

**Avis n° 2016/09-12**  
**relatif à l'Admission par l'État**  
**de diplômes de master de la Faculté des sciences de**  
**l'université libre de Bruxelles en Belgique (VUB)**

**Objet :**

**Dossier G :** 1<sup>ère</sup> demande d'admission par l'État, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 2016, des 8 diplômes suivants de la Vrije Universiteit Brussel :

- *Bachelor en sciences de l'ingénieur - Bachelor of Science in de ingenieurswetenschappen (VL) - Bachelor of Science in Engineering (EN)*
- *Bachelor en sciences de l'ingénieur: architecture - Bachelor of Science in de ingenieurswetenschappen: architectuur (VL) - Bachelor of Science in Architectural Engineering (EN)*
- *Master en sciences de l'ingénieur: architecture - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: architectuur (VL) - Master of Science in Architectural Engineering (EN)*
- *Master en sciences de l'ingénieur en génie civil - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: bouwkunde (VL) - Master of Science in Civil Engineering (EN)*
- *Master en sciences de l'ingénieur en électronique et génie des technologies de l'information - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: elektronica en informatietechnologie - Master of Science in Electronics and Information Technology Engineering*
- *Master en sciences de l'ingénieur en génie électromécanique - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: werktuigkunde-elektrotechniek (VL) - Master of Science in Electromechanical Engineering (EN)*
- *Master en sciences appliquées et sciences de l'ingénieur: informatique appliquée - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: toegepaste computerwetenschappen (VL) - Master of Science in Applied Sciences and Engineering: Applied Computer Science (EN)*
- *Master en sciences de l'ingénieur en chimie et génie des matériaux - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: chemie en materialen (VL) - Master of Science in Chemical and Materials Engineering (EN)*

- Vu le code de l'éducation et notamment les articles L642-7 et R642-9,
- Vu la demande présentée par la Vice-Ministre-Présidente du gouvernement flamand, ministre flamande de l'enseignement,
- Vu le rapport établi par : HENRIST Gabriel, membre de la CTI et rapporteur principal  
JOLLY Anne-Marie, membre de la CTI et co-rapporteuse  
REMAUD Bernard, expert de la CTI et co-rapporteur  
BEDAT Laurent, GOEDERT Marie-Jo, LEMAITRE Denis, MAILLARD Jean-Jacques, VIDIL Roland, experts de la CTI  
CHOUERY Danièle, DE HERDE André, GELDERS Ludo, WALRAVEN J., WOJCIK Stéphane, experts internationaux  
MILOT Alexandre, expert élève ingénieur  
et présenté en réunion plénière de la CTI les 13 et 14 septembre et le 11 octobre 2016,

Trois universités belges, établissements d'enseignement supérieur, ont demandé à être auditées par la CTI en vue de faire reconnaître en France leurs diplômes par la procédure d'admission par l'État. Il s'agit d'une première demande. Ces diplômes de « **master en sciences de l'ingénieur** » sont délivrés à l'issue d'une formation en cinq ans composée d'un premier cycle scientifique et technologique généraliste de trois ans suivi d'un cycle de spécialisation de deux ans conduisant au master. Le premier cycle se conclut par la délivrance d'un diplôme de bachelor dit « de transition ». 55 formations ont été examinées au regard des référentiels R&O 2012 international, ESG 2009 et EAFSG (EUR-ACE Master).

**La Commission des titres d'ingénieur a adopté le présent avis :**

### **Présentation générale**

L'université libre de Bruxelles (VUB), université néerlandophone, faisait à l'origine partie de l'ULB, université francophone créée en 1834 par Théodore Verhaegen. À partir de 1890, certains cours de droit sont enseignés en néerlandais, mais ce n'est qu'en 1963 que pratiquement toutes les facultés proposent leurs cours en néerlandais. Après une crise politique, la scission de Leuven, le départ des sections francophones de Louvain et la création de l'université catholique de Louvain sur le nouveau campus de Louvain-la-Neuve en 1968, la VUB se sépare de l'ULB le 1<sup>er</sup> octobre 1969 et est juridiquement, administrativement et scientifiquement créée en mai 1970.

Durant l'année universitaire 2013-2014, 15 444 étudiants fréquentaient les huit facultés de la VUB. La Faculté des sciences comptait alors 342 étudiants en bachelor, 609 en master et 354 en doctorat, soit un total de 1 305 étudiants.

Seuls les diplômes de la Faculté des sciences sont concernés par la présente démarche d'accréditation :

- 2 bachelors (180 crédits ECTS) : Bachelor en sciences de l'ingénieur (238 étudiants) et Bachelor en sciences de l'ingénieur : architecture (104 étudiants). La langue d'enseignement est le néerlandais.
- 9 masters (120 crédits ECTS) totalisant 609 étudiants (dont 13 étudiants du *Master Physical Land Resources*, 15 étudiants du *Master Photonics Engineering* et 12 étudiants du *Master Biomedical Engineering* non inclus dans le périmètre de l'audit). Selon le code légal d'application en Flandre, ces formations sont enseignées en anglais à la condition que leurs équivalents en néerlandais soient également proposés.

### **Caractéristiques générales**

Comme les autres facultés de la VUB, la Faculté des sciences dispose d'une grande autonomie pour la gestion de ses ressources humaines et financières. Elle est composée de onze départements qui sont responsables des cours, ceux-ci étant étroitement liés à leurs travaux de recherche.

Un douzième département, l'INDI (*Industrial Engineering*, RAE, page 7), est responsable uniquement des cours de bachelor et de master (240 ECTS) le concernant. Il est exclu de l'audit.

La recherche constitue un des piliers de la faculté ; les conseils des départements sont responsables de la gestion de leur département. L'enseignement est une activité transversale gérée par le comité d'enseignement de la faculté, et elle s'appuie sur les ressources humaines et les équipements mis à disposition par les départements.

Les ressources financières de la Faculté des sciences proviennent essentiellement de fonds de recherche tiers : « de 2009 à 2013, le revenu total de la Faculté des sciences dans cette

catégorie était de 72 228 M€, soit un budget moyen de recherche de 14,5 M€ par an (en augmentation). »

La politique générale de la Faculté des sciences est de « *développer, transférer et mettre en œuvre un enseignement universitaire de qualité et une recherche scientifique ignorant tous les préjugés* ».

L'orientation recherche des enseignements dispensés est clairement mise en avant, avec une approche ascendante pour l'élaboration des programmes.

Cette approche, qui se fonde sur les compétences des équipes de recherche, a le mérite de maintenir les connaissances scientifiques au plus haut niveau des dernières recherches, mais elle pourrait néanmoins conduire à des difficultés quant aux compétences indispensables que les élèves ingénieurs doivent acquérir dans les domaines transversaux et non scientifiques.

## **Analyse globale**

### **Forces**

- *La VUB est une université orientée recherche, qui offre un environnement scientifique de haut niveau (à la fois en termes de personnel et d'équipements) pour les études d'ingénieur.*
- *Avec le soutien de l'université, la faculté s'est dotée d'une politique de formation bien définie centrée sur les compétences des étudiants.*
- *L'élaboration des programmes basée sur une approche ascendante et axée sur la recherche assure un niveau scientifique élevé des diplômés.*
- *La solide formation scientifique de base proposée aux étudiants leur permet d'être polyvalents et de pouvoir envisager une carrière avec des responsabilités diversifiées et dans de nombreux domaines.*
- *La structure globale de la formation des ingénieurs paraît cohérente, avec des bachelors qui offrent un socle commun solide à tous les étudiants et un système préparant aux masters à la fin du bachelor.*
- *La collaboration avec les autres facultés et le nombre de projets pluridisciplinaires complètent les programmes sur l'entrepreneuriat.*
- *Les équipes universitaires de la faculté ont mis en place une relation durable et mutuellement bénéfique avec les industriels.*
- *Les résultats de la Faculté des sciences dans le domaine de la recherche sont bons et permettent d'attirer des contributions financières suffisantes pour rémunérer un nombre significatif de chercheurs, qui peuvent contribuer à la formation des étudiants.*
- *Les diplômés trouvent un emploi facilement et rapidement en profitant du manque d'ingénieurs en Belgique par rapport à la demande.*
- *Les étudiants, en nombres limités, apprécient la disponibilité des équipes d'enseignants que permet cette situation.*
- *Un projet d'infrastructures ambitieux pour le logement des étudiants, les salles de cours et des espaces d'accès aux domaines culturels est en cours d'élaboration.*

### **Faiblesses**

- *En s'appuyant fortement sur les départements de recherche, la faculté manque d'une vision et d'une gestion globales pour les acquis d'apprentissage non scientifiques.*
- *L'autonomie notable des directions de formations entraîne une variabilité de mise en œuvre de la politique décidée par la faculté.*

- *Il semble y avoir une certaine réticence à associer l'ensemble des parties prenantes (société civile, anciens diplômés, employeurs) à la supervision formelle des contenus et acquis des formations.*
- *La très forte demande d'ingénieurs en Belgique ne motive pas le personnel enseignant à s'investir sérieusement dans l'employabilité des diplômés (suivi des diplômés, politique de stages, exposition systématique des étudiants à un environnement de travail non universitaire...)*
- *La faculté ne tire pas pleinement profit de sa situation géographique, ni du statut de Bruxelles, ni de sa réputation internationale pour encourager la mobilité sortante des étudiants et attirer les meilleurs étudiants étrangers.*
- *Les compétences non scientifiques sont censées s'acquérir dans le cadre de projets ou autres expériences au cours des études. Il serait judicieux que certaines de ces compétences soient sélectionnées et enseignées par des intervenants extérieurs.*
- *L'acquisition d'expériences professionnelles ne devrait pas se limiter à des stages non obligatoires.*
- *Les questions administratives, liées en particulier au programme BRUFACE, ont été examinées, les étudiants devant traiter à la fois avec les systèmes de l'ULB et de la VUB. Ce point est l'un des axes du plan d'action actuel de la VUB.*
- *Le nombre d'étudiants engagés dans des études scientifiques est relativement faible malgré la forte demande de diplômés en Belgique. La gente féminine, en particulier, est faiblement représentée, sauf pour la filière Ingénieur Architecte.*

### **Risques et opportunités**

- Les contraintes juridiques relatives aux langues à utiliser pour l'enseignement risquent d'entraver le développement international de la Faculté, même si, à ce jour, aucun problème n'a été enregistré.
- L'implication du personnel dans la préparation de l'accréditation internationale est à noter ; des efforts doivent être déployés pour qu'elle soit durable, afin d'en tirer pleinement profit sur le long terme.
- Les diplômes BRUFACE, qui connaissent un vrai succès, et les autres masters en anglais offrent un cadre multiculturel et multilingue unique qui pourrait être développé.
- La faculté pourrait collaborer encore davantage avec les autres universités (ULB, UGent...), ce qui permettrait d'atteindre le niveau des formations BRUFACE, « *European Master in Photonics* » et « *European Master in Biomedical Engineering* ».
- Des partenariats stratégiques avec des parties prenantes externes pourraient aider à renforcer la situation financière et l'attractivité de la VUB.

---

### **Présentation générale**

L'université libre de Bruxelles (VUB), université néerlandophone, faisait à l'origine partie de l'ULB, université francophone créée en 1834 par Théodore Verhaegen. À partir de 1890, certains cours de droit sont enseignés en néerlandais, mais ce n'est qu'en 1963 que pratiquement toutes les facultés proposent leurs cours en néerlandais. Après une crise politique, la scission de Leuven, le départ des sections francophones de Louvain et la création de l'université catholique de Louvain sur le nouveau campus de Louvain-la-Neuve en 1968, la VUB se sépare de l'ULB le 1er octobre 1969 et est juridiquement, administrativement et scientifiquement créée en mai 1970.

Durant l'année universitaire 2013-2014, 15 444 étudiants fréquentaient les huit facultés de la VUB. La Faculté des sciences comptait alors 342 étudiants en bachelor, 609 en master et 354 en doctorat, soit un total de 1 305 étudiants.

Seuls les diplômes de la Faculté d'ingénierie sont concernés par la présente démarche d'accréditation :

- 2 bachelors (180 crédits ECTS) : *Bachelor en sciences de l'ingénieur* (238 étudiants) et *Bachelor en sciences de l'ingénieur : architecture* (104 étudiants). La langue d'enseignement est le néerlandais.
- 8 masters en sciences de l'ingénieur (120 crédits ECTS) : un total de 609 étudiants, dont 13 étudiants du *Master Physical Land Resources*, 15 étudiants du *Master Photonics Engineering* et 12 étudiants du *Master Biomedical Engineering* et du *Master of Industrial Engineering and Water Resources Engineering*, non inclus dans le périmètre de l'audit.

## Caractéristiques générales

Comme les autres facultés de la VUB, la Faculté des sciences dispose d'une grande autonomie pour la gestion de ses ressources humaines et financières.

« La Faculté des sciences est composée de **onze départements** qui sont responsables des des cours en ingénierie (300 ECTS), ceux-ci étant étroitement liés à leurs travaux de recherche. Un douzième département, l'INDI (*Industrial Engineering*), est responsable uniquement des cours de bachelor et de master le concernant (240 ECTS) dans le cadre de la formation « 240-ECTS Industrial Engineering », qui ne relève pas du présent rapport (RAE, page 7).

La recherche constitue un des piliers de la faculté ; les conseils de départements sont responsables de la gestion de leur département. L'enseignement est une activité transversale gérée par le comité d'enseignement de la faculté, et elle s'appuie sur les ressources humaines et les équipements mis à disposition par les départements. Les ressources financières de la Faculté des sciences proviennent essentiellement de fonds de recherche tiers :

« De 2009 à 2013, le revenu total de la Faculté des sciences dans cette catégorie était de 72 228 M€, soit un budget de recherche moyen de 14,5 M€ par an (en augmentation). »

Annexe 7.4

La politique générale de la Faculté des sciences est de « *développer, transférer et mettre en œuvre un enseignement universitaire de qualité et une recherche scientifique ignorant tous les préjugés* » (RAE, page 1). L'orientation recherche des enseignements dispensés est clairement mise en avant, avec une approche ascendante de l'élaboration des programmes.

*Cette approche, basée sur la compétence des équipes de recherche, peut être source de difficultés pour les formations dans les matières non scientifiques et transversales.*

En plus de la priorité accordée à la recherche, la Faculté des sciences se distingue par son implication dans les sciences de l'éducation, la professionnalisation du personnel universitaire et le département des affaires pédagogiques.

« La formation pédagogique est obligatoire pour le personnel universitaire nommé pour la première fois à un poste d'enseignant (annexe 1.13)... Le département des affaires pédagogiques organise chaque année des ateliers et des conférences portant sur des thèmes pédagogiques et des techniques de formation. La plupart des membres du personnel universitaire (ZAP ou AAP) ont participé à un ou plusieurs de ces ateliers au cours de leur carrière »... Les sujets abordés étaient notamment : « Évaluer le travail de groupe : évaluation par les pairs et auto-évaluation », « Utilisation des forums de discussion dans l'enseignement », « Techniques vocales », « Comment motiver ses étudiants ? », « Travailler avec la plateforme électronique d'apprentissage Pointcarré ».

La faculté a travaillé sur les acquis d'apprentissage attendus de la part des diplômés. La description des compétences est en parfaite cohérence avec les descripteurs de Dublin pour les trois cycles du processus de Bologne, et dans une très large mesure avec les compétences incluses dans les référentiels de la CTI et d'EUR-ACE. La cartographie des

compétences en fonction des unités d'apprentissage et des méthodes pédagogiques a été établie pour chaque formation.

Toutefois, l'articulation entre cette orientation « acquis » et l'approche fondée sur les contenus décrite ci-dessus n'est pas encore finalisée ; un déséquilibre potentiel persiste au niveau des arbitrages entre la part dédiée aux compétences scientifiques, guidées par les besoins et ressources en matière de recherche, et la part dédiée aux compétences dites « transversales » (*soft skills*).

Une initiative remarquable est le suivi des parcours des étudiants par une équipe dédiée.

Le rapport d'auto-évaluation (RAE) reflète une certaine culture de l'assurance qualité avec la présence d'un tableau de bord.

Une seule analyse SWOC globale de l'établissement dans son ensemble figure en dernière annexe (14.01).

*La Commission est d'avis que l'université de Bruxelles aurait tout à gagner à réaliser une analyse SWOC pour chaque formation.*

## **Analyse globale**

### **Forces**

- La VUB est une université orientée recherche, qui offre un environnement scientifique de haut niveau (à la fois en termes de personnel et d'équipements) pour les études d'ingénieur.
- Avec le soutien de l'université, la faculté s'est dotée d'une politique de formation bien définie centrée sur les compétences des élèves.
- L'élaboration des programmes basée sur une approche ascendante et axée sur la recherche assure un niveau scientifique élevé des diplômés.
- La structure globale de la formation des ingénieurs paraît cohérente, avec des bachelors qui offrent un socle commun solide à tous les étudiants et un système préparant aux masters à la fin du bachelor.
- La formation scientifique de base solide proposée aux étudiants leur permet d'être polyvalents et de pouvoir envisager une carrière avec des responsabilités diversifiées et dans de nombreux domaines.
- La collaboration avec les autres facultés et le nombre de projets interdisciplinaires complètent les programmes sur l'entrepreneuriat.
- Les membres du personnel universitaire de la faculté ont mis en place une relation durable et mutuellement bénéfique avec les industriels.
- Les résultats de la Faculté des sciences dans le domaine de la recherche sont bons et permettent d'attirer des contributions financières suffisantes pour rémunérer un nombre significatif de chercheurs, qui peuvent contribuer à la formation des étudiants.
- L'innovation est extrêmement efficace au sein de la VUB : 18 start-ups ont été créées, qui sont restées implantées à proximité de la faculté, et le département « Interface de transfert technologique » (*Technology Transfert Interface* ou TTI) apporte un soutien solide à ces créations. Le département TTI gère 51 des brevets de la VUB (seul ou avec l'IMEC) depuis 2004.
- Les diplômés de la VUB trouvent un emploi facilement et rapidement, grâce à la qualité des formations, en profitant du manque d'ingénieurs en Belgique par rapport à la demande.
- L'importante interaction entre les équipes d'enseignants et les étudiants, de même que l'accessibilité des enseignants font partie de la vision pédagogique de l'université de Bruxelles. Les étudiants apprécient la disponibilité du personnel universitaire, le nombre peu élevé des étudiants y étant pour beaucoup.
- Un projet d'infrastructures ambitieux pour le logement des étudiants, les salles de cours et des espaces d'accès aux domaines culturels est en cours d'élaboration.

- Il existe une association des anciens élèves, très active dans l'organisation de stages et d'un salon de l'emploi annuel, permettant ainsi aux anciens élèves de rendre compte de leur expérience à l'université.

### **Faiblesses**

- En s'appuyant fortement sur les départements de recherche, la faculté manque d'une vision et d'une gestion globales pour les acquis d'apprentissage non scientifiques.
- L'autonomie notable des directions de formations entraîne une variabilité de mise en œuvre de la politique décidée par la faculté.
- Il semble y avoir une certaine réticence à associer l'ensemble des parties prenantes (société civile, anciens diplômés, employeurs) à la supervision formelle des contenus et acquis des formations.
- La très forte demande d'ingénieurs en Belgique ne motive pas le personnel enseignant à s'investir sérieusement dans l'employabilité des diplômés (suivi des diplômés, politique de stages, exposition systématique des étudiants à un environnement de travail non universitaire...).
- La faculté ne tire pas pleinement profit de sa situation géographique, ni du statut de Bruxelles, ni de sa réputation internationale pour encourager la mobilité sortante des étudiants et attirer les meilleurs étudiants étrangers.
- Les compétences non scientifiques sont censées s'acquérir dans le cadre de projets ou autres expériences au cours des études. Il serait judicieux que certaines de ces compétences soient sélectionnées et enseignées par des intervenants extérieurs.
- L'acquisition d'expériences professionnelles ne devrait pas se limiter à des stages non obligatoires.
- Les questions administratives, liées en particulier au programme BRUFACE, ont été examinées, les étudiants devant traiter à la fois avec les systèmes de l'ULB et de la VUB. Ce point est l'un des axes du plan d'action actuel de la VUB.
- Le nombre d'étudiants engagés dans des études scientifiques est relativement faible malgré la forte demande de diplômés en Belgique. La gente féminine, en particulier, est faiblement représentée, sauf pour la filière Ingénieur Architecte.

### **Risques et opportunités**

- Les contraintes juridiques relatives aux langues à utiliser pour l'enseignement risquent d'entraver le développement international de la faculté, même si, à ce jour, aucun problème n'a été enregistré.
- L'implication du personnel dans la préparation de l'accréditation internationale est à noter ; des efforts doivent être déployés pour qu'elle soit durable afin d'en tirer pleinement profit sur le long terme.
- Les diplômés BRUFACE, qui connaissent un vrai succès, et les autres masters en anglais offrent un cadre multiculturel et multilingue unique qui pourrait être développé.
- La faculté pourrait collaborer encore davantage avec les autres universités (ULB, UGent...), ce qui permettrait d'atteindre le niveau des formations BRUFACE, « *European Master in Photonics* » et « *European Master in Biomedical Engineering* ».
- Des partenariats stratégiques avec des parties prenantes externes pourraient aider à renforcer la situation financière et l'attractivité de la VUB.

### **Synthèse des évaluations par diplôme**

**Bachelor en sciences de l'ingénieur** - Bachelor of Science in de ingenieurwetenschappen (VL) - Bachelor of Science in Engineering (EN)

L'objectif général du Bachelor en sciences de l'ingénieur est de fournir un enseignement scientifique et technique de base, diversifié et polyvalent, qui prépare les étudiants à n'importe quel master en ingénierie. À cette fin, plus des deux tiers du programme sont communs et seule une partie de la 3<sup>e</sup> année de bachelor est consacrée à la spécialisation. En plus des connaissances, les étudiants doivent également acquérir des compétences (communication, recherche, résolution des problèmes, travail en équipe, etc.) et des attitudes (sens critique, apprentissage continu, sensibilité aux questions éthiques, sociales, écologiques et économiques) importants pour les études de master et leur future carrière.

Les diplômés du Bachelor en sciences de l'ingénieur possèdent de solides connaissances en mathématiques, physique, chimie, mécanique, informatique, électricité, ainsi que dans des disciplines technologiques connexes comme la science des matériaux, le transfert de chaleur et de masse, et l'électronique. L'étudiant doit être capable de mettre en œuvre les connaissances acquises pour résoudre des problèmes théoriques, expérimentaux et technologiques. Les compétences majeures permettant de parvenir à des solutions comprennent le raisonnement analytique, les savoir-faire expérimentaux, le calcul d'erreur, la programmation, et les techniques numériques. Il doit être capable d'aller chercher des informations spécifiques et de les assimiler, de tirer à terme des conclusions en tenant compte des aspects éthiques, écologiques, économiques et sociaux. Les étudiants doivent savoir se comporter correctement au sein d'une équipe et pouvoir communiquer leurs idées et engager des débats avec des tiers pour parvenir à une conclusion commune.

#### **Avis de la Commission :**

- L'évaluation du bachelor par les étudiants est assez positive.
- Le véritable impact des acquis d'apprentissage sur les formations et leur évaluation, pour les compétences transversales en particulier, reste discutable.
- La demande des étudiants en faveur d'un bachelor BRUFACE a bien été notée.

---

## **Bachelor et Master en sciences de l'ingénieur : architecture**

Ces deux formations composent *de facto* un cursus intégré de cinq ans ; le diplôme de bachelor n'a pas d'orientation professionnelle, mais il représente une étape vers le master ; à ce titre, le bachelor ne peut pas prétendre au label EUR-ACE.

**Bachelor en sciences de l'ingénieur : architecture** - Bachelor of Science in ingenieurswetenschappen: architectuur (VL) - Bachelor of Science in Architectural Engineering (EN)

*180 crédits ECTS, dispensé en néerlandais, 104 étudiants (2013-2014)*

L'objectif général du Bachelor en sciences de l'ingénieur : architecture est de doter les étudiants d'un niveau élevé de compétences et de connaissances dans le domaine de l'architecture et des sciences de l'ingénieur.

Les étudiants du bachelor bénéficient d'un enseignement général et scientifique basé sur l'acquisition progressive de connaissances et de compétences, tout en portant



sur l'orientation individuelle et l'auto-développement, et ce grâce à une approche pluridisciplinaire assortie d'une intégration mutuelle des connaissances entre les cours, soutenue par une forte implication des enseignants et des chercheurs. Une grande partie des membres du corps enseignant font partie d'un cabinet d'architecture ou d'un bureau d'études, dispensant ainsi directement aux étudiants un savoir théorique de pointe et des compétences pratiques.

Une formation solide aux sciences fondamentales sert de fondement pour l'acquisition des connaissances et compétences liées aux sciences de l'ingénieur et leur application dans l'environnement bâti. Apprendre aux étudiants à comprendre et réfléchir de manière critique à la théorie et l'histoire de l'architecture ainsi qu'aux critères susceptibles de mener à des solutions durables les pousse à mettre au point des concepts qui répondent aux enjeux sociétaux actuels. (RAE, page 28)<sup>1</sup>

#### **Avis de la Commission :**

- Le bachelor vise à garantir un niveau élevé en sciences fondamentales grâce à un système qui permet de préparer les étudiants au master.
- Le Bachelor en science de l'ingénieur : architecture assure une préparation parfaite au master du même nom.

**Master en sciences de l'ingénieur : architecture** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: architectuur (VL) - Master of Science in Architectural Engineering (EN)

*120 crédits ECTS, dispensé en anglais, 52 étudiants (2013-2014)*

L'objectif du Master en sciences de l'ingénieur : architecture est de former des ingénieurs en architecture aptes à concrétiser les synergies entre les disciplines de l'architecte et celles de l'ingénieur.

Le master fait partie du programme BRUFACE piloté conjointement avec l'ULB, et il est dispensé en anglais.

Cette formation universitaire, intrinsèquement caractérisée par l'intégration de la recherche scientifique dans l'enseignement, vise à doter les étudiants d'un niveau avancé de connaissances et de discernement. Ils sont formés à l'application inventive et créative des connaissances en architecture et en ingénierie dans le cadre de missions complexes. Forts d'une vision élaborée par leurs soins, ils peuvent judicieusement intégrer les savoirs, pratiques et éléments culturels liés à la construction et l'architecture dans des projets de haut niveau.

Un environnement d'apprentissage pluridisciplinaire, enrichi par des chercheurs universitaires et des praticiens expérimentés issus du domaine d'activité, fournit la toile de fond idéale au transfert des connaissances de pointe, des expériences concrètes et des sources d'inspiration permettant de relever les défis sociétaux actuels et futurs de l'environnement bâti, en accordant une attention particulière à l'orientation individuelle et à l'auto-développement. (RAE, page 52)

#### **Analyse (propre au département) :**

- Les ateliers de conception, qui représentent une partie importante du cursus,

---

<sup>1</sup> Ici et dans la suite du document, les descriptions succinctes des formations sont généralement extraites du rapport d'auto-évaluation.

sont dirigés par des praticiens travaillant à temps partiel en tant qu'enseignants. Leur interaction avec les enseignants-chercheurs à temps plein est limitée.

- Le département entretient de nombreuses relations avec ses parties prenantes, mais qui mériteraient d'être formalisées ; la mise en réseau avec les anciens élèves n'est pas systématique.
- La mobilité sortante doit être encouragée de même que l'exposition à un environnement de travail non universitaire.
- La politique de développement international doit être redéfinie et assortie d'une stratégie claire visant, de manière générale, à favoriser la mobilité entrante-sortante, et, plus spécifiquement, à attirer plus d'étudiants.

### **Analyse (propre au diplôme) :**

- La matrice des compétences qui illustre les rapports entre cours et compétences est encore peu claire et fait partie des axes d'amélioration proposés.
- Des méthodes pédagogiques sont conçues pour contribuer au perfectionnement des étudiants et développer leurs capacités d'innovation.
- La part laissée aux cours non scientifiques est faible, les cours facultatifs étant laissés au choix des étudiants. Cette partie des acquis d'apprentissage est donc moins bien gérée que la partie scientifique.
- Le master paraît trop centré sur lui-même (peu d'échanges entre étudiants et enseignants).
- L'absence d'une vision stratégique de la VUB et certaines difficultés à se projeter dans le futur sont à déplorer. Des actions prospectives doivent être entreprises, afin d'inclure ces thèmes de l'ingénierie architecturale dans les priorités de la transition énergétique et de la civilisation post-carbone.
- Une stratégie à moyen terme doit être définie.
- Un plan d'assurance qualité doit être établi en impliquant la totalité du personnel.
- Les enquêtes systématiques sur les emplois occupés par les diplômés et la mise en réseau avec les anciens élèves doivent être améliorées.

### **Master en sciences de l'ingénieur en génie civil - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: bouwkunde (VL) - Master of Science in Civil Engineering (EN)**

*120 crédits ECTS, dispensé en anglais, 30 étudiants (2013-2014)*

L'objectif du Master en génie civil est de dispenser un vaste enseignement pluridisciplinaire fondé sur les sciences dans la conception, l'élaboration et l'entretien de projets de génie civil, en tenant compte de la stabilité, de la sécurité, des coûts et de l'environnement. Le génie civil compte parmi les disciplines d'ingénierie les plus diversifiées ; dans une économie en forte mutation, les diplômés présentent l'avantage d'être des généralistes en génie civil, disposés à apprendre tout au long de leur vie et capables de se réorienter facilement en cours de carrière. Cet objectif se traduit par des programmes de 3e année de bachelor et de 1e année de master

relativement génériques, qui comprennent pour l'essentiel une formation approfondie en techniques du bâtiment, modélisation, conception et construction de toutes sortes de structures porteuses, géotechnique et gestion de l'eau. Dans le second master, l'étudiant a la possibilité de se spécialiser dans l'une des trois options, à savoir (i) *Structures*, (ii) *Matériaux de construction et géomatériaux*, et (iii) *Ressources en eau*. Les trois options s'appuient fortement sur les recherches scientifiques menées au sein des départements concernés. Grâce aux cours facultatifs, l'étudiant peut approfondir son expertise dans le domaine choisi, ou élargir ses connaissances, par exemple en gestion ou dans d'autres sujets liés à l'entreprise, et effectuer un stage. La formation vise à former des professionnels responsables et communicants, sachant adopter une attitude critique et analytique pour résoudre des problèmes, et capables de jouer un rôle de premier plan dans la réalisation de projets de génie civil. Par ailleurs, la solide formation scientifique intégrée au programme assure un parcours optimal vers des emplois orientés recherche, comme un chercheur préparant un doctorat à l'université. La forte présence, dans le programme de génie civil, de maîtres de conférence venant de l'industrie (neuf maîtres de conférence externes rien que pour les cours obligatoires) garantit que les étudiants sont exposés aux points de vue à la fois des universitaires et des industriels, et que nos jeunes ingénieurs peuvent se forger des avis nuancés sur des enjeux socio-technologiques. (RAE, page 34)

**Analyse (propre au diplôme) :**

- Le master devrait participer plus activement à la formalisation de ses relations avec les parties prenantes.
- Une offre de cours facultatifs plus diversifiée devrait être proposée aux étudiants.
- Les stages, tout comme la mobilité internationale, devraient être encouragés.

**Master en sciences de l'ingénieur en électronique et génie des technologies de l'information** - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: elektronica en informatietechnologie - Master of Science in Electronics and Information Technology Engineering

*120 crédits ECTS, dispensé en anglais, 25 étudiants (2013-2014)*

Le master BRUFACE-EIT, enseigné en anglais à la VUB et à l'ULB, rassemble un nombre relativement important de diplômés qui poursuivent leur parcours dans une voie orientée vers la recherche, en suivant par exemple un doctorat à l'université ou en travaillant pour des instituts de recherche.

Afin de répondre à des orientations professionnelles différentes, la première année du master est entièrement consacrée à laisser les étudiants se constituer un large socle de connaissances et de compétences, dans le sillage du bachelor mais en approfondissant beaucoup plus leurs connaissances fondamentales. Au cours de la seconde année du master, les étudiants peuvent choisir l'une des trois options, consolidant leurs intérêts et capacités dans l'une de ces directions. Les cours facultatifs leur permettent de se spécialiser davantage, ou d'acquérir les savoirs et compétences complémentaires qu'ils jugent utiles. (RAE, page 45)

**Analyse (propre au diplôme) :**

- La communication et la visibilité de ce master doivent être améliorées en Belgique et à l'étranger.
- La mobilité sortante doit être davantage développée.
- La mise en réseau des anciens élèves doit être améliorée.
- La politique en matière de stages doit être mieux définie, promue et organisée.
- Les compétences contextuelles et transversales sont censées être des acquis différents types d'études préalables, et ne font pas l'objet de cours spécifiques. La Commission et les employeurs que nous avons rencontrés comprennent les arguments et convictions de la direction du master mais ils estiment qu'un enseignement complémentaire obligatoire serait très utile pour les étudiants et leurs futurs employeurs.
- L'attractivité de cette formation est très faible.

**Master en sciences de l'ingénieur en génie électromécanique** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: werktuigkunde-elektrotechniek (VL) - Master of Science in Electromechanical Engineering (EN)  
*120 crédits ECTS, dispensé en anglais, 51 étudiants (2013-2014)*

Tandis que de nombreuses universités proposent des filières séparées en génie électrique et génie mécanique, la VUB offre une filière en génie électromécanique. L'idée est de former des ingénieurs ayant suivi une formation diversifiée tant dans le domaine de la mécanique que de l'électrotechnique, en portant une attention particulière aux interactions entre ces domaines. La quasi-totalité des activités industrielles requièrent des ingénieurs généralistes de ce type, aussi sont-ils extrêmement convoités. De plus, nos ingénieurs possèdent la formation et les capacités leur permettant d'acquérir rapidement les compétences nécessaires dans des domaines plus spécialisés. En outre, pour de tels emplois spécialisés, les employeurs offrent souvent une spécialisation en interne. (RAE, page 41)

#### **Analyse (propre au diplôme) :**

- Le master propose aux étudiants un large socle de connaissances et de compétences scientifiques et techniques de haut niveau.
- Il offre quatre spécialisations conformes aux compétences des laboratoires d'appui de la VUB et de l'ULB, qui permettent au diplômé d'accéder facilement au marché du travail ou à des études de doctorat.
- Le rapport d'auto-évaluation ne présente pas d'analyse SWOT de la formation (même si une analyse SWOC globale de la VUB figure à la dernière annexe) ni, par conséquent, de plan stratégique clair quant à l'avenir de ce master.
- Bien qu'il existe un fort potentiel d'augmentation des admissions d'étudiants (en particulier sur le marché international), la faculté ne déploie que peu d'efforts pour le promouvoir, d'une part car elle estime que ses ressources sont limitées et d'autre part car elle trouve difficile de recruter des étudiants ayant le bon niveau.
- Les contrats de recherche des professeurs et l'orientation mondiale du domaine donnent lieu à de nombreux liens informels avec les industriels (50 % des sujets de thèse proviennent de l'industrie) ; pour autant, des efforts restent encore à faire pour conférer un côté plus formel et plus régulier à ces liens,

par exemple pour accroître la pertinence du cursus par rapport à l'emploi et pour sensibiliser davantage les étudiants aux besoins et contextes de leur future vie professionnelle.

- En ce qui concerne les normes internationales, il sera toujours difficile pour ce master d'évaluer tous les attributs attendus de la part d'ingénieurs diplômés (en particulier au niveau de la « pratique de l'ingénieur »).

**Master en sciences appliquées et sciences de l'ingénieur : informatique appliquée** - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: toegepaste computerwetenschappen (VL) - Master of Science in Applied Sciences and Engineering: Applied Computer Science (EN)

*120 crédits ECTS, dispensé en anglais, 53 étudiants (2013-2014)*

Le Master en informatique appliquée porte sur la conception et l'ingénierie de systèmes informatiques intelligents, viables et pratiques, utilisant des dispositifs, composants, matériels électroniques et photoniques, technologies logicielles, capteurs et actionneurs existants pour répondre aux exigences d'applications bien définies. Ce domaine des sciences de l'ingénieur en TIC est généralement connu sous le nom de « Systèmes intelligents de conception de systèmes » et s'associe au secteur des *big data*. Les systèmes intelligents se caractérisent généralement par leur nature multimodale et multisensorielle, donnant lieu à des ensembles de données répartis et multidimensionnels qui nécessitent un traitement efficace, et dont le rendement doit être (visuellement) représenté de manière conviviale pour le consommateur/prosommateur.

Le Master en informatique appliquée dispense un enseignement général en systèmes intelligents génériques de conception de systèmes complété par des matières secondaires facultatives dans des domaines importants tels que la santé numérique et les villes intelligentes. La formation offrira toutefois aux étudiants les compétences pour intervenir dans d'autres domaines d'application tels que l'usine du futur, les réseaux intelligents ou les systèmes de production alimentaire. De manière générale, le cumul des connaissances devrait donner naissance à un ingénieur TIC capable de concevoir des systèmes de systèmes. (RAE, page 48)

**Analyse (propre au diplôme) :**

- Il existe un déséquilibre entre la mobilité entrante et la mobilité sortante des étudiants (améliorer la participation aux programmes d'échange).
- Plus d'informations/données de suivi des diplômés seraient utiles (analyse de l'employabilité des diplômés).
- Une proportion beaucoup plus importante de stages en entreprise est indispensable (améliorer également les informations sur les stages).
- Intégrer les principes de base de la gestion des ressources humaines au programme.

**Master en sciences de l'ingénieur en chimie et génie des matériaux** - Master of Science in de ingenieurswetenschappen: chemie en materialen (VL) - Master of Science in Chemical and Materials Engineering (EN)

120 crédits ECTS, dispensé en anglais, 16 étudiants (2013-2014)

Le Master en chimie et génie des matériaux offre un panorama unique et intégré des technologies chimiques et des matériaux, introuvable ailleurs en Flandre. Son objectif global est de former des ingénieurs qui répondent aux besoins technologiques modernes du marché du travail, s'agissant surtout des technologies des procédés, de la chimie et de l'environnement et de la science des matériaux. Les diplômés poursuivent souvent leur parcours dans des voies axées sur les procédés ou la recherche, travaillant la majeure partie du temps dans la transformation, le contrôle qualité, des unités de R&D de grandes ou petites entreprises chimiques ou axées sur les matériaux, ou suivant un doctorat à l'université. L'enquête menée auprès d'anciens élèves, à laquelle 41 % d'entre eux ont répondu, indique que les jeunes diplômés se dirigent vers la technologie des matériaux, l'industrie chimique, la recherche, l'aéronautique et l'industrie des métaux non ferreux.

#### **Analyse (propre au diplôme) :**

- La communication et la visibilité de ce master doivent être renforcées en Belgique et à l'étranger.
- La mobilité sortante doit être davantage développée.
- La mise en réseau des anciens élèves devrait être améliorée.
- Une stratégie plus claire visant à attirer plus d'étudiants devrait être mise en œuvre.

En conséquence,

**Premièrement**, la Commission des titres d'ingénieur **émet un avis favorable à l'Admission par l'État** pour **une durée maximale de six ans** à compter du 1<sup>er</sup> septembre 2016 des cinq diplômes suivants délivrés par la Faculté des sciences de l'université libre de Bruxelles (VUB) (Belgique) :

- **Master en sciences de l'ingénieur : architecture** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: architectuur (VL) - Master of Science in Architectural Engineering (EN)
- **Master en sciences de l'ingénieur en génie civil** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: bouwkunde (VL) - Master of Science in Civil Engineering (EN)
- **Master en sciences de l'ingénieur en électronique et génie des technologies de l'information** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: elektronica en informatietechnologie - Master of Science in Electronics and Information Technology Engineering
- **Master en sciences de l'ingénieur en génie électromécanique** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: werktuigkunde-elektrotechniek (VL) - Master of Science in Electromechanical Engineering (EN)
- **Master en sciences de l'ingénieur en chimie et génie des matériaux** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: chemie en materialen (VL) - Master of Science in Chemical and Materials Engineering (EN)

Cet avis s'accompagne des recommandations suivantes :

Recommandations générales pour l'établissement :

- La faculté gagnerait à inclure autant que possible dans les équipes d'enseignants des membres et représentants de l'ingénierie issus du secteur d'activité.
- La Commission regrette que les indicateurs de base ne soient pas accessibles au public sous une forme synthétique.
- Avec le programme BRUFACE, un projet couronné de succès piloté conjointement avec l'ULB, le personnel et la direction de la Faculté des sciences font la preuve de leur ouverture d'esprit et de leur capacité d'adaptation. Cette expérience, ainsi que l'accord conclu avec la NPU chinoise, devrait servir à encourager des partenariats internationaux avec des universités européennes spécialement sélectionnées.
- Le projet BRUFACE constitue une solide expérience de doubles diplômes dispensés en anglais ; leur attractivité devrait être exploitée pour attirer davantage d'étudiants étrangers. Ils sont de bons modèles pour la création de véritables programmes communs.
- La mobilité estudiantine sortante est loin de ce que l'on pourrait attendre d'une université qui souhaite former des « citoyens du monde » ; la Faculté des sciences devrait prendre des mesures fortes pour atteindre les objectifs de la VUB d'une mobilité estudiantine de 20 %.
- La mobilité estudiantine entrante est également faible et la revendication d'un positionnement stratégique au centre de l'Europe pourrait être mieux exploitée.
- L'absence d'une vision stratégique de la VUB et certaines difficultés à se projeter dans le futur sont à déplorer. Des actions prospectives doivent être entreprises afin d'inclure ces thèmes de l'ingénierie architecturale dans les priorités de la transition énergétique et de la civilisation post-carbone.
- La promotion du label BRUFACE mériterait toutefois de faire l'objet d'une communication plus efficace.
- Un nombre insuffisant d'enquêtes sur les futurs besoins est à regretter. Cela permettrait d'anticiper les mises à jour du cursus.
- Un cycle d'amélioration continue (roue de Deming) est une bonne manière de finaliser efficacement un système d'assurance qualité.
- Une organisation bien structurée, une formation en assurance qualité, une répartition des responsabilités, une définition et un suivi de quelques indicateurs de performance (KPI) bien choisis et pertinents, en totale cohérence avec la stratégie de l'établissement, permettront de donner du sens et les résultats mesurables qui s'y rapportent.
- Des méthodes participatives doivent encore être mises au point et le thème de l'assurance qualité est un bon moyen de les développer et d'en mesurer les avantages. Naturellement, les résultats seront publiés lorsque les KPI seront définis et acceptés par tous les acteurs dès lors que le système qualité sera opérationnel et les premiers résultats obtenus.
- Inclure plus de personnes dans le processus qualité.
- Élaborer une politique stratégique pour chaque master.
- Élaborer une vraie politique internationale, en particulier pour les étudiants et le personnel.
- Inclure des responsables de l'industrie extérieurs dans les différents comités de décision de la VUB notamment.
- Organiser une vraie politique « gagnant-gagnant » entre les anciens élèves, les étudiants, les diplômés et l'établissement.

Les recommandations pour chaque formation sont les suivantes :

- **Master en sciences de l'ingénieur : architecture** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: architectuur (VL) - Master of Science in Architectural Engineering (EN)
  - Mettre l'internationalisation au cœur des préoccupations du personnel, nouer des liens avec Sint Lucas.
- **Master en sciences de l'ingénieur en génie civil** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: bouwkunde (VL) - Master of Science in Civil Engineering (EN)
  - Augmenter le nombre de stages, sélectionner des partenaires internationaux.
- **Master en sciences de l'ingénieur en électronique et génie des technologies de l'information** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: elektronica en informatietechnologie - Master of Science in Electronics and Information Technology Engineering
  - Renforcer les relations avec l'industrie et travailler sur les compétences en communication orale des étudiants.
- **Master en sciences de l'ingénieur en génie électromécanique** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: werktuigkunde-elektrotechniek (VL) - Master of Science in Electromechanical Engineering (EN)
  - Réduire la charge de travail des étudiants, encourager la mobilité des étudiants et du personnel.
- **Master en sciences de l'ingénieur en chimie et génie des matériaux** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: chemie en materialen (VL) - Master of Science in Chemical and Materials Engineering (EN)
  - Définir une vision de l'avenir, développer la mobilité sortante, clarifier la stratégie de recrutement des étudiants, renforcer l'enseignement de la sécurité des procédés.

L'établissement établira, pour le 15 septembre 2019, **un rapport** sur la prise en compte des recommandations.

Le **label EUR-ACE Master** pourra être **attribué aux cinq diplômes cités ci-dessus**, sur demande de l'établissement, pour la même période.

**Deuxièmement**, la Commission a évalué favorablement la **recevabilité** du diplôme suivant, globalement conforme aux référentiels d'évaluation :

- **Master en sciences appliquée et sciences de l'ingénieur : informatique appliquée** - Master of Science in de ingenieurwetenschappen: toegepaste computerwetenschappen (VL) - Master of Science in Applied Sciences and Engineering: Applied Computer Science (EN)

Suite à l'évaluation, la CTI émet les recommandations suivantes pour cette formation :

- Le rapport demandé vise à s'assurer que le niveau scientifique du recrutement et des diplômés permet aux futurs employeurs de faire confiance au diplôme d'ingénieur.
- Renforcer les relations avec l'industrie et travailler sur le manque d'informations relatives aux programmes d'échanges internationaux et aux stages.



La demande d'admission par l'État de ce master pourra être à nouveau examinée dans trois ans en fonction des évolutions mises en œuvre à la suite des recommandations exprimées par la CTI.

Le **label EUR-ACE Master** pourra être **attribué à ce diplôme**, sur demande de l'établissement, pour une période de six ans, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 2016.

**Troisièmement**, la Commission a évalué favorablement la conformité des deux cursus de bachelor de transition avec les normes d'évaluation. Ces diplômes ne peuvent faire l'objet ni d'une admission par l'État ni du label EUR-ACE Master.

Suite à l'évaluation, la CTI émet les recommandations suivantes pour ces deux formations :

- **Bachelor en sciences de l'ingénieur : architecture** - Bachelor of Science in de ingenieurswetenschappen: architectuur (VL) - Bachelor of Science in Architectural Engineering (EN)
  - Améliorer le dialogue avec d'autres formations à l'architecture e Flandre ; adapter les structures à l'enseignement.
- **Bachelor en sciences de l'ingénieur** - Bachelor of Science in de ingenieurswetenschappen (VL) - Bachelor of Science in Engineering (EN)
  - Réduire la charge de travail et le décrochage en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> année de bachelor.

Le présent avis sera transmis au ministère français en charge de l'Enseignement supérieur et de la Recherche qui statuera sur les admissions par l'État demandées.

La liste de tous les diplômes français habilités ou étrangers admis par l'État est publiée, chaque année, au Journal Officiel de la République française. Ces diplômes feront donc partie le cas échéant de cette liste, pour les années indiquées.

Les titulaires de ces diplômes délivrés durant la période couverte par l'admission par l'État seront dès lors autorisés à porter en France le titre d'ingénieur diplômé.

Délibéré en séance plénière à Paris, les 13 et 14 septembre 2016

Approuvé en séance plénière à Paris, le 8 novembre 2016

Le président  
Laurent MAHIEU

