleurs, l'origine variée des étudiants ne garantit pas l'acquisition de compétences classiques en master d'informatique (complexité et algorithmique avancée par exemple). Une unité d'enseignement supplémentaire de renforcement en programmation et algorithmique avancée pourrait être proposée aux étudiants non issus d'une licence d'informatique.

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : B
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : A

Données, apprentissage, et connaissances (DAC)

• Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Paris

Etablissement(s) en co-habilitation(s) :

Télécom ParisTech.

Délocalisation(s) : /

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger :

Master international francophone en informatique (MIFI) à Montréal.

• Présentation de la spécialité :

Cette spécialité porte sur la gestion et l'analyse de données. Elle forme des spécialistes de haut niveau capables de modéliser des grands ensembles de données, d'en optimiser les traitements et d'en extraire les informations pertinentes. Elle propose trois profils de compétences dans le semestre de spécialisation qui sont : apprentissage, base de données, intelligence artificielle.

• Appréciation :

Cette spécialité est issue de la scission de la spécialité antérieure IAD et s'appuie principalement sur les thèmes de trois équipes du département Données et apprentissage artificiel du LIP6. Les problématiques tournent autour de l'analyse sémantique, l'extraction, la gestion de volumes très importants de données. L'éventail des unités d'enseignement proposées part d'aspects théoriques (sémantiques des langages, logique…) pour aller vers des aspects plus pratiques (administration de bases de données, *Business intelligence*) assurant un très bon équilibre entre les unités d'enseignement professionnalisantes et celles d'initiation à la recherche.

Les unités d'enseignement sont organisées de manière très cohérente et progressive, des unités d'enseignement optionnelles sont proposées jusqu'au S3 inclus. L'unité d'enseignement *Projet*, présente dans toutes les spécialités, est ici portée à un fort niveau d'exigence avec la réalisation d'un logiciel depuis la spécification jusqu'à la recette.

Les trois profils de compétences donnent une véritable coloration à la formation. L'adossement à la recherche est solide et les débouchés certains.

• Points forts :

- Excellent adossement à la recherche.
- Thématique en phase avec les enjeux scientifiques actuels, formation très complète sur le thème de la spécialité.
- Nombreux partenariats internationaux.
- Unités d'enseignement libres proposées à tous les semestres.
- Unité d'enseignement *Formation par la recherche* et unité d'enseignement *Projet*.

• Points faibles :

- Taux de réussite un peu faible en M1 (pour la spécialité antérieure).
- Une certaine redondance des thèmes abordés dans les unités d'enseignement du semestre 3.
- Les emplois occupés par des diplômés et liés à la thématique pourraient être mieux renseignés sur la base de la spécialité antérieure IAD.

Recommandations pour l'établissement

Bien que la spécialité soit nouvelle, elle s'appuie sur l'expérience de la spécialité antérieure IAD. Aussi, des analyses plus détaillées sur les débouchés pourraient-elles être présentées pour cette formation qui répond à des besoins manifestes dans l'industrie et les services.

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A+
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : A

Image (IMA)

- Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Paris

Etablissement(s) en co-habilitation(s) : /

Délocalisation(s): /

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

- Présentation de la spécialité :

L'ambition de cette spécialité est d'offrir une formation très poussée en traitement et analyse d'images avec pour domaine d'application privilégié l'imagerie médicale. Une approche de l'informatique graphique complète cette formation. Le semestre 3 propose deux jeux d'unités d'enseignement apportant soit une coloration « imagerie du vivant » tournée vers l'imagerie biologique et médicale, soit une coloration « traitement avancé des images et vision » qui présente aussi bien des outils mathématiques pour le traitement que des techniques d'apprentissage pour l'analyse sémantique des images.

- Appréciation :

La formation proposée par cette spécialité est cohérente, attractive et très complète dans le domaine du traitement des images. L'équipe pédagogique est formé d'intervenants de divers horizons (enseignants-chercheurs d'équipes de l'UPMC et Télécom ParisTech, enseignants-chercheurs praticiens-hospitaliers, industriels) et issus d'équipes de recherche d'un très haut niveau. La coloration « imagerie du vivant », qui semble à finalité plus professionnelle que la seconde, tire parti de la présence d'intervenants du monde médical en offrant aux étudiants des séances pratiques en milieu hospitalier.

Tous les diplômés s'insèrent en milieu professionnel rapidement, et le taux de poursuite en doctorat est élevé (autour de 40 %).

- Points forts :
  - Solide formation à la recherche.
  - Fort taux d'insertion des diplômés dans le thème de l'image.
  - Spécialité en informatique originale par ses applications dans le domaine des sciences expérimentales (médecine, biologie).
  - Visites et démonstrations dans les milieux où sont acquises les images (milieu clinique par exemple).
  - Très bonne complétion de la formation par les enseignements optionnels conseillés en M1.

- Points faibles :
  - L'intitulé de la spécialité dénote un champ thématique plus large que celui couvert par la formation.
  - Les intervenants sont issus de nombreuses équipes de recherche, le dossier ne mentionne pas de dispositif particulier de coordination (par exemple pour les propositions de projets).

Recommandations pour l'établissement

L'attractivité de la formation pourrait être améliorée par un renforcement de certains objectifs avancés. Ainsi, une part plus importante pourrait être donnée aux unités d'enseignement d'informatiques graphiques, avec de la modélisation géométrique, pour proposer des unités d'enseignement (ou un parcours ?) liées par exemple à la reconstruction 3D (à partir d'images), aux images de synthèses, à la réalisation de jeux vidéo ou de « jeux sérieux ». Certaines unités d'enseignement d'autres spécialités comme *Environnements virtuels interactifs et jeux vidéos* (EVIJeV) pourraient à cette fin être ré-utilisées.

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : A

Réseaux (RES)

• Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

UPMC, Paris ; Télécom ParisTech, Paris.

CFA ITIN, Cergy-Pontoise ; CFA INSTA, Paris

Pôle Universitaire Français (PUF), Ho-Chi-Minh-Ville (Vietnam).

Etablissement(s) en co-habilitation(s) :

Télécom ParisTech

Délocalisation(s) :

Pôle Universitaire Français, Ho-Chi-Minh-Ville (Vietnam).

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

• Présentation de la spécialité :

Cette spécialité porte sur les réseaux informatiques et les communications numériques. Elle aborde l'étude, la conception, la mise en œuvre et la sécurisation des réseaux.

• Appréciation :

Cette formation touche, à travers le thème du réseau, tous les aspects indispensables à une formation de niveau bac+5 en informatique : algorithmique, complexité, fondement des systèmes d'exploitation, entre autres. Une liberté de choix des unités d'enseignement est laissée aux étudiants tout au long du M1, bien que soient conseillées des unités d'enseignement très cohérentes avec les objectifs de la formation.

Il s'agit d'une spécialité qui est très en phase avec les besoins actuels et qui y répond parfaitement. Elle jouit d'une très grande attractivité notamment auprès d'élèves ingénieurs qui rejoignent la formation en seconde année. L'insertion professionnelle des étudiants est excellente.

La spécialité, résolument tournée vers l'international avec le programme PUF et le programme européen, possède une très bonne visibilité internationale. Son dynamisme se traduit également par l'ouverture prochaine de la formation en alternance.

Les étudiants sont fortement initiés à la recherche par : une unité d'enseignement projet obligatoire, la participation à des séminaires, une unité d'enseignement de méthodologie en recherche (analyse, écriture d'articles) et la participation des étudiants à des comités de programmes fictifs. La qualité de la formation sur le plan de la recherche est assurée par son fort adossement à trois équipes du LIP6 travaillant sur le thème des réseaux. De nombreuses unités d'enseignement en lien étroit avec le monde de l'entreprise sont dispensées par des spécialistes extérieurs. En résumé, cette formation est à la fois très complète et très riche en termes de pratiques pédagogiques.

• Points forts :

- Forts débouchés professionnels.
- Formation très attractive rejointe en M2 par de nombreux élèves d'écoles d'ingénieurs en double cursus.
- Nombreuses unités d'enseignement professionnalisantes.
- Possibilité de choisir une unité d'enseignement de méthodologie en recherche.
- Formation en alternance.
- Ouverture internationale notamment par une délocalisation de certaines unités d'enseignement au Pole Universitaire Français d'Ho-Chi-Minh-Ville.

• Point faible :

- Taux de réussite un peu faible en M1.

Recommandations pour l'établissement

Il conviendrait de poursuivre résolument la politique de coopération internationale et de formation en alternance et d'améliorer la visibilité dans les écoles d'ingénieurs par des opérations de communication.

Le dossier mentionne l'ouverture à la rentrée 2013 de la deuxième année en alternance aux titulaires d'un titre RNCP de niveau II. Le programme du semestre 3 en alternance ne permet pas à lui seul d'acquérir les connaissances requises d'un master d'informatique. Selon les candidats sélectionnés quelques unités d'enseignement de M1 seraient peut-être à ajouter au contrat pédagogique.

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A+
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A+
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : A

Systèmes et applications répartis (SAR)

• Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Paris

Etablissement(s) en co-habilitation(s) :

Télécom ParisTech, Paris

Délocalisation(s) :

Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique (IRCAM) pour l'un des profils.

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

• Présentation de la spécialité :

La spécialité *Systèmes et applications répartis* regroupe dans la mention *Informatique* tous les aspects de l'informatique évoluant autour des systèmes d'exploitation et des applications réparties principalement dans le domaine de l'informatique embarquée. Au dernier semestre d'enseignement sont proposés quatre profils de compétences :

- *Systèmes d'exploitation* ;
- *Algorithmique et programmation dans le contexte réparti* ;
- *Systèmes critiques* ;
- *Informatique répartie pour les applications musicales*.

• Appréciation :

Cette spécialité est largement adossée à une partie des équipes du département Réseaux et systèmes répartis du LIP6. Elle propose une formation en algorithmique et programmation réparties, en systèmes d'exploitation avec pour domaine d'application privilégiée les systèmes embarqués. De fait, des enseignements en sécurité ainsi que de solides connaissances en réseau complètent logiquement l'offre de cette formation qui présente un éventail d'unités d'enseignement riches et de haut niveau. Les unités d'enseignement obligatoires, couplées à celles conseillées, font de cette spécialité à la fois une formation généraliste qui permet aux diplômés d'afficher un profil adapté à la grande majorité des offres d'emploi et aussi une formation de pointe dans la thématique offrant une poursuite immédiate sur un travail de recherche.

Les profils de compétences en semestre S3 ont pour vocation le maintien d'une cohérence pédagogique dans les choix libres des étudiants. Ils sont peu cloisonnants et certains choix d'unités d'enseignement permettent même de suivre deux profils. Le profil lié aux applications musicales est original et intéressant. Il est concrétisé par une collaboration avec l'IRCAM, nouvelle illustration des liens que tisse ce master avec son environnement.

La spécialité affiche un fort taux d'insertion professionnelle et un nombre de poursuites en doctorat important.

• Points forts :

- Forte attractivité.
- Adossement recherche de grande qualité.
- Forts débouchés en recherche et dans le monde de l'entreprise.
- Bon équilibre entre les unités d'enseignement théoriques et pratiques.
- Unités d'enseignement sur l'informatique musicale originales et ayant du sens dans le contexte local.

• Points faibles :

- Comparativement aux autres spécialités, le taux d'abandon est un peu plus élevé et le taux de réussite en M2 un peu plus faible.
- Le dossier ne présente pas la répartition des étudiants par profil ni leur devenir : dans quelle mesure le parcours conditionne-t-il la nature du stage ou une poursuite éventuelle en doctorat ?

Recommandations pour l'établissement

Le taux d'abandon est très bien analysé dans le dossier et fait, entre autre, état du problème courant des étudiants étrangers manquant les premières semaines d'enseignement suite au délai de délivrance des visas. Une commission d'admission, uniquement pour ce type de dossier, légèrement avancée dans l'année pourrait être envisagée pour pallier ce problème. La formation en alternance pourrait être développée, comme indiqué dans le projet, ainsi qu'une impulsion volontariste de coopération internationale qui semble sous-utilisée. Le recrutement pourrait ainsi être amélioré, diminuant également par là le taux d'échec en M1.

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : A

Systèmes électroniques et systèmes informatiques (SESI)

• Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Paris

Etablissement(s) en co-habilitation(s) : /

Délocalisation(s) : /

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

• Présentation de la spécialité :

Cette spécialité allie l'informatique et l'électronique. Elle forme des spécialistes en systèmes embarqués depuis la conception et la programmation de circuits jusqu'à la réalisation des systèmes informatiques qui les pilotent. Dès le premier semestre, trois profils de compétences sont proposés :

- *Architectures multi-cœur OS et applications* ;
- *Systèmes électroniques et programmables* ;
- *Conception de circuits hétérogènes*.

• Appréciation :

Cette spécialité de niveau bac+5 correspond à un besoin réel dans le monde de l'entreprise et est pleinement adossée au département Systèmes embarqués sur puces du LIP6. Le recrutement est effectué parmi les titulaires de bac+3 en informatique ou électronique. Il n'existe pas en semestre S1 de parcours ou unités d'enseignement réservés selon la provenance des étudiants pour une éventuelle mise à niveau mais on peut imaginer que les profils de compétences sont choisis par les étudiants en fonction de leurs origines.

Les poursuites en doctorat sont nombreuses et l'insertion professionnelle très bonne, bien que peu d'étudiants semblent répondre aux enquêtes. Les profils étant relativement différents selon qu'ils penchent vers l'informatique ou l'électronique, une analyse des débouchés par colorations choisies serait bienvenue. Comme souvent avec les formations pluridisciplinaires, cette spécialité ne peut pas garantir un niveau bac+5 dans tous les domaines. Ici on peut émettre une réserve sur la délivrance d'un diplôme de la mention *Informatique* aux étudiants provenant de la licence d'électronique à qui manqueraient de nombreuses compétences « classiques » en informatique (algorithmique, ingénierie logicielle).

Le dynamisme de l'équipe pédagogique est à souligner avec un partenariat actif entre la spécialité et l'Université Française d'Egypte.

• Points forts :

- Effectifs importants pour une spécialité de pointe.
- Formation très complète sur le thème de l'embarqué allant de la conception de circuits à celle des systèmes d'exploitation.
- Taux de réussite tout à fait satisfaisant.
- Bonne insertion professionnelle.
- Formation proposée en parallèle avec mutualisation des enseignements à l'Université Française d'Egypte.

• Points faibles :

- Parcours tubulaire dès le M1 notamment pour deux colorations (bien qu'il y ait officiellement de nombreuses unités d'enseignement libres).
- Pour les étudiants issus d'une licence d'électronique et qui suivraient un parcours *Conception de circuits hétérogènes*, l'obtention d'un master mention informatique est discutable.
- L'unité d'enseignement *Projet* ne semble pas obligatoire.

Recommandations pour l'établissement

L'unité d'enseignement *Projet*, présente de manière obligatoire dans pratiquement toutes les spécialités mais non pour SESI, permettrait d'affermir les compétences pratiques de tous les étudiants et son caractère obligatoire serait appréciable ici.

Pour les étudiants provenant de la licence d'électronique, une mise à niveau en algorithmique, programmation, ingénierie logicielle pourrait être proposée.

La fiabilité/certification est généralement un élément clé dans les programmes embarqués. Le domaine émergeant de la preuve de programme s'insère encore timidement dans le monde de l'embarqué, mais proposer une telle unité d'enseignement dans cette formation ajouterait une ouverture vers des aspects théoriques.

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : A

Sécurité, fiabilité et performances du numérique (SFPN)

- Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Paris

Etablissement(s) en co-habilitation(s) : /

Délocalisation(s) : /

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

- Présentation de la spécialité :

Cette spécialité en création porte sur le calcul scientifique symbolique et numérique avec pour domaine d'application privilégié la sécurité informatique.

- Appréciation :

Cette spécialité en création porte sur le calcul scientifique et les domaines dans lesquels il intervient : la sécurité dans les réseaux (davantage au niveau du chiffrement que des protocoles) ou dans l'embarqué, la résolution de systèmes polynomiaux, etc.

La formation proposée est de grande qualité et s'appuie sur des équipes d'excellence dans le domaine. Cette thématique très pointue est fortement associée aux mathématiques comme en témoigne la possibilité de choisir des unités d'enseignement dans un master de mathématiques ou dans le master parisien *Recherche en informatique* (Paris 7, ENS Cachan). Une difficulté à laquelle cette formation pourrait être confrontée concerne précisément l'hétérogénéité des étudiants qui suivront les différentes unités d'enseignement avec des acquis variables en informatique et mathématiques.

Les débouchés de la filière seront principalement les organismes de recherche, les départements R&D des entreprises, ou encore les services luttant contre la cybercriminalité.

- Points forts :
  - Adossement recherche solide.
  - Diffusion de pratiques des sciences de l'ingénieur encore confinées dans les laboratoires et pour lesquels un besoin émerge.
  - Forts débouchés en doctorat.
  - Mise en application des connaissances dans des domaines très variés (économie, robotique, imagerie, etc.).

- Points faibles :
  - Unité d'enseignement *Projet* du semestre S2 non obligatoire.
  - Pas d'intervenants extérieurs.
  - Débouchés dans le monde de l'entreprise à confirmer.

Recommandations pour l'établissement

Cette formation en forte connexion avec les mathématiques laisse une grande liberté à l'étudiant dans le choix des unités d'enseignement à suivre. Par exemple, contrairement à la plupart des autres spécialités, l'unité d'enseignement projet du M1S2 n'est pas imposée. Elle permet pourtant de renforcer des compétences pratiques tout en proposant une première approche de la recherche par un travail bibliographique.

Au regard des attendus de la formation, certaines unités d'enseignement comme celles portant sur la représentation des nombres en machine semblent fondamentales alors qu'il n'est pas garanti de voir tous les étudiants la suivre.

Les flux entrants ne sont pas clairement précisés, la formation sera-t-elle ouverte aux étudiants issus de licences de mathématique ? Quels seraient les pré-requis pour des étudiants qui rejoindraient la formation en M2 ? Dans le cas d'une ouverture vers un public large, il faudrait alors prendre garde à ce que les diplômés issus de cette spécialité et qui disposeront alors d'un master en informatique aient bien acquis les compétences minimales exigées pour ce type de formation (programmation, algorithmique, structures de données, génie logiciel).

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : sans objet (création)
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : B

Science et technologie du logiciel (STL)

- Périmètre de la spécialité :

Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

Paris

Etablissement(s) en co-habilitation(s) : /

Délocalisation(s) : /

Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger : /

- Présentation de la spécialité :

L'objectif de cette formation est de former des spécialistes des langages de programmation et de la conception de logiciels. Lors du dernier semestre d'enseignement, en S3, des groupes d'unités d'enseignement peuvent être choisis donnant à la formation soit une coloration « recherche » par des études bibliographiques, soit une coloration professionnelle avec la réalisation de projets et l'acquisition de techniques professionnelles du développement, soit une coloration mixte laissant à l'étudiant la possibilité de panacher son parcours.

- Appréciation :

Cette spécialité traite le cœur même de la discipline informatique en portant sur la conception, l'analyse, et le développement de logiciels. Elle prend appui sur des solides prérequis en programmation que possèdent les étudiants issus de licence d'informatique puis aborde tous les aspects du logiciel, du génie logiciel jusqu'à la preuve de programmes.

Sur le plan professionnel, cette spécialité vise à former des architectes logiciels, des spécialistes de la conception de systèmes complexes mais aussi des langages. On est donc bien au-delà des compétences de simple développement logiciel qui doivent être acquises à l'issue de la licence. Cette orientation professionnelle est ensuite déclinée dans un mode recherche (optimisation logicielle, nouveaux langages) qui est en parfaite adéquation avec les sujets portés par les équipes de recherche auxquelles est adossée cette spécialité.

Le thème du logiciel correspond à des besoins très importants dans le monde de l'entreprise et les diplômés s'insèrent professionnellement sans aucune difficulté. Un quart des étudiants poursuit en doctorat.

- Points forts :
  - Forts débouchés aussi bien dans le monde de l'entreprise qu'en recherche.
  - Thème de spécialité permettant une ouverture vers de très nombreux domaines.
  - Coloration recherche ou professionnelle dictée par des unités d'enseignement très pertinentes et bien encadrées : études bibliographiques pour les unités d'enseignement recherche, projets en équipe pour les unités d'enseignement professionnelles.
  - Nombreuses poursuites en doctorats.
  - Master 2 en apprentissage à la rentrée 2013.
  - Poursuite en doctorat possible pour des étudiants ayant initialement suivi un parcours professionnel.

- Point faible :
  - Taux de réussite un peu faible en Master 1.

Recommandations pour l'établissement

Les chiffres remontés devraient distinguer l'échec ou l'abandon entre les étudiants issus des licences de l'UPMC et des étudiants extérieurs. Le taux de réussite pourrait être amélioré par un entretien personnalisé des candidats à cette spécialité.

Notation

- Projet pédagogique (A+, A, B, C) : A+
- Insertion professionnelle et poursuite des études choisies (A+, A, B, C) : A+
- Pilotage de la spécialité (A+, A, B, C) : A

Observations de l'établissement

Observations de l'établissement à l'évaluation AERES
du diplôme de Master mention Informatique

Domaine : Sciences, Technologie, Santé
Mention : Informatique
Numéro d'habilitation : S3MA140005743

Nous accusons réception de votre évaluation concernant le Master, et nous remercions les experts pour la qualité des remarques formulées.

La remarque des évaluateurs concernant le manque de délivrance de l'annexe descriptive au diplôme est justifiée. En raison des limitations de son système d'information scolarité, l'UPMC n'a pas pu mettre en place jusqu'à présent l'édition automatisée de l'annexe descriptive au diplôme. L'objectif de l'UPMC est de mettre en place cette édition durant le prochain contrat, dans le cadre de la refonte du système d'information étudiant qui a été entreprise depuis 2010.

Pour faire suite aux recommandations et conclusions, nous nous permettons de revenir vers vous pour apporter des éléments complémentaires vous permettant, nous l'espérons, de mieux comprendre les choix qui ont été les nôtres.

En premier lieu, nous sommes conscients que les taux de réussite pourraient être plus élevés en M1 et nous ferons tout notre possible pour l'améliorer. Néanmoins, ils reflètent une politique d'établissement d'accès au Master pour nos Licences et d'autres établissements.
Nous souhaitons apporter quelques précisions sur des faits qui aideront à éclaircir, nous l'espérons, certaines remarques qui ont été faites sur les spécialités.

Réponse au rapport AERES pour la spécialité IMA
L'intitulé de la spécialité est volontairement concis, conformément aux recommandations. Nous proposons toutefois d'ajouter un sous-titre : Analyse et interprétation d'images, vision par ordinateur, informatique graphique, imagerie bio-médicale qui sera placé sur le site de présentation de la spécialité.
Ce site (actuellement http://www-master.ufr-info-p6.jussieu.fr/lmd/specialite/ima/) fera, comme c'est le cas maintenant, apparaître dès la première page les objectifs de la spécialité ainsi que la liste des UE, ce qui en précisera clairement le périmètre.
La place disponible dans le document de soumission ne permettait pas de détailler tous les aspects de la coordination. Cependant des dispositifs sont déjà en place, et seront reconduits. La coordination générale s'effectue lors d'une réunion annuelle pour l'ensemble de la spécialité, et par des échanges réguliers par mail pour tous les points particuliers. Pour les projets par exemple, un appel à sujet est fait auprès de tous les enseignants de la spécialité. Ces projets sont regroupés sur un site, sur lequel les étudiants peuvent faire leur choix. La responsable des projets veille à satisfaire les préférences des étudiants, tout en préservant le meilleur équilibre possible.
Nous prenons bonne note de la recommandation sur l'informatique graphique. La modélisation géométrique, la reconstruction 3D et les images de synthèses sont des thèmes

prévus dans les UE proposées. L'extension à un parcours complet pourra être envisagée si le nombre d'étudiants le permet.

Réponse au rapport AERES pour la spécialité SESI

Nous nous attachons, lors du recrutement de notre public provenant de formations électroniques, à ce qu'un ensemble de pré-requis en informatique, et notamment en programmation, soit satisfait. Cette stratégie permet de garantir aux étudiants de profil électronique l'accessibilité des UE d'informatique qui relèvent des fondamentaux de la spécialité.

En pratique, un nombre conséquent de nos étudiants de M1 issus de licences électronique profite déjà du libre choix d'UE proposé par le Master pour s'ouvrir à des UE offertes par les spécialités connexes à SESI (notamment SAR, RES et STL).

Réponse au rapport AERES pour la spécialité SFPN

Lors de la prochaine habilitation (2014-2019), l'UPMC mettra en place un système de majeur/mineure pour la licence. Le flux entrant pour SFPN des étudiants issus de licences de l'UPMC sera principalement choisi avec une majeure et une mineure de type informatique/mathématiques ou de type mathématiques/informatique. Pour les étudiants venant de l'extérieur, cette double culture fera partie des critères de sélection. Pour les étudiants motivés mais présentant des lacunes dans l'un de ces deux domaines, nous veillerons à compléter leur formation pour qu'à la fin du master l'ensemble de tous les étudiants aient des connaissances homogènes.

Concernant les intervenants extérieurs, plusieurs de nos relations, tant en recherche qu'en développement, sont déjà intéressés pour intervenir lors de nos cours, séminaires et encadrer des projets/stages. Leur entreprise, ou laboratoire de recherche, sont des débouchés naturels à notre formation.

Réponse au rapport AERES pour la spécialité BIM

Tout d'abord, nous avons noté que pour les deux mentions de master, Informatique et Biologie Moléculaire et Cellulaire (BMC), la notation B a été attribuée uniquement aux projets pédagogiques à l'interface entre sciences biologiques et sciences formelles (informatique-biologie et physique-biologie). En conséquence, nous nous interrogeons sur les critères qu'il faut suivre pour évaluer ces formations et sur ce qui est vraiment requis. Elles sortent du cadre classique des spécialités de master car le but de ces formations n'est pas la biologie en soi ni l'informatique (ou la physique) en soi mais la préparation des étudiants à travailler à l'interface entre deux disciplines avec une compétence poussée dans une des disciplines et des connaissances importantes dans l'autre. Peut-on donc évaluer de tels projets pédagogiques en essayant de satisfaire les mêmes buts que pour les autres spécialités qui ne souffrent pas d'une telle dichotomie thématique?

Rappelons que l'évolution rapide de la biologie demande aujourd'hui des étudiants BAC+5 formés à l'interface des deux disciplines, et que les universités doivent pouvoir répondre à cette demande. Nous souhaitons porter l'attention sur les nouvelles recommandations (mars 2013) du conseil scientifique de l'Institut National des

Sciences Biologiques du CNRS concernant le besoin en formation et l'ouverture de nouveaux postes d'ingénieur bio-informaticien au sein des laboratoires de recherche en biologie.

Une formation à l'interface de deux filières de master. Dû aux différentes contraintes pédagogiques imposées par les deux mentions de master, la mise en place de la spécialité, à l'interface entre la biologie et l'informatique (et indirectement les mathématiques), a nécessité des **efforts considérables de construction pédagogique et logistique** au cours des années**:** des réflexions sur les buts de la formation et sur les programmes proposés en informatique et en biologie, des innovations pédagogiques pour tenir compte de la provenance pluridisciplinaire des étudiants, une recherche d'enseignants adaptés aux buts éducatifs (nos enseignants proviennent de formations différentes, et ceci au sein même de chaque UE), et une coordination des enseignants sur les thématiques enseignées dans les cours.

Une réponse sera apportée aux trois réflexions suivantes : (i) *« L'origine variée des étudiants ne garantit pas l'acquisition de compétences classiques en master d'informatique »,* (ii) *« Une unité d'enseignement supplémentaire de renforcement en programmation et en algorithmique avancée pourrait être proposée aux étudiants non issus d'une licence d'informatique »,* et encore (iii) *« Le troisième trimestre ne comprend pas réellement d'unité d'enseignement de spécialisation en informatique ».*

(i) Les étudiants qui suivent BIM sont inscrits dans les deux filières en fonction de leur licence d'origine, en informatique (étendue à la physique et aux mathématiques) ou en biologie. Ce choix a été fait pour assurer aux étudiants une formation dans leur discipline d'origine. La première année a le double but de favoriser l'acquisition de bases solides : 1. dans les matières qui ne sont pas celles d'origine des étudiants, 2. dans les matières de la discipline première de l'étudiant.

La formation proposée en M1 BIM par le **master d'informatique** suit la carte établie par la mention comme le reste des spécialités : deux cours sont obligatoires et les autres cours sont proposés en option. Les cours en option sont en grande partie partagés avec les spécialités IAD, STL et IMA pour permettre aux étudiants d'acquérir les compétences souhaitées dans le domaine informatique. Par exemple, le cours **COMPLEX**, offert en M1S1, a pour but de garantir les connaissances de complexité algorithmique citées comme absentes du cursus par le rapporteur. Il faut noter que BIM a été l'une des spécialités promotrices de ce cours qui vient d'être proposé par le master d'Informatique. Le cours d'algorithmique avancée **ALGAV** est aussi proposé.

(i) et (ii) En **BMC**, les cours fondamentaux spécifiques à la formation BIM sont des UE **obligatoires** de biochimie et de génétique du master. À l'interface avec l'informatique, en M1 la spécialité offre deux cours de programmation et algorithmique, et deux cours (suivis par les étudiants biologistes et informaticiens) comportant chacun pour plus de la moitié de l'algorithmique pour la bioinformatique. Ils ont aussi la possibilité de suivre un cours d'informatique avancée, MOREC ou MQIA. En M2, ils peuvent suivre toutes UE proposées en informatique y compris l'algorithmique avancée (ALGAV). Les effectifs réduits d'étudiants biologistes ne nous permettent pas d'ouvrir un cours d'algorithmique dédié. Nous réfléchirons à cette possibilité dans le futur.

(iii) Les cours proposés en M2 (3^{e} semestre) sont nécessaires pour permettre à nos étudiants de rentrer au cœur de la spécialité. Les sujets des cours de M2 sont à l'interface entre biologie, informatique, mathématiques et physique et les enseignants sont des informaticiens, mathématiciens, biologistes et physiciens. Plusieurs intervenants différents dans un même cours permettent la diversification des langages et des points de vue. Pour chacun des sujets traités en M2, nous continuons donc à donner à nos étudiants, des

compétences différentes à l'interface entre ces disciplines. Il faut noter que ce cursus est construit de manière à ce que les étudiants renforcent des compétences importantes en informatique acquises en M1.

Sur la variété des débouchés. Contrairement a ce qui a été mis en évidence par le rapporteur, que *« les débouchés sont relativement ciblés vers le milieu des laboratoires de recherche de biologie »*, nous souhaitons mettre en lumière qu'aujourd'hui, les étudiants des promotions BIM inscrits en thèse ont tous intégré des équipes de (bio)informatique et de biophysique et que leur formation en master leur permet de développer des méthodes originales en bioinformatique en s'appuyant sur leurs compétences informatiques et statistiques ainsi que biologiques obtenues dans la formation. Les sujets de thèse, de caractère théorique, demandent un développement de méthodes informatiques originales et ils ne se restreignent pas à l'application d'outils informatiques pour la biologie. Les étudiants ayant poursuivi leur carrière dans le monde du travail ont trouvé leur insertion dans des entreprises d'analyse de données cliniques (par exemple, IPSEN Innovation), pharmaceutiques (par exemple, SANOFI) ainsi que des centres comme le Génoscope (centre national du séquençage). Nous comptons dans nos effectifs également quelques insertions comme ingénieurs bio-informaticiens dans les laboratoires de biophysique et de biologie.
Pour finir, le mot « cellulaire » devrait être changé en « moléculaire » systématiquement dans le texte. En fait, les cours à l'interface proposés par la spécialité sont plutôt centrés autour de la génomique et, plus généralement, de la biologie moléculaire. Si une partie des cours concerne la biologie cellulaire, ainsi que la biologie systémique et les neurosciences, elle ne constitue pas le point le plus important de la formation.