
La formation

Il est important de remarquer que l'informatique est un domaine très vaste qui regroupe l'ensemble des techniques de traitement de l'information. Bien que la programmation soit un outil fondamental dans ce contexte, l'informatique comme discipline va bien au-delà de la programmation. Elle s'intéresse principalement à exploiter la puissance des systèmes informatiques dans le but de développer des systèmes complexes comme les systèmes d'information mondiale (pensez au World Wide Web et l'Internet des objets), l'intelligence artificielle (pensez aux voitures qui conduisent toutes seules par exemple), et des outils d'analyse de données puissants pour aider la société (par exemple, dans le cadre du projet du séquençage du génome humain, la recherche sur le cancer, ...). L'informatique est une discipline d'ingénieur, et beaucoup d'ingénieurs y seront confrontés tôt ou tard. Son développement a été fulgurant ces 20 dernières années et le sera encore pour longtemps. On vit dans une société de l'information où on a de plus en plus besoin de traiter cette information avec de nouveaux systèmes informatiques et c'est là que l'ingénieur civil en informatique intervient. Pour illustrer, la Figure 1 présente sur la page suivante donne quelques exemples de projets d'ingénierie de nouveaux systèmes informatiques.

Durant son cursus, l'étudiant va acquérir les compétences dans les domaines de la conception, la mise en œuvre, le déploiement et l'évolution des applications informatiques et des systèmes d'information en ayant une bonne compréhension des aspects techniques sous-jacents.

La formation couvre un large éventail de sujets en informatique, dont ceux-ci :

« Computational Intelligence »



L'objectif de l'intelligence computationnelle est de rendre nos ordinateurs encore plus compétents, encore plus conviviaux, encore plus invisibles, omniprésents et indispensables à la fois. Cette intelligence computationnelle est mise en œuvre partout : dans le fonctionnement du GPS ou de Google, dans les images de synthèse hollywoodiennes, dans les diagnostics médicaux et les logiciels de jeu d'échec, dans les systèmes automatisés de reconnaissance ou de synthèse de la parole, et enfin dans les robots,

que ceux-ci conduisent ou construisent des voitures, opèrent à cœur ouvert ou jouent au football. Nous offrons des cours d'introduction aux techniques symboliques et numériques de raisonnement, d'optimisation heuristiques et d'apprentissage qui forment la base du domaine. Sans oublier les techniques originelles de l'intelligence artificielle (raisonnement, traduction automatique, représentation des connaissances, apprentissage et fouille de données), elle couvre aussi le domaine plus récent de l'intelligence en essaim et de la robotique collective.



« Web and Information Systems »

Aujourd'hui notre société est basée sur l'information, et plus précisément, l'information sous forme numérique. Que ce soit des données traditionnelles, comme les données personnelles, commerciales ou des données complexes, comme les données multimédia, géographiques, génétiques, le type et la quantité d'informations stockées et consultées sous forme numérique a explosé au cours de ces dernières années (connu en Anglais sous le terme « big data »). Par conséquent la demande de l'industrie pour des spécialistes de la gestion d'information et analyse des données est énorme.



Les cours du sujet « Web et systèmes d'information » donnent les bases nécessaires pour réaliser une bonne gestion des informations numériques. Ils se concentrent sur les méthodes et les technologies permettant la

The following examples illustrate advances in science, engineering and technology that have required scientists and engineers in a variety of fields to develop a greater aptitude for computational thinking, and the extent to which Computing is now all-pervading.

The Human Genome Project was successful because of advances in computer controlled robotics and data analysis techniques²³. "From the beginning, laboratory automation has been recognised as an essential element of the Human Genome Project," says Ed Theil a computer systems engineer with the Human Genome Centre's instrumentation group. According to Tony Hansen, a physicist in the instrumentation group: "Automation also allows the development of new biochemical procedures that would otherwise be inconceivable due to the impracticality of numbers or the volume of work."

The ongoing experiments at the **Large Hadron Collider** generate 15 Petabytes (15 million Gigabytes) of data annually, which is creating significant data analysis challenges²⁴. As a result CERN is now a leading developer of a global Computing infrastructure called the Grid spanning 50 countries. According to CERN "The infrastructure built by integrating thousands of computers and storage systems in hundreds of data centres worldwide enables a collaborative Computer Science environment on a scale never seen before."²⁵

Predicting **global climate** change is only possible because of advanced computer models. According to the UK Met Office "The only way to predict the day-to-day weather and changes to the climate over longer timescales is to use computer models."²⁶

Methods of mathematics and Computer Science have become important tools in **analysing the spread and control of infectious diseases**. Partnerships among computer scientists, mathematicians, epidemiologists, public health experts, and biologists are increasingly important in the defence against disease.²⁷

The Airbus fly-by-wire system is critically dependent on advanced computer controlled digital technology. According to Airbus "fly-by-wire (FBW) technology is one of Airbus' principal competitive advantages" and "this technology has made significant progress, especially in the field of digital computers". This is an example of a system that depends on 'embedded software', which is becoming commonplace across a number of manufacturing industries.²⁸

The Chevrolet electric car known as the Chevy Volt has ten million lines of embedded software. According to a recent New York Times article car manufacturers "view leadership in control software as strategically vital" in developing new electric hybrid vehicles.²⁹

23 www.hg.gov/Science-Articles/Archive/human-genome-mapping-sequencing.html

24 CERN 2008 *Data analysis*. (See <http://publib.web.cern.ch/publib/en/Research/DataAnalysis-en.html>)

25 CERN 2011 *Worldwide LHC computing grid*. (See <http://log.web.cern.ch/log/public/default.htm>)

26 Met Office 2011 *Climate modelling*. (See www.metoffice.gov.uk/climate-change/guide/science/modelling)

27 Roberts, F 2004 *Science careers: computational and mathematical epidemiology*. Washington: AAAS.

28 Airbus 2011 *Fly-by-wire*. (See www.airbus.com/innovation/proven-concepts/in-design/fly-by-wire)

29 Wilson, R 2011 *Ten million lines in 29 months – model-driven development on the Chevy Volt*. (See www.eetimes.com/discussion/include/4215057/Ten-million-lines-in-29-months--model-driven-development-on-the-Chevy-Volt)

Brooke, L 2011 *Computer code an increasingly precious E.V. commodity*. (See www.nytimes.com/2011/01/23/automobiles/23SPIES.html)

26 Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools

Figure 1- Computational Thinking is Science and Engineering. Copied from "Shut down or restart? The way forward for computing in UK

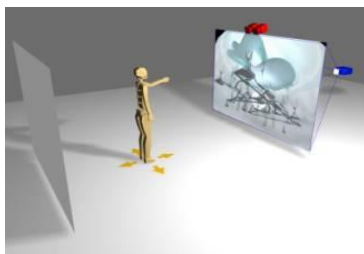
production, le stockage et l'extraction des informations et des connaissances de manière efficace. Dans ce contexte, l'option étudie l'ensemble du spectre des systèmes d'information, allant des systèmes de bases de données relationnelles traditionnelles, en passant par les entrepôts de données et les systèmes distribués orientés vers le « big data » jusqu'aux systèmes d'information basés sur le Web et le Web sémantique. Une grande importance est accordée à la fois à la théorie sous-jacente des solutions aux problèmes de gestion de l'information, ainsi qu'à la mise en œuvre pratique de ces solutions.

« Conception de logiciels et de systèmes critiques »

Les applications de l'informatique sont aujourd'hui très nombreuses et diversifiées. L'ordinateur a depuis longtemps perdu son statut de machine de bureau, et est utilisé dans différents environnements qui ont chacun leurs contraintes. Le talon d'Achille de ces différentes applications reste certainement le *logiciel*. En effet, il est, encore aujourd'hui, difficile d'écrire du logiciel qui est à la fois *correct* et *efficace*, surtout s'il s'agit de logiciel de grande dimension (plusieurs millions de lignes de code). Certains échecs industriels récents (*crash* lors du premier vol d'Ariane 5, appareils de radiothérapie délivrant des doses trop élevées de radiation,...) ont eu des conséquences retentissantes, tant sur le plan humain qu'économique, et ont finalement pu être imputés à des *erreurs (bugs) dans un logiciel de contrôle*.



Les cours du sujet "Conception de logiciels et de systèmes critiques" concernent les techniques de conception de logiciel, au sens large. On y abordera, d'une part, des aspects approfondis du génie logiciel classique et de la conception de langages de programmation, et, d'autre part, des techniques de développement de logiciels pour les systèmes *critiques*, c'est-à-dire les systèmes dont toute défaillance peut avoir une conséquence catastrophique. En ce qui concerne les aspects de génie logiciel et de conception de langages, les cours sont principalement empruntés à la VUB, dont c'est la spécialité. En ce qui concerne les systèmes critiques, le programme propose des cours spécialement dédiés aux *systèmes embarqués*, aux *systèmes à microprocesseurs*, et aux *systèmes sécurisés* (opérations bancaires sur Internet, etc.)



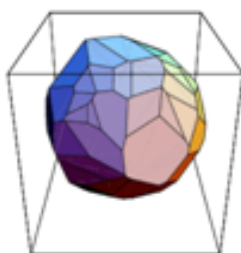
« 3D Graphics et traitement d'images »

Que ce soit pour les loisirs (jeux, cinéma, ...), l'industrie (analyse vidéo, contrôle de qualité,...) ou la santé (imagerie médicale, télé-diagnostic, ...) l'image et les médias en général occupent une part croissante des applications. Tous les domaines de notre société de l'information sont concernés par les applications multimédia.

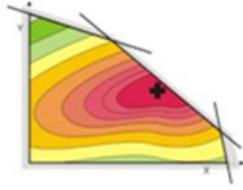


Le sujet « 3D Graphics et traitement d'images » aborde les technologies liées à l'acquisition, le traitement et la synthèse de données multimédia, en particulier le son, l'image, et la vidéo. Ceci se fait d'une manière multidisciplinaire, couvrant notamment les notions liées à l'ingénierie classiques telle l'étude du signal mais aussi les dispositifs matériels récents (GPGPU, GraphicsProcessing Unit).

« Optimization and Algorithms »

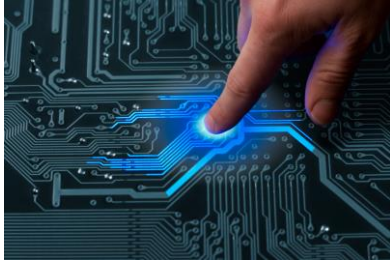


Comment rendre plus efficace la distribution des paquets dans un réseau de communication tel qu'Internet? Quelles sont les méthodes permettant de faire les meilleurs choix lorsqu'il faut tenir compte de plusieurs critères? Comment assigner des fréquences de communications minimisant les interférences dans un réseau de senseurs sans fil ? Quelle est la complexité de ces tâches ? « Optimisation et algorithmes » aborde les nombreux outils et abstractions mathématiques permettant de formaliser et résoudre les problèmes d'optimisation et de décision. Ces outils incluent en particulier la programmation mathématique, l'algorithmique combinatoire et géométrique, et la théorie de la décision. Les cours de ce sujet ont



pour objectif d'amener l'étudiant à pouvoir modéliser correctement des problèmes d'optimisation tels que ceux mentionnés ci-dessus, ainsi qu'à choisir une méthode appropriée pour les résoudre. Les aspects de complexité algorithmiques, de choix de structures de données appropriées ainsi que l'étude théorique et empirique de l'efficacité des méthodes de solutions sont abordés.

« Computer Engineering »



Computer engineering concerne le développement intégré de l'électronique et du logiciel. L'électronique numérique et l'informatique étant des domaines relativement proches, les cours approfondissent l'architecture numériques de l'ordinateur ainsi que les techniques matériels pour le traitement des informations en temps réel.

« Entrepreneuriat et Gestion »

Couvre des sujets spécifiques à l'informatique, comme la gouvernance des systèmes d'informatique en entreprises, aussi bien que des sujets plus larges comme la finance, gestion, et l'entrepreneuriat.



La formation en Master est organisée de la façon suivante :

- Un tronc commun à tous les ingénieurs civil en informatique, assure de solides bases dans l'ensemble des différents sujets cités ci-dessus. Ce tronc commun comprend 8 cours et un projet en MA Bloc 1 ainsi que 2 cours et le mémoire en MA Bloc 2.
- L'étudiant peut compléter son programme avec un ensemble de cours qui couvrent les sujets qui l'intéressent plus, pour un total de 45 ECTS de cours à option.
- En MA Bloc 1, l'étudiant choisit un module complet (15 ECTS) de 3 cours parmi les modules « Computational Intelligence and Optimization », « Software and Critical Systems Design », et « Web and Information Systems ».
- En MA Bloc 2, l'étudiant choisit 30 ECTS des cours à option, dans le(s) sujet (s) qui l'intéressent plus.
- Un stage de trois mois, vivement conseillé par la filière, est offert en MA2 pour vous donner une première expérience professionnelle enrichissante. (10 ECTS) L'offre de stage est très importante pour les ingénieurs civils en informatique et les possibilités de stage à l'étranger le sont également.

MASTER BLOC 1

TRONC COMMUN (45 ECTS)

1 MODULE COMPLET (15 ECTS) DE 3 COURS À CHOISIR PARMIS :

MODULE 1.1	MODULE 1.2	MODULE 1.3
COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND OPTIMIZATION	SOFTWARE AND CRITICAL SYSTEMS DESIGN	WEB AND INFORMATION SYSTEMS

MASTER BLOC 2

TRONC COMMUN (30 ECTS)

30 ECTS DE COURS À OPTION,
A CHOISIR PARMIS LES COURS DES MODULES SUIVANTS
(et les cours des modules 1.1-1.3 non choisis en bloc 1)

MODULE 2.1	MODULE 2.2	MODULE 2.3
STAGE/INTERNSHIP	COMPUTER ENGINEERING	ENTREPRENEURSHIP AND MANAGEMENT
MODULE 2.4	MODULE 2.5	MODULE 2.6
COMPUTATIONAL INTELLIGENCE	WEB & INFORMATION SYSTEMS	3D GRAPHICS AND IMAGE PROCESSING
MODULE 2.7	MODULE 2.8	MODULE 2.9
ALGORITHMS	OPTIMIZATION	SOFTWARE AND CRITICAL SYSTEMS

Les projets, stages et mémoires de fin d'études

L'informatique est une discipline qui nécessite le développement d'une expertise pratique. C'est pourquoi de nombreux cours se déclinent en partie autour de l'élaboration de projets. L'étudiant devra y développer une approche proactive lui permettant d'acquérir les réflexes et les perspectives nécessaires à son accomplissement futur en tant qu'ingénieur en informatique.

Un projet d'informatique de 5 ECTS est prévu dans le programme de MA Bloc 1. Les divers thèmes proposés dans ce projet s'articulent à la fois autour des cours mais également des sujets de recherche et d'expertise des enseignants. Pour ce projet de MA1, l'étudiant peut aussi choisir de faire le projet « chef d'équipe », qui le confrontera à la gestion d'un groupe d'étudiant de première année, ou le projet CODEPO, un projet de coopération au développement organisé par le BAPP.

Des projets seront également à réaliser au sein de différents cours ce qui complète cet apprentissage. Par exemple, les projets du cours « Introduction à la Théorie des Langages et la Compilation » leur permettront d'appréhender les mécanismes de conception d'outils informatiques pour le traitement de données. Le projet de groupe du cours « génie logiciel et de gestion de projets » illustre les aspects importants du génie logiciel et du travail en équipe. Suivant l'option proposée, divers autres projets doivent être réalisés. Par exemple, autour du cours de « Techniques d'Intelligence Artificielle », les étudiants de premier master auront à réaliser l'une ou l'autre méthode du cours sur un cas concret comme par exemple un réseau neuronal pour la reconnaissance d'image.

Pour se familiariser avec le monde professionnel, les étudiants de MA2 sont vivement encouragés à réaliser un stage de longue durée (12 semaines) en entreprise ou un laboratoire de recherche à l'étranger. Le stage devra se dérouler dans la période entre début juillet et fin octobre de la rentrée en MA2. Ce stage est un atout professionnel pour tous nos étudiants. Il est d'ailleurs très facile de trouver un stage à l'étranger dans l'informatique, les sociétés étant en manque cruel de talents dans ce domaine. Par exemple, en 2013, sur 4 stagiaires, 3 ont réalisés un stage à l'étranger : 2 à New York, et un chez Adobe à San Francisco. En 2014, 10 étudiants ont fait un stage.

Les Mémoires de Fin d'Études quant à eux se développent principalement autour des pôles de recherche. Les étudiants ont également la possibilité de réaliser leur mémoire en collaboration avec une entreprise privée ou un centre de recherche étranger où ils ont fait leur stage par exemple. L'aspect recherche de la filière comporte donc des études en collaboration avec des entreprises, de la recherche appliquée et de la recherche plus fondamentale. Les sujets abordés sont variés, allant de la modélisation spatio-temporelle aux méthodes numériques d'aide à la décision en passant par la synthèse de contrôleur industriel et l'optimisation combinatoires. Bien que travaillant en étroite collaboration, les différentes unités ont chacune des projets de recherche bien spécifiques. Pour plus d'information, veuillez vous reporter sur le site des différentes unités.

Atouts professionnels et débouchés

Les technologies de l'information ont connu une expansion fulgurante au cours des dernières décennies et constituent un débouché majeur pour les ingénieurs. La spécificité de l'ingénieur en informatique est de posséder des connaissances générales poussées dans les autres disciplines de l'ingénieur, ce qui lui offre un avantage sans équivalent dans le monde professionnel.

La qualité du Master a été reconnue par l'attribution du label EUR-ACE© en 2013. Il s'agit d'un label européen reconnaissant la qualité des formations d'ingénieur. (<http://www.enaee.eu/eur-ace-system>)

Les ingénieurs en informatique trouveront des débouchés très variés :

- dans la conception de systèmes informatiques et la consultance en projets informatiques ;
- dans les secteurs directement orientés vers le transport de l'information (données, images et son), dont les réseaux informatiques ;
- dans les secteurs dont l'activité principale est la gestion de l'information : banques, assurances, administrations ;
- dans l'industrie manufacturière, dont les besoins informatiques croissent sans cesse non seulement pour

la gestion, mais aussi dans le processus de production, avec une forte tendance à l'intégration de ces deux aspects ;

- dans les nouvelles activités que les technologies de l'information permettent de créer, telles la création multimédia et la bio-informatique.

Il est bon de rappeler que l'Europe manque cruellement de spécialistes des technologies de l'information et que cette pénurie s'accroîtra dans les prochaines années. Les ingénieurs civils en informatique sont très recherchés sur le marché de l'emploi, et nos anciens étudiants ne manquent pas de travail, ni de perspectives.

Pour plus d'informations

Président : Stijn Vansummeren <stijn.vansummeren@ulb.ac.be>

Vice-Président : Jérémie Roland <jroland@ulb.ac.be>