

**Evaluation des cursus de BIOINGÉNIEUR et INGÉNIEUR CIVIL
en Fédération Wallonie-Bruxelles**

ANALYSE TRANSVERSALE

M. Michel JACCARD, président du comité

**MM. Bernard REMAUD, Pierre FLEISCHMANN
et Jacques SCHWARTZENTRUBER, rapporteurs CTI,**

**Mmes Marianne LEFORT, Fanny METIFIOT, Irina VERETENNICOFF,
MM. Aziz BENLARBI-DELAÏ, Philippe BLEROT, Prosper BURQ, Dominique CHABOD,
Yves COQUET, Ambroise FAVRIE, François FLEURY, Patrick GERLIER, Alain GERMEAU,
Albert GIRAUD, Nicéphore GRAULE, Lucien HOFFMANN, Patrick JOURET,
Nicolas LACHAUD-BANDRES, Julien LOYER, René-Paul MARTIN-DENAVIT, René MOTRO,
Robert PELLETIER, Bertrand PERRIN, Guillaume PONCELET, Jean-Louis RICCI,
Selven RUNGIAH, Dirk VANDEPITTE, Pascal VERDONCK et Jan WASTIELS, experts**

Bruxelles, septembre 2013

Avant-propos rédigé par la Cellule exécutive de l'AEQES	10
Historique de l'exercice conjoint d'évaluation AEQES et d'accréditation CTI	11
Composition du comité des experts	12
Lieux, dates et mise en œuvre des visites	16
Transmission des rapports préliminaires, droit de réponse des établissements et publication des rapports finals de synthèse	16
Calendriers et plans de suivi des recommandations des experts	16
État des lieux et analyse transversale	17
Processus d'accréditation par la CTI	17
Etat des lieux des formations BIOINGENIEUR et INGENIEUR CIVIL rédigé par le comité des experts	18
Partie I : données de contexte	19
1.1. Le métier de l'ingénieur	19
1.1.1. Historique belge de la formation en ingénierie	19
1.1.2. Devenir ingénieur	20
1.2. Les nouveaux défis de la formation des ingénieurs	22
1.2.1. Un environnement qui mute dès les années 70	22
1.2.2. L'impact de la mondialisation	23
1.2.3. L'émergence de la responsabilité sociétale	23
1.2.4. La montée en force des nouvelles technologies	24
1.2.5. Une carrière professionnelle diversifiée, avec plusieurs employeurs	24
1.3. Les nouveaux contextes de la formation des ingénieurs	25
1.3.1. L'université au XXI ^e siècle	25
1.3.2. Le processus de Bologne	26
1.3.3. Les standards internationaux pour les formations d'ingénieurs	27
1.3.4. La formation des ingénieurs en Europe (le label EUR-ACE)	29
1.4. Données factuelles	29
1.4.1. Cadres de références de la FWB : les missions	29
1.4.2. Cartographie de l'offre de formation	30
1.4.3. Egalité des chances	31
Partie II : analyse des formations d'ingénieur civil et de bioingénieur en FWB	33
2.1. Objectifs généraux des formations	33
2.2. Le cadre institutionnel	34
2.2.1. Un cadre légal et réglementaire très (trop) détaillé	34
2.2.2. Une gouvernance conviviale mais peu adaptée à la conduite du changement	35
2.2.3. Une coordination de l'offre de formation à renforcer au sein de la fédération	35
2.2.4. Des outils de gestion peu mutualisés	36
2.2.5. Un déséquilibre entre les capacités de pilotage de la recherche et de l'enseignement	36
2.3. La gestion de la qualité de l'enseignement	37
2.3.1. La roue de Deming et les objectifs des facultés	37
2.3.2. L'approche compétences et acquis d'apprentissage	37
2.3.3. Le rôle des indicateurs de performance	38
2.3.3.1. Flux et réussite des étudiants dans les programmes	38
2.3.3.2. Mesures d'appui et d'aide à la réussite des étudiants, leurs effets	39

2.3.3.3. Les indicateurs de performance par l'évaluation	39
a) L'évaluation des enseignements	39
b) L'évaluation des programmes	41
2.3.3.4. Les consultations des parties prenantes	41
a) Les étudiants	41
b) Les enseignants	42
c) Les diplômés	42
d) Les milieux de l'emploi et les collectivités	43
2.3.4. Conclusion sur la démarche qualité	43
2.4. Contenu et qualité des programmes	43
2.4.1. Excellence académique	44
2.4.1.1. Le bachelier	44
2.4.1.2. Le master	44
2.4.2. Les « à cotés » de l'excellence académique	44
2.4.3. Les compétences transversales (management, gestion, communication, langues)	45
2.4.4. Les compétences transférables	46
2.4.5. Conclusions	46
2.5. Les moyens	47
2.5.1. Le corps enseignant	47
2.5.2. Le personnel administratif et technique	48
2.5.3. Les locaux et les équipements	48
2.6. L'ouverture internationale et les partenariats	49
2.6.1. L'ouverture internationale	49
2.6.1.1. Le niveau d'anglais	49
2.6.1.2. La mobilité horizontale : aspects institutionnels	49
2.6.1.3. La mobilité horizontale sortante	49
2.6.1.4. La mobilité horizontale entrante	49
2.6.1.5. Le rôle des étudiants internationaux	50
2.6.1.6. Le rôle du mémoire	50
2.6.1.7. Le rôle du stage	50
2.6.1.8. En conclusion	51
2.6.2. Les partenariats dans le domaine de l'enseignement	51
2.6.3. Les partenariats régionaux et la formation continue	51
2.7. Vie étudiante	52
2.7.1. Vie du campus	52
2.7.2. Vie associative	53
2.7.3. Association d'anciens et vie étudiante	53
2.7.4. Représentation étudiante	54
2.7.5. Relations avec l'administration	54
2.7.6. Relation avec le corps enseignant	54
2.7.7. Conclusion	54
2.8. Insertion professionnelle et préparation à l'emploi	54
2.8.1. Insertion professionnelle des diplômés	54
2.8.2. Préparation à l'emploi	56
2.8.2.1. L'acquisition de compétences <i>ad hoc</i>	56
2.8.2.2. L'approche du marché de l'emploi	57
2.8.3. Les perceptions des employeurs	57
2.9. Analyse SWOT des formations d'ingénieurs civils et de bioingénieurs	58

Partie III : Analyse détaillée des filières masters	63
3.1. Master ingénieur civil architecte / <i>master in architecture and engineering</i>	64
3.2. Master ingénieur civil biomédical	66
3.3. Master ingénieur civil en chimie et sciences des matériaux / <i>master in chemical and materials engineering</i>	68
3.4. Master ingénieur civil des constructions / <i>master civil engineering</i>	70
3.5. Master ingénieur civil électricien	72
3.6. Master ingénieur civil en informatique/ <i>master ingénieur civil en informatique et gestion</i>	74
3.7. Master ingénieur civil en mathématiques appliquées	76
3.8. Master ingénieur civil mécanicien, électromécanicien et aérospatial	78
3.9. Master ingénieur civil des mines et géologue	80
3.10. Master ingénieur civil physicien	82
3.11. Master bioingénieur : chimie et bioindustries	84
3.12. Master bioingénieur : sciences agronomiques	86
3.13. Master bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement	88
3.14. Master bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels	90
Partie IV : La formation des ingénieurs civils et bioingénieurs en FWB : perspectives et champs d'actions clés	92
4.1. Pourquoi	92
4.2. Comment : 11 champs d'actions clés	92
4.2.1. Réviser les contraintes réglementaires	92
4.2.2. Envisager-étudier les possibilités de regroupements, de collaborations et de synergies entre établissements et programmes voisins de la FWB	92
4.2.3. Ajuster la gouvernance et les moyens.	92
4.2.4. Repositionner l'offre de formation dans une vision claire et stratégique	92
4.2.5. Redéfinir les ambitions en matière de recrutement et de parts de marché	93
4.2.6. Définir des référentiels de compétences par programme et les acquis d'apprentissage de chaque enseignement	93
4.2.7. Adopter-développer une assurance qualité	93
4.2.8. Dynamiser la pédagogie de manière à favoriser l'acquisition des apprentissages des étudiants requis par les nouveaux besoins de compétences	94
4.2.9. Accentuer l'ouverture	94
4.2.10. Mobiliser, former, soutenir et valoriser les enseignants	95
4.2.11. Dégager les ressources <i>ad hoc</i>	95
Tableau récapitulatif des champs d'action clés	96
Tableau récapitulatif de l'ensemble des recommandations	97
Annexes	105
Annexe 1 : répartition géographique des établissements dispensant les bacheliers en sciences de l'ingénieur orientation ingénieur civil et en sciences de l'ingénieur orientation ingénieur civil architecte en Fédération Wallonie-Bruxelles	106
Annexe 2 : répartition géographique des établissements dispensant les bacheliers en sciences de l'ingénieur orientation Bioingénieur en Fédération Wallonie-Bruxelles	107

Annexe 3 : répartition géographique des établissements dispensant les masters Ingénieur civil en Fédération Wallonie-Bruxelles	108
Annexe 4 : répartition géographique des établissements dispensant les masters Bioingénieur en Fédération Wallonie-Bruxelles	109
Annexe 5 : Référentiel d'évaluation intégré AEQES-CTI	110
Note analytique rédigée par le Comité de gestion de l'AEQES	117

Table des illustrations

Illustration 1 : champ de l'évaluation	11
Illustration 2 : compétences transférables définies par EUR-ACE et ABET	28
Illustration 3 : répartition des étudiants par université (toutes formations confondues)	30
Illustration 4 : répartition des étudiants inscrits en bioingénieur et ingénieur civil (bacheliers et masters confondus) par université	30
Illustration 5 : répartition des étudiants par université et par finalité de master	30

Liste des abréviations

ABET	<i>Accreditation Board for Engineering and Technology</i>
AEQES	Agence pour l'Évaluation de la Qualité de l'Enseignement Supérieur organisé ou subventionné par la Communauté française
APE	Apprentissage par exercices
APP	Apprentissage par problèmes et par projets
CF	Communauté française
CIUF	Conseil Interuniversitaire de la Communauté française
CTI	Commission des Titres d'Ingénieur
CReF	Conseil des Recteurs des universités francophones de Belgique
DVP	Dossier de valorisation pédagogique
ECTS	<i>European Credits Transfer and Accumulation System</i>
EFQM	Modèle d'excellence, cadre pour la conception de systèmes de gestion organisationnelle, développé par l' <i>European Foundation for Quality Management</i>
ENAE	<i>European Network for Accreditation of Engineering Education</i>
ENQA	<i>European Association for Quality Assurance in Higher Education</i>
EPB	Ecole polytechnique de Bruxelles
EPL	Ecole polytechnique de Louvain
ESG	<i>European Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area</i>
EUR-ACE	<i>European quality label for engineering degree programmes at Bachelor and Master level</i>
FABI	Fédération Royale d'Associations Belges d'Ingénieurs Civils, d'Ingénieurs Agronomes et de Bioingénieurs
FPMs	Faculté polytechnique de Mons
FSA	Faculté des Sciences appliquées
FWB	Fédération Wallonie-Bruxelles
GxABT	Gembloux Agro Bio Tech
IESF	Ingénieurs et Scientifiques de France
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MCF	Ministère de la Communauté française
MOOCs	<i>Massive Open Online Courses</i>
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
PO	Pouvoir organisateur
R&D	Recherche et développement
SWOT	Analyse des forces, faiblesses, opportunités et risques (<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>)
TOEFL	<i>Test of English as a Foreign Language</i>
TP	Travaux pratiques
UCL	Université catholique de Louvain
ULB	Université libre de Bruxelles
ULg	Université de Liège
UMons	Université de Mons
UE	Union européenne
UFIIB	Union Francophone des associations d'Ingénieurs Industriels de Belgique
VIK	<i>Vlaamse Ingenieurskamer</i>

VAE	Valorisation des acquis de l'expérience
VUB	<i>Vrije Universiteit Brussel</i>
WA	<i>Washington Accord</i>

L'analyse transversale se compose de trois parties :

- 1) une mise en contexte rédigée par la Cellule exécutive de l'AEQES et reprenant des éléments factuels tels que la composition du comité, la liste des établissements évalués et le calendrier de l'évaluation ;
- 2) l'état des lieux du comité des experts, repris intégralement ;
- 3) un commentaire conclusif, rédigé par le Comité de gestion de l'AEQES, qui souligne certains des aspects de l'état des lieux et donne l'avis de l'Agence sur les conclusions de l'évaluation.

Avis au lecteur

Le Parlement de la Communauté française a adopté le 25 mai 2011 une résolution visant le remplacement de l'appellation *Communauté française de Belgique* par l'appellation *Fédération Wallonie-Bruxelles*.

La Constitution belge n'ayant pas été modifiée en ce sens, les textes à portée juridique comportent toujours l'appellation *Communauté française*, tandis que l'appellation *Fédération Wallonie-Bruxelles* est utilisée dans les cas de communication usuelle. C'est cette règle qui a été appliquée au présent document.

Remarque préliminaire du comité des experts

Le comité des experts a souhaité formuler une remarque préliminaire : dans les rapports d'évaluation délivrés aux institutions, il a pris acte que nombre de données statistiques ne pouvaient figurer dans le texte, au vu de contraintes réglementaires. Le comité juge cette mesure préjudiciable à la transparence de l'activité des institutions et à la crédibilité de son analyse.

Il préconise d'amender cette réglementation et de constituer, à l'échelle de la FWB, une batterie de données académiques et statistiques établies en consultation étroite avec les autres types d'enseignement supérieur et permettant des analyses comparatives (**recommandation 1**).

Bonnes pratiques épinglées par les experts :

Les bonnes pratiques sont indiquées sur fond bleu. Il s'agit d'approches, souvent innovatrices, qui ont été expérimentées et évaluées dans les établissements visités et dont on peut présumer de la réussite¹.

Ces bonnes pratiques sont à resituer dans leur contexte. En effet, il est illusoire de vouloir trouver des solutions toutes faites à appliquer à des contextes différents.

Les recommandations formulées par les experts se retrouvent, en contexte, dans l'ensemble des chapitres du rapport. Elles sont indiquées par un encadrement. Elles sont également reprises sous la forme d'un tableau récapitulatif à la fin de ce rapport.

Afin de compléter leur analyse et de formuler ces recommandations, les experts ont pris en compte les analyses SWOT et les propositions d'amélioration figurant dans les rapports d'autoévaluation des établissements.

¹ Inspiré de BRASLAVSKY C., ABDOULAYE A., PATIÑO M. I., *Développement curriculaire et « bonne pratique » en éducation*, Genève : Bureau international d'éducation, 2003, p. 2. On line : <http://www.ibe.unesco.org/AIDS/doc/abdoulaye.pdf> (consulté le 27 août 2012)

Avant-propos
rédigé par la Cellule exécutive de l'AEQES

Historique de l'exercice conjoint d'évaluation AEQES et d'accréditation CTI

L'exercice d'évaluation de la qualité des cursus de bioingénieurs et d'ingénieurs civils en Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB) a été organisé conjointement par l'Agence pour l'Evaluation de la Qualité de l'Enseignement Supérieur (AEQES) et la Commission des Titres d'Ingénieur (CTI)². Cette collaboration est une réponse à la demande collégiale des doyens des facultés considérées et le fruit d'un travail soutenu entre les deux agences.

Cette évaluation porte sur différents programmes, dont la liste exhaustive est reprise ci-dessous.

Illustration 1 : champ de l'évaluation

Sciences agronomiques et ingénierie biologique
Bachelier en sciences de l'ingénieur (bioingénieur)
Master bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement
Master bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels
Master bioingénieur : sciences agronomiques
Master bioingénieur : chimie et bio-industries
Sciences de l'ingénieur (ingénieur civil)
Bachelier en sciences de l'ingénieur (Ingénieur civil)
Master ingénieur civil des mines et géologue
Master ingénieur civil en chimie et science des matériaux
Master ingénieur civil physicien
Master ingénieur civil électricien
Master ingénieur civil électromécanicien
Master ingénieur civil en aérospatiale
Master ingénieur civil mécanicien
Master ingénieur civil biomédical
Master ingénieur civil en informatique
Master ingénieur civil en informatique et

² La CTI est un organisme indépendant, chargé par la loi française depuis 1934 d'évaluer toutes les formations d'ingénieur, de développer la qualité des formations, de promouvoir le titre et le métier d'ingénieur en France et à l'étranger.

gestion
Master ingénieur civil en mathématiques appliquées
Master ingénieur civil des constructions
Bachelier en sciences de l'ingénieur (Ingénieur civil architecte)
Master ingénieur civil architecte

Il importe de préciser que cette évaluation ne porte pas sur les formations d'ingénieur industriel dispensées en hautes écoles et en enseignement de promotion sociale.

Dans un courrier adressé le 19 février 2010 à l'AEQES, les universités de la Communauté française de Belgique, par la voix du Conseil Interuniversitaire de la Communauté française (CIUF), ont émis le souhait que leurs formations d'ingénieur civil et de bioingénieur soient évaluées conjointement par l'AEQES et la CTI.

L'objectif de cette mission conjointe était double : l'évaluation des programmes concernés par l'AEQES selon les prescrits légaux³ ; l'accréditation de ces programmes selon les critères de la CTI. L'accréditation permet l'« admission par l'Etat » c'est-à-dire l'admission des formations de masters (ingénieurs civils et bioingénieurs) à délivrer le titre d'ingénieur diplômé (publication au Journal Officiel de la République Française) ainsi que l'octroi du label EUR-ACE.

L'organisation générale de l'évaluation conjointe a été pilotée par l'AEQES et la CTI. La gestion opérationnelle du processus d'évaluation a quant à elle été assurée par la Cellule exécutive de l'AEQES, qui a participé à l'ensemble des visites et a assisté le comité des experts dans sa mission.

Un référentiel conjoint⁴, appliqué à l'évaluation conjointe, a été élaboré en consultation avec les universités évaluées et validé par les deux organismes. Des supports spécifiques

³ 22 février 2008 - Décret portant diverses mesures relatives à l'organisation et au fonctionnement de l'Agence pour l'évaluation de la qualité de l'enseignement supérieur organisé ou subventionné par la Communauté française.

⁴ Voir annexe 5.

nécessaires aux différentes étapes de l'évaluation ont été développés et communiqués aux universités évaluées.

Sur la base de l'année de référence 2010-2011, les quatre universités offrant ces programmes d'études ont rédigé leur rapport d'autoévaluation selon le référentiel conjoint et les consignes apportées par les deux organismes au cours des réunions de coordonnateurs⁵.

Les établissements ont transmis leur rapport d'autoévaluation à l'Agence le 1^{er} juin 2012. Ils ont ensuite rencontré le président du comité des experts et les rapporteurs CTI au cours d'un entretien préliminaire les 10 et 11 septembre 2012 afin de préparer la visite du comité.

Composition du comité des experts

Une équipe mixte d'experts a été constituée conjointement par l'AEQES et la CTI. La sélection des experts et la composition du comité des experts ont été établies dans le respect des critères des deux organismes. Selon un principe de complémentarité, chaque organisme d'évaluation a validé la liste des experts de l'autre organisme.

Ainsi, le 4 octobre 2011, l'AEQES a analysé les candidatures d'experts (transmises par le CIUF ou sélectionnées par la CTI). Monsieur Michel JACCARD a été désigné comme président du comité. Ensuite, les deux organismes et le président ont constitué le comité des experts dont la composition est reprise ci-dessous :

Michel JACCARD

Michel Jaccard est responsable qualité et enseignant en gestion de la qualité au Collège du management de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) où il a également occupé des fonctions de direction. Auparavant, il a effectué la moitié de sa carrière dans des

entreprises privées en rapport avec les sciences et technologies alimentaires.

Président du comité des experts (AEQES).

Pierre FLEISCHMANN

Pierre Fleischmann a occupé plusieurs postes académiques et de gestion au sein du groupe INSA (Institut National des Sciences Appliquées) dont il est depuis 2010 le secrétaire général. Il a également été membre de la Commission des Titres d'Ingénieur.

Rapporteur CTI.

Bernard REMAUD

Bernard Remaud est professeur émérite des universités dans le domaine de la physique. Il a occupé des fonctions de direction au sein de nombreuses institutions d'enseignement et de recherche dont Polytech'Nantes, école universitaire d'ingénieurs qu'il a lui-même fondée. Il a également été membre et président de la CTI.

Rapporteur CTI.

Aziz BENLARBI-DELAÏ

Aziz Benlarbi-Delaï est professeur à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris). Il y enseigne l'électronique, l'électromagnétisme et les hyperfréquences. Il y est également directeur du laboratoire d'électronique et électromagnétisme.

Expert pair (AEQES).

Philippe BLEROT

Philippe Blerot est Inspecteur général du département de la Nature et des Forêts au sein de la Direction générale de l'agriculture, des ressources naturelles et de l'environnement du Service Public de Wallonie. Il est aussi le fondateur de la revue « Forêt Wallonne ».

Expert pair (AEQES).

⁵ AEQES, *Guide à destination du coordonnateur : notice méthodologique*, Bruxelles : AEQES, 01/2010, 47 pages

Prosper BURQ

Prosper Burq est ingénieur diplômé et réalise actuellement un master en Science à GeorgiaTech.

Expert étudiant (CTI).

Dominique CHABOD

Dominique Chabod est chargé de mission auprès du directeur général d'AgroParisTech. Auparavant, il a été chargé de la gestion de forêts périurbaines en Normandie, puis de la protection et la mise en valeur d'espaces naturels tropicaux aux Antilles. Il a également été auditeur dans un groupe bancaire.

Expert pair (AEQES).

Yves COQUET

Yves Coquet est professeur de sciences du sol, de pédologie et d'hydrologie à l'Université d'Orléans et directeur de l'Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre. Il a auparavant exercé de nombreuses responsabilités dans l'ingénierie de la formation à AgroParisTech.

Expert pair (AEQES).

Ambroise FAVRIE

Ambroise Favrie est étudiant en dernière année à l'École Nationale d'Ingénieurs de Val de Loire (ENILV) à Blois, où il suit une formation d'ingénieur généraliste. Il est, depuis 2011, président du Bureau National des Élèves Ingénieurs (BNEI).

Expert étudiant (CTI).

François FLEURY

François Fleury est enseignant-chercheur à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon. Il y enseigne la structure et la construction, domaines pour lesquels il est également titulaire d'une habilitation à diriger des recherches.

Expert pair (AEQES).

Patrick GERLIER

Patrick Gerlier est ingénieur général de l'armement et expert en sécurité informatique et télécommunications. Il a travaillé en entreprise et dans plusieurs centres de recherche pour l'armée et l'administration. Il a enseigné l'informatique à l'ENSTA-ParisTech puis en a été directeur-adjoint pendant 7 ans. Il a également été membre de la CTI.

Expert pair (CTI).

Alain GERMEAU

Alain Germeau est chef du service Recherche et Développement au sein de la société Prayon. Il a également travaillé en tant qu'ingénieur de recherche et de procédés pour diverses entreprises actives dans le secteur de la chimie.

Expert de la profession (AEQES).

Albert GIRAUD

Albert Giraud est professeur à l'École Nationale Supérieure de Géologie de Nancy et titulaire d'une habilitation à diriger la recherche dans les domaines de la Géomécanique, de la Mécanique des roches, du Génie civil et des Sciences de l'ingénieur.

Expert pair (AEQES).

Nicéphore GRAULE

Nicéphore Graule est étudiant en dernière année à l'École Nationale d'Ingénieurs de Val de Loire (ENILV) à Blois. Il est actuellement membre du Bureau National des Élèves Ingénieurs (BNEI), où il est responsable de la coordination des experts étudiants auprès de la CTI.

Expert étudiant (CTI).

Lucien HOFFMANN

Lucien Hoffmann est Directeur scientifique du département Environnement et agro-biotechnologies du Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann et professeur associé à l'Université du Luxembourg.

Expert pair (AEQES).

Patrick JOURET

Patrick Jouret est architecte, urbaniste et conseiller en environnement. Il a dirigé le cabinet d'étude *Atelier 50 – Urbanisme, Environnement, Communication* et a également été vice-président du Conseil wallon de l'Environnement pour le développement durable (CWEDD).

Expert de la profession (AEQES).

Nicolas LACHAUD BANDRES

Nicolas Lachaud Bandres est élève en dernière année à l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse (orientation Génie physique). Au cours de ses études, il a réalisé un séjour d'études Erasmus pendant un semestre à la Technische Universität Wien (Autriche).

Expert étudiant (CTI).

Marianne LEFORT

Marianne Lefort est directrice de recherche de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) - français. Elle assure le rôle de déléguée régionale INRA pour l'Île de France, après avoir été directrice scientifique d'AgroParisTech.

Experte pair (AEQES).

Julien LOYER

Julien Loyer est ingénieur diplômé et finalise actuellement un master en Technologie de l'information et management des connaissances et des réseaux à l'Université de Technologie de Troyes. Il est actuellement vice-président du Bureau National des Elèves Ingénieurs (BNEI).

Expert étudiant (CTI).

René-Paul MARTIN-DENAVIT

René-Paul Martin-Denavit a occupé des postes internationaux de direction et de R&D dans le secteur du pétrole et de la chimie. Depuis 2003, il exerce des activités de conseil au sein de sa propre entreprise. Il est également membre du Bureau de la CTI et du conseil de l'AERES.

Expert pair (CTI).

Fanny METIFIOT

Fanny Metifiot est étudiante en dernière année de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Travaux Agricoles de Bordeaux.

Experte étudiante (CTI).

René MOTRO

René Motro est professeur émérite de l'Université de Montpellier dans les domaines de la mécanique et du génie civil et a également enseigné dans différentes écoles d'architecture. Il est l'actuel président de *l'International Association for Shell and Spatial Structures*.

Expert pair (AEQES).

Robert PELLETIER

Robert Pelletier a occupé plusieurs postes de recherche et de direction au sein de différentes multinationales françaises dans le domaine de la chimie des matériaux. Il a également été *full professor* à l'IFP School (Institut Français du Pétrole) et été membre de la CTI.

Expert pair (CTI).

Bertrand PERRIN

Bertrand Perrin est étudiant en dernière année à l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Luminy et est également diplômé de l'Ecole Supérieure de Commerce Euromed à Marseille.

Expert étudiant (CTI).

Guillaume PONCELET

Guillaume Poncelet est superviseur de production au sein de la société Biowanze s.a. Il a exercé diverses fonctions au niveau de la production dans de nombreux secteurs tels que la construction métallique, la dépollution des sols, l'extrusion plastique et la bioindustrie.

Expert de la profession (AEQES).

Jean-Louis RICCI

Jean-Louis Ricci est conseiller pour l'enseignement à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Il est également

cofondateur du Réseau Romand de Conseil, Formation et Evaluation pour l'enseignement universitaire.

Expert de l'éducation (AEQES).

Selven RUNGIAH

Selven RUNGIAH est étudiant en dernière année à l'École Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles. Il est également impliqué dans des activités associatives, en tant que responsable du Bureau Régional des Elèves Ingénieurs (BNEI).

Expert étudiant (CTI).

Jacques SCHWARTZENTRUBER

Après une carrière au sein de plusieurs Ecoles des Mines où il a occupé diverses fonctions de direction, Jacques Schwartzentruber est Adjoint au Chef de la Mission de Tutelle des Écoles au Conseil Général de l'Industrie, de l'Énergie et des Technologies. Il est membre du bureau de la CTI.

Rapporteur CTI

Dirk VANDEPITTE

Dirk Vandepitte est professeur ordinaire à la Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven) dans les domaines du génie mécanique, de l'aéronautique et des méthodes numériques. Il a aussi travaillé en tant qu'ingénieur pour la société *Fokker Space & systems bv*, active dans le domaine aérospatial.

Expert pair (AEQES).

Pascal VERDONCK

Pascal Verdonck est professeur à l'Université de Gand (UGent) où il enseigne le génie biomédical et où il a également dirigé l'Institut biomédical. Il est aussi directeur général de l'hôpital AZ Maria Middelaers de Gand.

Expert pair (AEQES).

Irina VERETENNICOFF

Irina Veretennicoff est professeure émérite de la Vrije Universiteit Brussel (VUB) où elle a

dispensé des cours dans de nombreux domaines de la physique. Co-fondatrice de la filière Physique Appliquée à la VUB et du MSc in Photonics Engineering en collaboration avec l'Université de Gand. Experte pair (AEQES).

Jan WASTIELS

Jan Wastiels est professeur ordinaire émérite de la Vrije Universiteit Brussel (VUB) où il a dispensé des cours dans les filières Construction, Ingénieur architecte et Science des matériaux. Il a également été doyen de la faculté des sciences appliquées entre 2000 et 2004.

Expert pair (AEQES).

Il importe de préciser que les experts sont issus de terrains professionnels différents et n'ont pas de conflits d'intérêt avec les institutions visitées.

Les experts ont été soit liés contractuellement à l'AEQES, soit mandatés par la CTI *via* un ordre de mission. La mention de l'organisme contractant est indiquée dans le résumé du CV de chaque expert ci-dessus.

Chaque expert a reçu, outre le rapport d'autoévaluation des établissements, une documentation comprenant le « Guide à destination des membres des comités d'experts – Notice méthodologique »⁶, une présentation écrite de l'enseignement supérieur en Fédération Wallonie-Bruxelles⁷, une présentation du panorama de l'économie belge⁸, ainsi que divers décrets et textes légaux relatifs aux matières visées par l'exercice d'évaluation.

⁶ AEQES, *Guide à destination des membres des comités d'experts : notice méthodologique*, Bruxelles : AEQES, 2009, 46 pages.

Téléchargeable sur :

http://www.aeqes.be/infos_documents_details.cfm?documents_id=11 (consulté le 6 août 2013)

⁷ Téléchargeable sur :

http://www.aeqes.be/infos_documents_details.cfm?documents_id=247 (consulté le 2 avril 2013)

⁸ Cette étude, rédigée par le Service Public Fédéral de l'Économie, des PME, des Classes Moyennes et de l'Énergie, est téléchargeable sur

http://economie.fgov.be/fr/binaries/Panorama_2011_FR_TOT_tcm326-188691.pdf (consulté le 6 août 2013)

Avant d'entamer les visites sur site, l'AEQES et la CTI ont réuni l'ensemble des experts pour une journée et demi de travail (*E-day*) afin de préciser le contexte général de l'exercice, son cadre légal, ses objectifs et résultats attendus, le référentiel conjoint ainsi que le calendrier. Une présentation du paysage de l'enseignement supérieur en Fédération Wallonie-Bruxelles a été assurée par le CIUF, représenté pour l'occasion par Mmes Sandrine CANTER et Stéfany CIANCOTTA. Cette présentation a donné lieu à une série de questions de la part des experts. Celles-ci ont été traitées par le CIUF qui a ensuite transmis un complément d'information aux experts *via* l'AEQES.

Les principes déontologiques – notamment la totale confidentialité des délibérations – et les responsabilités des uns et des autres ont également été rappelés.

Lieux, dates et mise en œuvre des visites

Les visites dans les établissements concernés se sont déroulées selon le calendrier suivant :

Université de Mons, les 8, 9 et 10 octobre 2012
Université de Liège, les 17, 18, 19, 22, 23 et 24 octobre 2012
Université de Bruxelles, les 12, 13, 14, 17, 18 et 19 décembre 2012
Université Catholique de Louvain, les 30 et 31 janvier et 1, 4, 5 et 6 février 2013

Dans un souci d'équité et d'égalité de traitement, un planning similaire a été proposé aux établissements. Quelle que soit l'entité visitée, chaque groupe de personnes (professeurs, étudiants, etc.) a eu, avec les experts, un temps d'entretien de durée équivalente, au *pro rata* du nombre de programmes proposés par chaque établissement.

Lors de leurs visites, mais aussi lors de la préparation de celles-ci et lors de la rédaction des rapports, les experts ont utilisé comme cadres de référence le standard de qualité commun établi par l'AEQES et la CTI (figurant en

[annexe 5](#)), ainsi que les considérations générales figurant [dans la partie I de ce rapport](#), données de contexte. Cette base est un condensé de bonnes pratiques internationales, incluant le cadre de compétences EUR-ACE et la mise en œuvre des acquis d'apprentissage et utilisant notamment l'approche processus.

Transmission des rapports préliminaires, droit de réponse des établissements et publication des rapports finaux de synthèse

Chaque visite a donné lieu à la rédaction, par le comité des experts, d'un rapport préliminaire. L'objectif de ce rapport était de faire, sur la base du rapport d'autoévaluation et à l'issue des observations relevées lors des visites et des entretiens, un état des lieux des forces et faiblesses des entités évaluées et de proposer des recommandations pour les aider à construire leur propre plan d'amélioration.

En date du 14 mai 2013, les rapports préliminaires ont été remis aux autorités académiques et au(x) coordonnateur(s) de chaque institution. Ceux-ci ont bénéficié d'un délai de quatre semaines calendrier pour faire parvenir aux experts - *via* la Cellule exécutive de l'AEQES - des observations éventuelles. S'il y avait des erreurs factuelles, les corrections ont été apportées. Les observations de fond ont été ajoutées au rapport des experts pour constituer le rapport final de synthèse mis en ligne sur le site de l'AEQES le 2 juillet 2013.

Calendriers et plans de suivi des recommandations des experts

Dans les six mois qui suivent la publication sur le site internet de l'Agence des rapports finaux de synthèse pour un cursus donné, chaque établissement concerné transmet à l'AEQES un calendrier et un plan de suivi des recommandations du comité des experts. Ce calendrier et plan de suivi sont publiés sur le site internet de l'AEQES en lien direct avec le rapport final de synthèse auquel il se rapporte. Tous les trois ans et à la demande de

l'établissement concerné, une visite de suivi peut être organisée donnant lieu, le cas échéant, à la publication d'une version actualisée du plan de suivi sur le site de l'AEQES.

État des lieux et analyse transversale

Il a également été demandé au comité des experts de dresser un état des lieux de l'offre des cursus Bioingénieurs et Ingénieurs civils au sein de la Fédération Wallonie-Bruxelles. Cet état des lieux contient la synthèse globale de la situation des cursus évalués en Fédération Wallonie-Bruxelles, dans le cadre du contexte européen et des défis contemporains, un relevé de bonnes pratiques et l'identification des opportunités et risques ainsi que la liste des recommandations adressées aux divers partenaires de l'enseignement supérieur.

Au nom du comité, le président Michel JACCARD et le rapporteur de la CTI, M. Bernard REMAUD, ont présenté cet état des lieux, le mardi 3 septembre 2013 : d'abord aux établissements évalués et ensuite aux membres du Comité de gestion de l'AEQES. Chaque présentation a donné lieu à un temps de questions-réponses.

Le Comité de gestion a rédigé la partie conclusive de cette analyse transversale. L'analyse transversale est adressée aux Ministres de l'enseignement supérieur, aux membres de la Commission Enseignement supérieur du Parlement de la Communauté française, aux quatre Conseils de l'enseignement supérieur et à tous les établissements évalués. Elle a également été transmise aux membres de la Commission des Titres d'Ingénieur. Enfin, elle est téléchargeable sur le site de l'Agence depuis le 4 septembre 2013.

Processus d'accréditation par la CTI

Dans le cadre du processus d'accréditation, le rapport final de synthèse, rédigé par le comité des experts et publié le 2 juillet 2013, sert de document de base pour préparer la décision de

la CTI quant à l'accréditation des formations et à l'obtention du label EUR-ACE.

La CTI a prévu de se réunir à ce propos en séance plénière en septembre 2013. Chaque membre de la CTI aura reçu les rapports du comité des experts sur chaque faculté et sur chaque formation, le rapport transversal ainsi qu'une synthèse établie par les trois rapporteurs CTI de la mission conjointe (ce dernier document est réalisé à usage interne pour la CTI).

La délibération sera conduite par le président de la CTI avec l'aide des rapporteurs CTI (qui ont participé à l'ensemble des visites sur site) ; le président du comité des experts sera invité à participer au débat et la directrice de la Cellule exécutive de l'AEQES sera invitée à assister à cette séance au titre d'observatrice.

A l'issue des délibérations, les décisions de la CTI feront l'objet de rapports présentant succinctement chaque formation, la décision concernant l'accréditation et la délivrance du label EUR-ACE ainsi que les attendus associés à cette décision. Ces rapports seront soumis à l'approbation de la CTI réunie en séance plénière ; ils seront ensuite transmis aux institutions concernées et à l'AEQES, à la direction de l'enseignement supérieur français pour l'obtention du titre d'« ingénieur diplômé » ; ils seront enfin publiés sur le site de la CTI.

Les formations habilitées à délivrer le titre d'« ingénieur diplômé » seront alors incluses dans la liste des formations habilitées, publiée annuellement au Journal Officiel de la République française. Enfin, la liste des formations ayant obtenu le label EUR-ACE sera transmise à l'association européenne ENAEE qui leur délivrera le certificat correspondant.

**Etat des lieux des formations
BIOINGENIEUR et INGENIEUR CIVIL
rédigé par le comité des experts**

Partie I : Données de contexte

1.1. Le métier de l'ingénieur

Le dictionnaire de l'Académie française⁹ définit l'ingénieur en ces termes :

« INGÉNIEUR : n. m. XII^e siècle, *engigneur*, au sens de « constructeur de machines de guerre » ; refait au XVI^e siècle d'après *s'ingénier*. Dérivé d'*engin*.

1. *Anciennt.* Celui qui construisait des engins de guerre et conduisait les travaux destinés à la défense ou à l'attaque d'une place. *Vauban était le plus grand ingénieur de son siècle.* A désigné par la suite celui qui concevait et réalisait des ouvrages d'art, des machines pour l'industrie.

2. *Auj.* Personne que sa formation scientifique et technique, reconnue par un diplôme, rend apte à diriger des travaux de construction ou d'exploitation, à participer à des recherches, des études. (...) »

Autrement dit, un ingénieur est une femme ou un homme, capable de résoudre des problèmes techniques, concrets et souvent complexes, souvent sans solution connue, liés à la conception, à la réalisation et à la mise en œuvre, au sein d'une organisation, de produits, de systèmes ou de services, éventuellement à leur financement et à leur commercialisation. À ce titre, l'ingénieur doit posséder un ensemble de savoirs techniques, économiques, sociaux et humains, reposant sur une solide culture scientifique.

1.1.1. Perspective historique belge de la formation en ingénierie

C'est en 1804 et en 1810 que sont créés respectivement le corps des Ponts et Chaussées et le corps des Mines par décret napoléonien, sur le territoire de ce qui deviendra plus tard la Belgique. Auparavant, la formation d'ingénieur, si elle existait, se faisait uniquement par apprentissage.

⁹ Version 9 informatisée, sur <http://atilf.atilf.fr/academie9.htm> (consultée le 24 juillet 2013)

Après Waterloo, le gouvernement hollandais, qui a récupéré les départements septentrionaux français, crée en 1825 une Ecole industrielle à Gand et une Ecole des mines à Liège, annexées aux facultés des sciences de ces villes. A partir de 1835, le jeune Etat belge promulgue une loi stipulant que l'Ecole de Gand offrira l'instruction nécessaire aux arts et manufactures, l'architecture civile et les ponts et chaussées tandis que l'Ecole de Liège formera aux arts et manufactures ainsi qu'aux mines.

Rapidement se met en place un double réseau : d'une part, la formation des ingénieurs d'Etat dans l'Ecole de Génie civil à Gand, l'Ecole des Mines à Liège et l'Ecole militaire à Bruxelles ; d'autre part, la formation des ingénieurs destinés à l'industrie dans deux écoles d'arts et manufactures, l'une à Liège (plus spécialement orientée vers la chimie), l'autre à Gand (orientée vers la mécanique) et une école des Mines à Mons (créée par une initiative privée en 1836 et reprise ensuite par l'Etat).

Dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, d'autres institutions sont créées dans les domaines de l'agriculture (à Gembloux, en 1860), du commerce (à Anvers, 1852) et de l'industrie (Ecole d'ingénieurs de l'Université catholique de Louvain, 1863 ; Ecole d'ingénieurs de l'Université libre de Bruxelles, 1873 ; Institut électrotechnique Montefiore à Liège, 1883).

En 1890, une législation est mise en place, qui va organiser, pour près d'un siècle, le haut enseignement technique en Belgique. Il s'agit en particulier de la loi sur la collation des grades académiques qui crée notamment les grades d'ingénieur civil des mines et d'ingénieur des constructions civiles. Par la loi de 1890, certaines écoles sont désormais intégrées aux universités qui, jusqu'à cette date, ne formaient leurs étudiants qu'aux carrières de l'enseignement et aux professions libérales. En outre, la législation ouvre désormais l'accès des ingénieurs civils à la fonction publique, faisant perdre leur monopole aux écoles de Gand et de Liège. C'est pourquoi cette date est d'une importance considérable pour comprendre les

relations entre statuts professionnels et représentations intellectuelles en Belgique, car elle introduit un clivage entre ingénieurs issus d'une université et ingénieurs formés hors d'une université.

À la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e, de nouvelles institutions non universitaires sont fondées pour former des ingénieurs d'exécution : ces formations se développent de façon importante. Dans l'entre-deux-guerres, il devient nécessaire de réorganiser l'ensemble de l'enseignement technique. Par ailleurs, une importante partie prenante externe, la FABI (Fédération des Associations Belges d'Ingénieurs), créée en 1926 par les associations des ingénieurs des six grandes écoles de niveau universitaire, milite pour obtenir une protection du titre d'ingénieur. En 1929, une loi relative à la collation des grades académiques crée notamment le grade d'ingénieur civil réservé aux seuls ingénieurs formés dans les universités ou dans les établissements de "niveau universitaire" ; les autres ingénieurs sont formés dans des établissements qui relèvent de l'enseignement "technique supérieur" (c'est-à-dire "non universitaire"). En 1933, une deuxième loi sur la protection des titres de l'enseignement supérieur est promulguée pour arrêter l'éclosion d'établissements qui délivraient sans garantie ni contrôle des titres d'ingénieurs ; elle protège désormais les titres d'ingénieur civil (dans leurs neuf spécialités), d'ingénieur agronome, d'ingénieur des industries agricoles, d'ingénieur commercial et d'ingénieur technicien. Une nouvelle loi de 1938 précise que désormais les ingénieurs universitaires pourront faire usage du titre d'ingénieur civil avec ou sans qualification ou de l'appellation "ingénieur" et que l'abréviation « Ir » leur sera réservée ; en revanche, les ingénieurs techniciens devront obligatoirement ajouter le terme « technicien » au mot ingénieur et indiquer, par des initiales reconnues, le nom de l'école dont ils sont issus. Par conséquent, nul ne peut plus porter le titre d'ingénieur dans une entreprise s'il ne possède pas un titre légalement protégé.

Après la seconde guerre mondiale, de nouvelles écoles d'ingénieurs techniciens sont ouvertes en très grand nombre. Une nouvelle restructuration de l'enseignement supérieur technique est mise au point. A l'issue d'une réflexion de dix ans, une loi de 1977 crée un nouveau grade d'ingénieur industriel. Ceux qui auront ce diplôme pourront faire suivre leur nom de l'abréviation « Ing ».

De nouveaux instituts supérieurs industriels qui délivreront ce nouveau diplôme sont créés et la plupart des établissements d'ingénieurs techniciens sont fermés. Une procédure spéciale prévue par la loi permet, dans des conditions assez strictes, l'assimilation du titre d'ingénieur technicien à celui d'ingénieur industriel. Le diplôme d'ingénieur industriel est défendu et promu par l'UFIIB (Union Francophone des Ingénieurs Industriels de Belgique)¹⁰ pour ceux qui sont formés en langue française et par la VIK (*Vlaamse Ingenieurskamer*)¹¹ pour ceux qui sont formés en langue néerlandaise.

Le titre de bioingénieur a quant à lui été introduit par un arrêté du gouvernement de la Communauté française en 2001¹². Cet arrêté supprime les appellations « ingénieur en sciences agronomiques », « ingénieur agronome » et « ingénieur chimiste et des bio-industries » jusqu'alors utilisées.

1.1.2. Devenir ingénieur

Tant pour l'ingénieur civil, respectivement le bioingénieur, que pour l'ingénieur industriel, la durée des études est fixée à cinq ans. Elles sont structurées en deux cycles de formations : trois années de bachelier de transition, ce qui confère le grade de bachelier, et deux années de maîtrise, ce qui confère le grade de master.

¹⁰ <http://www.ufiib.be/> (consulté le 24 juillet 2013)

¹¹ <http://www.vik.be/> (consulté le 24 juillet 2013)

¹² 25 octobre 2001 - Arrêté du Gouvernement de la Communauté française modifiant l'arrêté du 20 mars 1996 fixant les qualifications des grades académiques qui sanctionnent les études de base de 1er et 2e cycles ainsi que les qualifications du grade académique de docteur conféré après la soutenance d'une thèse.

Les deux formations sont de grade universitaire :

- le diplôme d'ingénieur industriel est attribué par les Instituts Supérieurs Industriels (ISI) des hautes écoles ou par certains établissements d'enseignement de promotion sociale. Il permet d'obtenir le titre d'ingénieur industriel (Ing.) ;
- le diplôme d'ingénieur civil (Ir.) et de bioingénieur est attribué par les facultés de Sciences appliquées, des facultés ou Ecoles *ad hoc* des universités, ou à l'Ecole Royale Militaire.

L'accès aux études d'ingénieur civil en Fédération Wallonie-Bruxelles est toutefois subordonné à la réussite d'un examen d'admission. En Flandre, cet examen n'existe plus depuis l'année académique 2004-2005. L'accès aux études de bioingénieur n'est, lui, subordonné à aucun examen d'admission. L'accès aux études d'ingénieur industriel n'est, lui non plus, subordonné à aucun examen d'admission.

La formation de l'ingénieur industriel est plutôt orientée « application et terrain » alors que la formation de l'ingénieur civil est plutôt orientée « recherche et développement ».

Quelle que soit la formation suivie durant ses études, l'ingénieur civil ou le bioingénieur oriente sa carrière selon deux profils principaux, faisant appel à des notions de spécialisation ou de *management* (il peut passer, c'est souvent le cas, du premier au deuxième en cours de carrière) :

- L'expert qui travaille dans un domaine d'expertise bien déterminé, au centre de ses préoccupations professionnelles. Il est confronté à des problèmes de gestion, mais dans une moindre mesure, et les connaissances nécessaires peuvent être acquises par la pratique du métier. L'ingénieur expert est donc capable de raisonnements pointus dans le domaine qui est le sien. Il a acquis un excellent bagage technique, est doté d'un esprit critique d'analyse et utilise une démarche pragmatique.

On retrouve entre autres dans cette catégorie les ingénieurs travaillant en milieu universitaire, occupant des postes au sein de centres de recherche ou de bureaux d'études, voire dans des services R&D des entreprises.

- Le *manager* qui, bien souvent, aura débuté sa carrière en tant que spécialiste et qui est rapidement confronté à des problèmes hors de sa spécialisation, faisant appel à des connaissances différentes de celles acquises au cours de sa formation de base mais qu'il peut acquérir en complétant sa formation. L'ingénieur *manager* est donc capable d'occuper des fonctions managériales pour autant qu'il s'ouvre à des notions comme le marketing, la communication, les relations sociales, la gestion financière, le droit des sociétés, le droit social, etc.

Ainsi, l'activité de l'ingénieur se distingue de celle du scientifique par le fait que celui-ci se consacre avant tout à l'approfondissement des connaissances et à leur remise en question alors que le premier réalise le transfert et la mise en application du savoir scientifique et technique et développe le savoir y afférant pour des buts sociétaux, notamment la production d'artefacts.

La Société s'accorde, en FWB, pour reconnaître le prestige du diplôme d'ingénieur, permettant à son détenteur de jouer un rôle important à tous les niveaux de la société, tant dans les administrations que dans les sociétés privées.

Mais le métier d'ingénieur est en perpétuelle évolution, tenant compte des bouleversements économiques et sociaux omniprésents depuis les dernières décennies (voir infra).

En découle que le rôle que l'ingénieur en tant que cadre fait de plus en plus appel à des connaissances dans des disciplines diverses, l'obligeant à acquérir de nouvelles connaissances dans sa spécialité mais également dans des domaines qui ne lui sont pas familiers.

Désormais, le métier d'ingénieur, qui s'appuie toujours sur une formation technique et scientifique de qualité, doit aussi faire appel aux sciences humaines et économiques, à l'apprentissage des langues et à la réalité du monde de l'entreprise et des affaires.

1.2. Les nouveaux défis de la formation des ingénieurs

1.2.1. Un environnement qui mute dès les années 70

Pendant longtemps, l'ingénieur, héritier de « l'espérance d'un futur radieux issu des Lumières », a focalisé son activité professionnelle dans des activités purement techniques : la technologie n'était pas encore omniprésente dans la vie de la société, mais cet état de situation a commencé à changer avec l'avènement de la société de consommation qui généralisa la production de masse à tous les artefacts qui environnent le citoyen. Le pourcentage de résidents urbains montait en flèche et leur familiarité avec le milieu naturel s'émoissait, bref, l'environnement immédiat de l'homme occidental foisonnait dorénavant de produits et de services distribués à grande échelle.

Dans le même temps, alors que le citoyen bénéficiait de plus en plus des apports de la technique, sa foi dans le progrès s'émoissait et sa sensibilité aux impacts environnementaux délétères générés par les industries s'exacerbait. Une méfiance envers les technologies et leurs applications surgissait, méfiance qui mènera progressivement à un débat public et politique récurrent sur leur utilisation. Ce débat allait de pair avec la prise de conscience que la technologie n'est pas politiquement neutre, mais que ses impacts sociétaux peuvent être imprévisibles, servir en priorité une minorité, voire, comme ce fut le cas à Tchernobyl, avoir des effets désastreux.

La formation d'ingénieur, restreinte jusqu'à la fin des années 70, à des études purement scientifiques et techniques, s'adapta

progressivement à cette nouvelle situation. Elle n'était plus destinée à mettre sur le marché de l'emploi des « spécialistes appartenant au clergé laïc du Progrès », mais des citoyens experts, dont l'action professionnelle peut apparaître ambiguë, aptes à l'autocritique et à concilier les enjeux commerciaux, sociétaux et techniques. Le consumérisme, la compétition commerciale et les impératifs du marketing qui en découlent, nécessitaient aussi une reformulation du profil. La complexité des projets mettait l'accent sur le travail d'équipe, la concurrence acharnée sur la maîtrise des délais et des coûts, alors que le *tempo* de l'économie s'accélérait avec, pour nombre d'acteurs économiques, une pression sur les marges.

Conséquence, l'ingénieur fraîchement émoulu devait s'insérer rapidement au sein d'une équipe et y être productif.

Les aspects ci-dessus nécessitaient l'acquisition d'aptitudes supplémentaires, génériques, telles :

- talents de communicateur visant le public des parties prenantes internes (au sein de l'entreprise, dans le cadre d'un projet), et externes (dans le cadre d'un débat public, à destination des citoyens) ;
- aptitude à travailler en et à gérer des équipes, parfois réunies pour un temps bref ;
- capacité à gérer les projets ;
- sensibilité aux enjeux économiques et aux impératifs du marché développée par des projets *ad hoc* ou des stages chez de futurs employeurs ;
- un sens de l'éthique et de la déontologie du citoyen expert.

Une partie des items ci-dessus se trouve notamment dans les directives qui découlent du processus de Bologne.

De manière générale, les facultés d'ingénierie de la FWB ont intégré une partie des impératifs ci-dessus, mais la mutation de l'enseignement qui doit en découler n'est que partielle et doit être complétée (**recommandation 2**).

1.2.2. L'impact de la mondialisation

Le faible coût des transports et le différentiel conséquent du développement économique sur notre terre mènent à la fin des années 80 aux premières délocalisations d'activités industrielles vers l'Asie, notamment la Chine, prémices de la globalisation de l'économie et de la mondialisation des échanges.

Très vite, les milieux économiques constatent que le manque de compétences interculturelles est la cause de l'échec d'une majorité de tentatives de collaborations internationales. Ingénieurs et technologues doivent désormais être aptes à maîtriser la compréhension de différentes cultures et aussi intégrer des équipes virtuelles dont les membres peuvent se trouver sur des continents différents.

Outre la technologie et la gestion, la dimension internationale devient fondamentale. Ceci nécessite la mise en place de l'instrumentaire suivant :

- pratique et enseignement des langues ;
- mise en place de stages dans l'économie, tout particulièrement à l'étranger ;
- année d'échange : Erasmus dans le cadre de l'UE, par des accords *ad hoc* sur le plan mondial ;
- multiplication des doubles diplômes d'ingénieur et des diplômes conjoints ;
- formation en gestion internationale.

Les facultés d'ingénierie de la FWB se sont dotées de tout ou partie des instrumentaires ci-dessus, mais leur mise en œuvre apparaît encore partielle dans nombre d'entre elles. L'ouverture à l'international mérite d'être poursuivie (**recommandation 3**). Le comité des experts a aussi eu la perception que les facultés ne profitent pas pleinement des opportunités d'internationalisation que recèle la ville de Bruxelles, en tant que capitale européenne.

1.2.3. L'émergence de la responsabilité sociétale

Le futur ingénieur, sensibilisé dès les années 80 aux impératifs de la protection de l'environnement, doit tenir compte dès la fin des années 90 d'une perspective plus large. Présent déjà dans les années 70 avec les documents du club de Rome (notamment l'ouvrage « Halte à la croissance »¹³), il faut attendre les années 2000 pour que le développement durable et son pendant opérationnel dans l'économie privée et publique, la responsabilité sociétale, soient pris en compte par les organismes.

Les activités de l'ingénieur sont concernées dans le *triple bottom line*¹⁴ notamment dans la gestion parcimonieuse des ressources durables et non durables, de l'énergie, des transports, du recyclage et de l'élimination des déchets sans mettre en danger l'environnement. Cette nouvelle perspective change la donne dans le domaine de la formation :

- le futur ingénieur doit être informé de manière critique des enjeux futurs de notre société ;
- les impératifs du développement durable doivent être intégrés dans le cursus ;
- une réflexion doit être introduite sur les technologies et leur impact sociétal, environnemental et économique ;
- l'accent doit être mis sur le développement de techniques et de processus de

¹³ Pour la traduction française : MEADOWS, Donella-H., MEADOWS, Dennis-L., RANDERS, Jorgens, BEHRENS, William-W., *Halte à la croissance? Enquête pour le Club de Rome. Rapport sur les limites de la croissance*, Paris : Fayard, 1972

¹⁴ Les théories en matière de responsabilité sociétale des entreprises reposent notamment sur le concept anglo-saxon de « *People, Planet, Profit* » en d'autres termes « les gens, la planète et le profit » (PPP). Il s'agit en quelque sorte d'une transposition des principes de développement durable à l'entreprise. Celle-ci s'évaluera, dans le cadre de la responsabilité sociétale des entreprises, non plus seulement sous l'angle économique (*profit*), mais également sous l'angle social et sociétal (*people*) et environnemental (*planet*). Le *Triple Bottom Line* est en quelque sorte le triple résultat de l'entreprise (la *bottom line* étant, en anglais, la dernière ligne du bilan). Extrait de http://rse.wallonie.be/apps/spip/article.php3?id_article=28 (consulté le 24 juillet 2013).

production en accord avec les impératifs du développement durable.

À titre d'exemple, la profession d'ingénieur forestier, qui mettait en avant la fonction de production de la forêt, a intégré les nouvelles problématiques (fonction d'accueil du public,...) que la société réclamait, ainsi que la protection des biotopes et de la biodiversité.

Les facultés évaluées apparaissent dans leur majorité sensibilisées aux enjeux environnementaux, mais les experts recommandent de mieux les expliciter dans les énoncés de programmes ou de cours évalués. **(recommandation 4).**

1.2.4. La montée en force des nouvelles technologies

Dès les années 90, de nouveaux développements technologiques surgissent sur le devant de la scène tels :

- le développement des sciences de la vie, dont :
 - l'ingénierie biomédicale,
 - la bioinformatique et l'investigation du génome à des buts thérapeutiques,
 - les neurosciences,
 - les biotechnologies telles la biosynthèse et l'ingénierie génétique, les nouvelles méthodes de diagnostic, etc. ;
- les mathématiques appliquées et les sciences computationnelles qui, grâce au développement des ordinateurs, vont porter le domaine des simulations numériques à un niveau tel que l'on peut sans hésiter affirmer que les sciences computationnelles joueront à court terme un rôle aussi grand que l'expérimentation dans la méthode scientifique et l'ingénierie ;
- les nouvelles technologies d'information et de communication liées notamment au développement des réseaux, de l'internet, des téléphones mobiles et *smartphones*, ainsi que des tablettes, etc. qui concernent

aussi bien le *hardware* que le *software* et dans lesquelles les mathématiques appliquées jouent un rôle clé.

Ces nouvelles disciplines - auxquelles pourraient s'ajouter la photonique, les nouveaux matériaux, les nanotechnologies, l'énergétique, l'aérospatiale et la robotique - donnent naissance à de nouvelles formations d'ingénieur, parfois encore proches de celles de la discipline scientifique dont elles sont issues.

Les facultés évaluées ont dans l'ensemble relevé le défi de la formation dans ces nouvelles disciplines. Toutefois, la nécessité d'investir dans des équipements coûteux, la palette large de compétences que ces formations nécessitent amènent le comité d'experts à recommander que soit mise en œuvre une réflexion commune ayant comme but notamment une mutualisation des moyens, voire une répartition des disciplines — entre facultés **(recommandation 5).**

1.2.5. Une carrière professionnelle diversifiée, avec plusieurs employeurs

Au vu de l'évolution des technologies, mais aussi d'une augmentation sensible de la mobilité professionnelle, l'ingénieur occupera dans sa carrière des emplois plus variés que par le passé et changera aussi plus souvent d'employeur. Cette mobilité professionnelle et thématique est liée tant à une transformation structurelle des emplois qu'à l'évolution des technologies : vraisemblablement, un jeune diplômé occupera de 5 à 10 postes au cours de sa carrière (qui sera d'ailleurs de plus en plus longue). La formation tout au long de la vie prend dès lors de plus en plus d'importance.

Des pédagogies actives, que l'on peut percevoir au sein des facultés évaluées, permettent déjà « d'apprendre à apprendre ».

Bonne pratique épinglée par les experts :

Depuis plus de 10 ans, l'EPL a fortement misé sur et investi dans les pédagogies actives en

reformant complètement le programme de première année de bachelier sous forme d'apprentissage par exercices (APE) et d'apprentissage par problèmes et par projets (APP). Dans ces deux formats, les étudiants travaillent par groupes de six à raison de quatre groupes par salle avec un tuteur dument formé pour les encadrer. Les gains en matière de motivation et de qualité des apprentissages en font une véritable « marque de fabrique » attractive.

Toutefois, émerge aussi un besoin de formations courtes, non diplômantes, pour la mise à niveau des connaissances et des aptitudes des ingénieurs diplômés tout au long de leur carrière. Dans cette niche, les MOOCs (*Massive Open Online Courses*) ont selon toute vraisemblance un rôle important à jouer.

Si les pédagogies proactives permettant de développer les aptitudes d'apprendre à apprendre sont introduites au sein des facultés évaluées, le service à la collectivité relatif à l'offre de formation continue reste encore limité et présente un large potentiel de développement (**recommandation 6**).

1.3. Les nouveaux contextes de la formation des ingénieurs

1.3.1. L'université au XXI^e siècle

Les universités en général, et belges en particulier, se sont construites au XX^e siècle autour d'un modèle « humboldtien » (ce modèle porte le nom de ce géographe célèbre qui en a été le plus connu des promoteurs)¹⁵. Ce modèle est construit autour des éléments suivants :

- l'unité de la recherche et de l'enseignement ;
- la fonction de l'université comme institution de recherche ;

¹⁵ LESSARD Claude et BOURDONCLE Raymond, *Qu'est-ce qu'une formation professionnelle universitaire ?*, Revue Française de Pédagogie, N°139.

On line : http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/revue-francaise-de-pedagogie/INRP_RF139_10.pdf (consulté le 24 juillet 2013).

- la liberté de recherche et d'enseignement qui permet à l'université de développer la science pure (libre des intérêts matériels) ;
- le postulat que de la science découle l'éducation morale.

L'université dans ce contexte repose sur un corps de professeurs dédiés « sans compromis » à la science pure et à la culture personnelle : « le professeur n'est pas là pour servir l'étudiant, mais tous les deux doivent servir la recherche du savoir ».

Cette culture d'une université dédiée au savoir et libre de contraintes semble profondément ancrée dans le corps professoral des universités francophones belges :

- la liberté académique est souvent invoquée (et, dans certain cas, le droit au libre examen) ;
- la recherche du consensus au sein du corps professoral est la règle ;
- le monde extérieur (monde économique, collectivités locales et territoriales) est peu associé à la gouvernance des facultés et des universités ;
- le souci d'excellence académique est porté à son plus haut niveau pour la formation.

Toutefois, l'environnement actuel des universités a considérablement évolué :

- le coût de la recherche a explosé ;
- son financement nécessite des apports multiples et notamment d'origine transnationale et privée ;
- son pilotage par projets s'est généralisé ;
- la globalisation de l'économie et des moyens de communication a créé *de facto* un « marché » mondial de l'enseignement supérieur avec des référentiels internationaux ; la mobilité des étudiants et des diplômés est devenue la règle et celle des enseignants fortement recommandée ;
- les enjeux environnementaux deviennent prégnants (cf. *supra*) ;
- l'évolution des sciences et des techniques fait qu'il est impossible d'être exhaustif, même dans une spécialité limitée. Il faut donc faire des choix de formation et, même

pour un jeune ingénieur nouvellement diplômé, la capacité d'apprendre par soi-même devient, de ce fait, indispensable.

La position extrême de cette évolution est « l'université de service » : l'université au service exclusif du progrès social ou « le savoir utile ».

Suivant les histoires et traditions nationales et les contextes politiques dans leurs pays respectifs, les facultés d'ingénierie ont des façons diverses de se positionner entre les deux extrêmes :

- d'une part, une formation d'ingénieurs basée sur l'excellence scientifique, sur le développement du savoir — notamment par et pour la recherche — pour former des individus critiques et responsables ; ces individus bien formés trouvant par eux-mêmes et après leurs études leur voie professionnelle ;
- d'autre part, une formation de cadres scientifiques pour l'entreprise, ayant une base scientifique solide, mais aussi ouverts à la diversité culturelle et formés à leurs futures responsabilités.

1.3.2. Le processus de Bologne

Le processus de Bologne vise à rapprocher les systèmes européens d'enseignement supérieur au sein d'un cadre commun afin de permettre une meilleure lisibilité et promouvoir la mobilité des étudiants et des diplômés. Il a conduit à la création, en 2010, de l'Espace Européen de l'Enseignement Supérieur qui s'étend bien au-delà des limites politiques et géographiques de l'Europe (47 pays en 2012).

Des réunions interministérielles analysent chaque année les avancées, font des bilans et proposent de nouveaux objectifs. Les éléments les plus connus du cadre commun sont :

- la spécification et la mise en place des trois cycles d'études supérieures (bachelier – master – doctorat) ;
- la création d'un système commun de crédits pour décrire les programmes d'études

(ECTS) ;

- la création d'un supplément au diplôme.

En FWB, le décret dit de Bologne¹⁶ a adapté les principes généraux du processus de Bologne au contexte communautaire.

Toute mobilité des produits et des services au sein de l'Union européenne (UE) s'accompagne d'une mise en place de la gestion de la qualité. En 2005, à la conférence de Bergen, a été décidée la mise en œuvre des « références et des lignes d'orientation pour la garantie de la qualité » communément appelées ESG, un système d'assurance qualité proposé par l'ENQA (*European Association for Quality Assurance in Higher Education*). Ce système définit des standards pour la démarche qualité

- dans les institutions d'enseignement supérieur ;
- dans les processus d'évaluation et d'accréditation des institutions par les agences ;
- dans les agences en charge de la qualité elles-mêmes.

En FWB, un décret de février 2008¹⁷ a organisé les missions et règles de fonctionnement de l'AEQES selon ces principes.

Lors de la conférence annuelle de Leuven et Louvain-la-Neuve (2009)¹⁸, les ministres ont défini de nouveaux axes qui ont un impact particulier pour les formations d'ingénieur, comme :

- *l'éducation et formation tout au long de la vie* qui implique que des diplômes peuvent être obtenus par des « parcours de formation souples, comme les études à temps partiel, et des trajectoires professionnelles » et « exige de solides

¹⁶ 31 mars 2004 - Décret définissant l'enseignement supérieur, favorisant son intégration dans l'espace européen de l'enseignement supérieur et finançant les universités

¹⁷ *Op cit.*

¹⁸ Source : communiqué de Leuven et Louvain-la-Neuve.

On line :

http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/links/language/2009_Louvain_Louvain-la_Neuve_Communique%C3%A9_FR.pdf (consulté le 24 juillet 2013)

partenariats entre les pouvoirs publics, les établissements d'enseignement supérieur, les étudiants, les employeurs et les employés » ;

- *l'insertion professionnelle* qui vise à « rehausser le niveau initial des diplômés, maintenir et renouveler une main-d'œuvre qualifiée à l'aide d'une étroite coopération entre gouvernements, établissements d'enseignement supérieur, partenaires sociaux et étudiants ». Les « stages professionnels inclus dans les programmes d'études, ainsi que la formation en milieu professionnel » sont encouragés ;
- *une formation centrée sur l'étudiant*, ce qui implique que la réforme des programmes soit un « processus continu produisant des parcours éducatifs diversifiés, de grande qualité et davantage personnalisés ». Par ailleurs, les « universitaires, en étroite collaboration avec les représentants des étudiants et des employeurs, sont incités à développer des résultats attendus de formation (ou acquis d'apprentissage) et des points de référence internationaux dans un nombre croissant de disciplines ».

Les facultés d'ingénierie des universités pluridisciplinaires, comme les quatre de la FWB, doivent donc trouver un équilibre entre les exigences de leur mission académique (au sens humboldtien du terme) et leurs missions d'employabilité des diplômés, de contribution au développement économique national, et, désormais, de contribution à la solution des problèmes planétaires (développement durable, réchauffement climatique, etc.) en ce XXI^e siècle (**recommandation 7**).

1.3.3. Les standards internationaux pour les formations d'ingénieurs

Jusqu'à la fin du XX^e siècle, la conception et l'accréditation des formations d'ingénieur étaient centrées sur les programmes (les intrants, *inputs*). L'évolution globale du contexte universitaire et des métiers des ingénieurs a conduit à développer une approche basée

d'avantage sur les résultats visés à l'issue de la formation (« *expected learning outcomes* »).

L'ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*, Etats-Unis) dans un premier temps (programme EC2000), les agences européennes ensuite regroupées dans le projet européen EUR-ACE (2005, voir *infra*), ont mis en place des standards et procédures d'accréditation basés sur une démarche qualité cohérente, incluant :

- la définition de leurs missions ;
- les résultats d'apprentissage attendus (ou acquis d'apprentissage) ;
- la mise en œuvre d'indicateurs de performance ;
- un système d'assurance qualité garantissant que les acquis d'apprentissage ont été effectivement atteints par les diplômés.

Dans un rapport récent¹⁹, l'OCDE a publié une analyse transversale mondiale des résultats d'apprentissage attendus pour les ingénieurs ; en particulier, pour en extraire les éléments communs admis au niveau international. Le rapport fait une analyse comparative des standards d'EUR-ACE et de l'ABET²⁰.

Au-delà des différences de formulation, parfois des différences d'accentuation, on observe une large convergence autour de six axes²¹:

- *Savoir et Compréhension (Knowledge and Understanding)* : concerne le socle en mathématiques et sciences sous-jacentes à toute formation d'ingénieur ; EUR-ACE inclut la nécessité de connaissances dans un secteur de pointe (*forefront*) et le caractère transdisciplinaire ;
- *Analyse (Engineering Analysis)* : concerne la capacité à appliquer les savoirs à la résolution (identification, formulation, solution) des problèmes qui se posent aux

¹⁹ A *Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering*, OECD Education Working Papers, No. 60, OECD Publishing.

On line : <http://dx.doi.org/10.1787/5kghtchn8mbn-en> (consulté le 24 juillet 2013).

²⁰ Notons ici que le titre d'ingénieur est un bachelier en quatre ans aux États-Unis et soit une licence en trois ans, soit un master en cinq ans en Europe

²¹ Traduction et synthèse des auteurs du rapport, voir le texte intégral dans *A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering (op. cit.)*

ingénieurs (produits, procédés et méthodes) ;

- Conception (*Engineering Design*) : concerne la capacité à résoudre les problèmes en satisfaisant les contraintes ; l'ABET spécifie les contraintes : économique, environnementale, sociale, politique, éthique, santé et sécurité ;
- Investigation (*Investigations*) : seulement spécifié par EUR-ACE, concerne les capacités issues de la recherche, de recherches bibliographiques, de la conduite d'expériences, etc. ;
- Pratique de l'ingénieur (*Engineering Practice*) : concerne la capacité à mobiliser les outils théoriques et expérimentaux pour la résolution des problèmes, d'être

conscient de leurs limites et de leurs implications non-techniques (EUR-ACE) ou de comprendre leur responsabilité éthique et professionnelle (ABET) ;

- Compétences transférables (*Transferable Skills* souvent dénommées aussi *Soft Skills*) : certainement l'axe le plus vaste, détaillé ci-dessous :

Illustration 2 : compétences transférables définies par EUR-ACE et ABET

EUR-ACE	ABET
<ul style="list-style-type: none"> - Exercer ses fonctions efficacement en tant qu'individu et en tant que membre d'une équipe ; - Utiliser des méthodes diverses pour communiquer efficacement avec les autres ingénieurs et avec la société dans son ensemble ; - Faire preuve d'une conscience des conséquences professionnelles et des responsabilités de l'ingénieur en matière de santé, de sécurité et du droit. Faire preuve d'une conscience de l'impact social et environnemental des solutions proposées. S'engager dans l'éthique, les responsabilités et les normes de la pratique professionnelle ; - Faire preuve d'ouverture aux pratiques de la gestion de projet et du business, telles que le management du risque et du changement, et comprendre leurs limites ; - Reconnaître la nécessité et avoir la capacité de s'engager de manière indépendante, dans l'apprentissage tout au long de la vie. 	<ul style="list-style-type: none"> - La capacité à exercer ses fonctions au sein d'équipes multidisciplinaires ; - La capacité de communiquer efficacement ; - Une formation générale nécessaire pour comprendre l'impact des solutions proposées par les ingénieurs dans leur contexte global, économique, environnemental et sociétal ; - Une reconnaissance de la nécessité d'avoir la capacité à s'engager dans l'apprentissage tout au long de la vie.

Le comité s'appuie sur l'idée que les individus sont inégaux quant à leur capacité à acquérir les *soft skills* (compétences comportementales). Il est clair aussi que les étudiants acquièrent une maturité et des capacités en dehors de leurs études par leurs activités individuelles et collectives²².

Une attention de plus en plus grande est portée sur la validation des acquis informels des étudiants, notamment pour les compétences transférables.

Enfin, si l'employabilité est une priorité pour la formation - et les *soft skills* sont un critère majeur pour le recrutement -, l'objectif n'est toutefois pas de former des ingénieurs prêts à l'emploi, et donc les premières années de pratique professionnelle sont essentielles pour former un ingénieur confirmé. Cet état de fait est particulièrement important dans les pays anglo-saxons où le titre de *professional/chartered engineer* est subordonné à l'acceptation du candidat dans un ordre d'ingénieurs après une période probatoire.

1.3.4. La formation des ingénieurs en Europe (le label EUR-ACE)

Le programme EUR-ACE, initialement financé par la Commission Européenne (2004-2006), décline pour la formation des ingénieurs les objectifs généraux d'assurance qualité du processus de Bologne. Dans ce projet, des agences d'accréditation spécialisées et des organisations nationales et européennes d'ingénieurs se sont réunies pour définir les savoirs, capacités et compétences communément attendus des ingénieurs diplômés en Europe.

Deux niveaux d'objectifs de formation ont été définis selon le diplôme de sortie : licence (bachelier) ou master. Ces standards sont à mettre en regard avec ceux de l'accord de Washington (WA²³) qui regroupe une quinzaine

de pays principalement d'Asie et d'Amérique du Nord, dont le diplôme de référence est le *bachelor* (quatre ans). Des discussions sont en cours pour coordonner ces deux dispositifs internationaux (EUR-ACE et WA), dont les standards présentent de nombreux points de convergence (voir *supra*).

Les programmes satisfaisant les standards de qualité EUR-ACE peuvent obtenir le label EUR-ACE ; ce label est décerné par les agences nationales dont les procédures ont été validées. Le dispositif est géré par l'association ENAEE.

Fin 2012, plus de 1000 programmes ont été labellisés, notamment en Europe mais aussi dans le reste du monde.

Dans ce contexte, la CTI, qui est active depuis bientôt 80 ans dans l'accréditation des formations d'ingénieurs en France et à l'étranger, s'est adaptée aux spécificités de l'espace européen à partir des années 2000 : d'une part comme membre d'ENQA au même titre que l'AEQES, elle assume les objectifs et les responsabilités des agences européennes en charge de l'évaluation de la qualité (l'AEQES et la CTI sont toutes deux inscrites au registre EQAR des agences reconnues dans l'espace européen) ; d'autre part, comme organisme d'accréditation des formations d'ingénieurs, la CTI est membre fondateur du projet EUR-ACE et habilitée à en délivrer le label.

1.4. Données factuelles

1.4.1. Cadres de références de la FWB : les missions

Les objectifs des établissements d'enseignement supérieur sont définis dans un décret dit de Bologne²⁴ et, en particulier dans son article 2 : « les établissements d'enseignement supérieur ont pour mission de former des citoyens responsables, autonomes et épanouis, de leur transmettre des valeurs humanistes en garantissant une formation de haut niveau leur

²² *European Council recommendation (2012/C 398/01)*, Official Journal of the European Union (December 2012)

²³ *International Engineering Alliance (IEA)*,

<http://www.washingtonaccord.org/> (consulté le 24 juillet 2013).

²⁴ *Op cit.*

permettant de jouer un rôle actif dans la société et de se former tout au long de la vie, dans une perspective d'ouverture culturelle et internationale ».

Ce même décret précise que les établissements ont la triple mission suivante :

« 1° offrir une formation initiale et continue de haute qualité, selon leurs habilitations, et certifier ainsi les compétences et savoirs acquis par leurs diplômés ;

2° participer à des activités de recherche et/ou de création dans leur discipline ;

3° assurer des services à la collectivité, notamment par une collaboration avec le monde éducatif, social, économique et culturel. »

Ces missions génériques s'appliquent à tous les établissements visés par ce décret et donc, notamment, aux formations d'ingénieurs concernées par cette évaluation.

Le caractère « ingénieur » des formations devrait conduire chaque établissement à compléter ses missions par ses propres objectifs et par les aspects génériques de la profession **(recommandation 8)**.

1.4.2. Cartographie de l'offre de formation²⁵

Illustration 3 : répartition des étudiants par université (toutes formations confondues)

	ULB	UCL	ULg*	UMons
Nombre total d'étudiants	23.968	25.990	19.204	5.349

* Y compris ULg Agro-Bio-Tech Gembloux

²⁵ L'ensemble des données chiffrées présentées ici sont extraites du site www.cref.be (consulté le 24 juillet 2013) et correspondent à l'année 2010-2011.

Illustration 4 : répartition des étudiants inscrits en bioingénieur et ingénieur civil (bacheliers et masters confondus) par université

	ULB	UCL	ULg	UMons
Nombre d'étudiants bio-ingénieur	310	654	691*	-
Nombre d'étudiants ingénieur civil	1.039	1.432	841	687

* ULg Agro-Bio-Tech Gembloux

Illustration 5 : répartition des étudiants par université et par finalité de master

	ULB	UCL	ULg	UMons
Sciences et technologies de l'environnement	28	52	63*	-
Gestion des forêts et espaces naturels	-	22	42*	-
Sciences agronomiques	13	71	80*	-
Chimie et bio-industries	41	51	29*	-
Mines et géologie	-	-	9	21
Chimie et sciences des matériaux	26	50	13	18
Physique	45	17	12	-
Électricien	63	45	28	46
Électromécanique	46	63	38	-
Aérospatiale	-	-	49	-
Mécanique	46	65	15	71
Biomédical	22	8	13	-
Informatique	42	31	26	-
Informatique et gestion	-	-	-	83
Mathématiques appliquées	-	61	-	-
Constructions	47	71	44	-
Architecte	33	44	21	15

* ULg Agro-Bio-Tech Gembloux

Ces effectifs sont souvent sous critiques (le comité des experts considère comme sous-critique une cohorte annuelle inférieure à 15-20 étudiants). Les coûts par étudiant sont alors importants.

En 2010-2011, le nombre d'étudiants, au total, dans les programmes évalués est de 5654.

Ils sont 3815 dans les trois filières de bachelier dont 2482 en filière ingénieur civil, 1118 en filière bioingénieur et 215 en filière ingénieur-civil architecte.

Ils sont 1839 inégalement répartis dans les 17 filières de masters elles-mêmes offertes dans sept facultés différentes ; ce qui donne une moyenne d'une vingtaine d'étudiants par année dans les masters. Avec le choix de spécialité et d'options de cours, il arrive souvent que des cours de master soient donnés à de faibles effectifs étudiants. Cela ne semble pas, aux yeux du comité, raisonnable à la fois économiquement et en termes de taille critique. En particulier, le coût annuel de formation par ingénieur n'est pas donné.

Le comité des experts note un certain fatalisme des autorités et des directeurs des programmes face à ces faibles effectifs. Le recrutement reste très régional, voire local. La promotion des études également. Et ces effectifs stagnent, voire baissent la plupart du temps au fil des années.

Dans le contexte de pénurie d'ingénieurs de la FWB, cette situation apparaît peu durable aux yeux du comité.

Même si le contexte de la FWB ne s'y prête peut-être pas, à l'aune d'institutions/facultés comparables en Europe, ces 5654 étudiants pourraient être formés dans une seule institution qui aurait ainsi une envergure large, gage d'efficacité et de visibilité dans le paysage des institutions de formation d'ingénieur universitaire européenne.

Les experts ont constaté que cette situation ne crée pas d'inquiétude particulière dans les corps enseignants concernés. De plus, on peut trouver des formations similaires à effectifs restreints dans deux universités parfois très proches.

Il faut enfin noter que les intitulés des filières ne sont pas laissés au libre choix des facultés ou écoles, ce qui peut simplifier les comparaisons, mais qui a aussi le désavantage de limiter le domaine concerné par l'ingénierie. Ainsi, par exemple, où se trouvent les ingénieurs en télécommunications ?

Certaines formations qui portent le même intitulé ne sont pas identiques d'un site à l'autre, les complémentarités, quand elles existent, ne sont donc pas clairement mises en valeur.

Le comité préconise une meilleure coordination entre les autorités politiques de la FWB et les facultés, concernant l'intitulé des diplômes, mais aussi pour ce qui est des filières afin d'éviter les effectifs sous-critiques **(recommandation 9)**.

1.4.3. Egalité des chances

Les femmes représentent certes 85% des ingénieurs civils architectes et 64% des bioingénieurs, mais seulement 16% des ingénieurs civils. C'est encore trop peu. Nombre d'institutions européennes ont adopté une réelle politique avec plan d'action de promotion auprès des jeunes femmes.

Le taux de féminisation des étudiants belges, dans le domaine de l'ingénierie, est presque moitié plus faible que la moyenne des pays membres de l'OCDE²⁶. Ce fait, ayant marqué l'ensemble des experts lors des visites d'évaluation, n'est pas (encore) pris en compte par les facultés ou écoles qui, à l'inverse d'autres pays, n'ont pas mis en place une politique de promotion visible des métiers d'ingénieur auprès des jeunes filles.

Une politique de promotion et d'égalité des chances doit être mise sur pied à l'échelle de la

²⁶ Voir en particulier le tableau C3-4a Web du document : <http://dx.doi.org/10.1787/888932683575> (consulté le 24 juillet 2013).

FWB pour accroître la part de jeunes femmes au sein des cohortes d'étudiant-e-s, tout particulièrement pour les filières d'ingénieur civil (**recommandation 10**).

Partie II : Analyse des formations d'ingénieur civil et de bioingénieur en FWB

2.1. Objectifs généraux des formations

Le paysage actuel de la formation des ingénieurs en FWB prend forme au milieu du XIX^e siècle, mais résulte de nombreuses évolutions récentes : passage en cinq ans des études d'ingénieur industriel avec délivrance du master, création des diplômes de bioingénieurs à partir de diplômes d'ingénieur agronome et d'ingénieur chimiste et des bioindustries, évolution des études d'architecte soit au sein d'une faculté d'architecture dans les universités soit par création d'une spécialisation d'ingénieur civil.

Ingénieurs civils et bioingénieurs *versus* ingénieurs industriels : la différence entre les deux profils paraît bien ancrée dans l'esprit du public, des étudiants, des professeurs et des employeurs ; or, des formations sont habilitées comme telles par le Gouvernement de la Communauté française, sans qu'il soit possible de trouver des textes réglementaires spécifiant concrètement les compétences attendues et différenciées des deux types de cursus.

Une approche plus formelle du profil de l'ingénieur dans les textes légaux permettrait à la commission *ad hoc* de la FWB (délivrante les autorisations d'enseigner un cursus d'ingénieur) de baser son jugement avec plus de transparence tout en différenciant clairement les deux profils (**recommandation 11**).

L'ingénieur civil et le bioingénieur ont une image (sans doute justifiée) d'un scientifique de haut niveau, ayant poursuivi des études plus abstraites dans une université généraliste, après admission *via* un examen sélectif (pour l'ingénieur civil).

L'ingénieur industriel a un profil plus technique, avec des études plus concrètes dans une haute école et une employabilité plus immédiate. Dans ce contexte, la pratique du stage en entreprise et l'ouverture vers l'économie, qui est de plus en plus présente dans les formations

internationales pour tous les ingénieurs, apparaissent en Belgique francophone, comme un « marqueur » des formations d'ingénieur industriel et est donc souvent abordée avec réticence pour les ingénieurs civils et les bioingénieurs.

La délivrance du master pour les ingénieurs industriels, les rapprochements en cours des hautes écoles avec les universités vont à terme brouiller les images, et une réflexion collective débouchant sur l'adoption de profil(s) de compétences attendues des ingénieurs en FWB, toutes catégories confondues, devient nécessaire.

Dans le contexte global évoqué [sous 1.2](#), tout en cultivant leur spécificité, les facultés d'ingénierie de la Fédération souhaitent s'inscrire dans la mouvance internationale qui tend à relier plus intimement la formation des ingénieurs à l'environnement économique et sociétal.

C'est dans ce sens que les experts interprètent la volonté des doyens de se soumettre à une évaluation conjointe AEQES-CTI et de demander le label européen EUR-ACE.

Cette ouverture s'appuie sur des outils :

- conception des programmes à partir des *learning outcomes* orientés vers les résultats (visés ou acquis) des formations ;
- démarche qualité visant à organiser l'amélioration continue des formations et à assurer les bases de la confiance mutuelle entre institutions des différents pays.

Les évolutions entamées par les facultés d'ingénierie et surtout leur concrétisation ont des implications profondes pour le monde universitaire :

- L'approche compétences est une « révolution copernicienne » pour les professeurs, un décentrement qui est source d'inquiétude, voire de résistance au changement. Dans l'absolu, les programmes de formation, donc les enseignements des professeurs, ne sont pas la concaténation des goûts et de spécialités de chacun, mais devraient résulter d'un projet global tiré aussi par des objectifs d'insertion sur le

marché de l'emploi.

- L'assurance qualité, avec sa boucle de rétroaction pour l'amélioration continue, nécessite une gouvernance participative mais forte. Certes une démarche d'assurance qualité doit être basée sur un large consensus au sein de l'institution - les personnels en partageant les objectifs généraux et les méthodes -, mais l'amélioration ne peut résulter de la simple addition des bonnes volontés individuelles, des choix - parfois douloureux pour certains - doivent être faits par une autorité légitime et éclairée.
- Le schéma de formations et d'institutions universitaires cogérées par les seuls universitaires (professeurs surtout, étudiants en général, personnel technique et administratif parfois) paraît peu compatible avec les orientations admises au niveau mondial pour les formations d'ingénieurs : la définition des compétences visées, l'acquisition des compétences non-techniques, la formation aux métiers de l'ingénieur, etc. ne peuvent se concevoir sans une ouverture large des institutions (instances) et des programmes (conception, participation d'intervenants extérieurs à la formation) aux représentants de la société (entreprises, collectivités, administration) et du marché de l'emploi.

Ces orientations décrites plus haut sont mises en œuvre dans la plupart des pays, avec des degrés très divers qui peuvent être expliqués par des facteurs variés (ancienneté de l'implication dans ces processus, culture nationale, autonomie des universités).

Les institutions et responsables de programmes des formations d'ingénieurs de la FWB doivent dès lors mieux définir leurs orientations propres, et se donner les moyens de les satisfaire :

- équilibre dans le temps de formation entre la part dédiée aux sciences (dans le sens académique) et à la formation aux compétences transférables ;
- équilibre entre l'excellence académique (objectif naturel du professeur spécialiste dans son domaine) et la formation large aux

compétences transférables ;

- équilibre entre les pratiques traditionnelles de formation (cours, exercice, laboratoire) et les autres méthodes (pédagogie par projet, usage des nouvelles pédagogies, travail en équipe, stages, mobilité internationale) ;
- organisation au sein de cursus de l'intervention des professionnels ;
- insertion au sein de cursus - par nature de durée limitée - d'expériences en milieu professionnel et d'une mobilité internationale.

Il n'est ni dans les missions ni dans la volonté du comité des experts de choisir, voire d'imposer, les orientations globales que doivent prendre les facultés d'ingénierie.

Toutefois, à la suite des entretiens conduits avec le corps professoral, les experts estiment qu'un travail important de définition et d'adoption des objectifs globaux de formation, de conduite du changement, reste à faire (**recommandation 12**).

2.2 Le cadre institutionnel

2.2.1. Un cadre légal et réglementaire très (trop) détaillé

La FWB apparaît, aux yeux du comité des experts, comme très normative quant à l'organisation administrative de l'enseignement supérieur. Le décret dit « de Bologne » prescrit avec beaucoup (trop) de détails les implications du processus de Bologne pour les universités belges francophones.

Dans un contexte global qui tend à renforcer l'autonomie des universités, les experts estiment que ce décret n'incite pas les universités et leurs facultés à - voire les empêche - d'innover en matière de pédagogie et d'organisation des cursus. Par exemple, les responsables imputent souvent à la rigidité des règles, les possibilités limitées d'introduction d'enseignements dit « d'ouverture ».

Ce cadre précis apparaît d'autant plus contraignant qu'il n'est pas basé, comme évoqué précédemment, sur une définition explicite des objectifs de formation par les instances de pilotage de la FWB : qu'est-ce qu'un ingénieur civil ? Qu'est-ce qu'un bioingénieur ? Qu'est-ce qu'un ingénieur industriel ?

Il serait dès lors judicieux, outre la définition de l'ingénieur civil, du bioingénieur et de l'ingénieur industriel, de revoir le pilotage des formations d'ingénieur en développant plus avant l'autonomie des facultés qui fourniraient, en contrepartie, un *reporting* régulier et adéquat aux décideurs politiques de la FWB (**recommandation 13**).

2.2.2. Une gouvernance conviviale mais peu adaptée à la conduite du changement

Malgré des différences locales, les universités et facultés expertisées partagent un schéma global de gouvernance caractérisé par un ensemble complet de conseils qui, partant de la base (réunions disciplinaires, comités de programmes) jusqu'à l'instance finale (conseil d'université), organise consultations et prises de décisions. Même si leur nombre et leur articulation peuvent être discutés, on retrouve une organisation des universités commune à beaucoup de pays.

En revanche, leur composition a attiré l'attention des experts :

- la faiblesse de la représentation des personnels administratifs et techniques, pourtant acteurs importants du projet éducatif ;
- la faiblesse (souvent l'absence totale) de représentants extra-universitaires (anciens étudiants, collectivités territoriales, employeurs privés et publics, société civile) ;
- leur caractère pléthorique : des assemblées de plus de 100 personnes sont courantes. Les comptes-rendus consultés témoignent

de l'absentéisme qui en résulte souvent. Surtout, le principe que chaque professeur (ou enseignant permanent selon les cas) est représenté *intuitu personae*, implique l'absence de délégation ; chacun a la possibilité de défendre son point de vue (et éventuellement ses intérêts) ce qui ne favorise pas les prises de décision mettant en cause les personnes. Les experts ont pu constater ici ou là des situations de blocages et de dysfonctionnements, patents et diagnostiqués, qui n'ont pu être résolus qu'avec le départ à la retraite d'une personne.

Ce mode de gouvernance, basé sur la recherche du consensus, rencontre l'adhésion globale - et vérifiée souvent lors des entretiens - des personnels et étudiants, qui soulignent l'atmosphère conviviale qui règne dans les facultés et la qualité des rapports humains.

Les experts estiment toutefois que, sans perdre ses qualités, une modification de la gouvernance des facultés reste nécessaire, notamment si celles-ci font le choix d'une politique d'ouverture internationale, d'ouverture à leur environnement économique et social et d'amélioration continue selon les standards européens (**recommandation 14**).

2.2.3. Une coordination de l'offre de formation à renforcer au sein de la fédération

Par ailleurs, les experts ont constaté une carence de coordination et de coopération entre les universités, qui est justifiée, en interne, par les différences de statut et de culture historique, par les nécessités locales liées à leur implantation et par leur mode de financement.

Certes, les contacts académiques, professionnels, humains, entre responsables des facultés existent (la demande collective d'évaluation conjointe AEQES/CTI en témoigne), mais ils apparaissent encore peu formalisés et sans vision, ni stratégie commune.

Comme relevé précédemment ([point 1.4](#)), la formation des ingénieurs en FWB se caractérise par une faiblesse globale des effectifs et un émiettement de l'offre.

La conférence des doyens de faculté d'ingénierie de la FWB pourrait renforcer son rôle d'organe de proposition à l'intention des dirigeants politiques pour le futur de la formation des ingénieurs civils et bioingénieurs (**recommandation 15**).

Des initiatives ont été prises comme le rattachement de facultés d'agronomie et d'architecture à des universités, mais avec des logiques territoriales peu évidentes : à titre d'exemple, deux facultés d'agronomie distantes d'une quinzaine de kilomètres, rattachées à deux universités différentes et... bien plus distantes.

Les universités et facultés font état de créations récentes de réseaux à géométrie variable : réseaux dont les experts n'ont pas pu évaluer la légitimité et - faute de documentation précise ou de résultats - l'efficacité.

Les experts estiment peu pérenne l'offre de formation actuelle avec des effectifs très souvent critiques, voire sous-critiques ; ils estiment que la crise globale financière européenne pourrait à terme conduire à des arbitrages budgétaires douloureux et que les universités et leurs facultés d'ingénieurs devraient anticiper en coordonnant et simplifiant éventuellement leurs cartes de formation, mais aussi en proposant des filières complémentaires (systèmes de communication, par exemple).

La réflexion sur l'offre de formation des facultés actuelles passe par une analyse des domaines d'excellence de chacune pour proposer par exemple des diplômes communs multi-sites, des options spécialisées ouvertes aux étudiants de plusieurs facultés, des cycles préparatoires coordonnés, des formations continues, etc. (**recommandation 16**).

2.2.4. Des outils de gestion peu mutualisés

Sur le plan du fonctionnement interne, la mutualisation des outils de gestion et d'administration semble peu pratiquée ; les experts ont constaté que chaque université a développé – avec plus ou moins de succès - ses propres systèmes d'information. Il en résulte un certain gaspillage de ressources et surtout un manque de capitalisation des bonnes pratiques qui aurait pu profiter avantageusement à certaine(s) d'entre elles.

Le comité des experts encourage les universités de la FWB à pratiquer toute synergie utile en matière de mutualisations des outils de gestion académique et administrative (**recommandation 17**).

2.2.5. Un déséquilibre entre les capacités de pilotage de la recherche et de l'enseignement

Dans l'articulation du pilotage de la recherche et de l'enseignement, il semble que l'enseignement soit le parent pauvre. Les moyens, les budgets, les personnels sont largement alloués aux laboratoires et instituts de recherche ; tandis que les budgets et les effectifs de personnel dédiés aux facultés sont anémiques et privent les doyens, ou, le cas échéant, les directeurs de programme, de réelles possibilités d'actions. Ils ne permettent pas non plus de disposer à terme de laboratoires *ad hoc* destinés à l'enseignement. La formation expérimentale des étudiants risque alors de ne pas être progressive.

De plus, le pilotage de l'enseignement est *de facto* assuré par les commissions de programmes ; faute de moyens et de pouvoirs réels, ce sont principalement des instances de concertation entre les représentants des différents domaines de recherche, chacun pouvant se contenter de défendre la place de son domaine dans la formation.

Enfin la coordination entre les différents

comités de programmes n'est pas systématiquement organisée, accentuant le côté tubulaire du pilotage de chaque formation.

Le comité des experts préconise un rééquilibrage entre les capacités de pilotage de la recherche et de l'enseignement. Les unités en charge de la création et de la gestion de programmes doivent disposer de leviers et de moyens en quantité suffisante (**recommandation 18**).

En conclusion, les universités en général et les facultés d'ingénierie en particulier doivent se doter de structures de coordination fortes, d'une part pour proposer aux autorités politiques les mesures permettant de développer leur autonomie et de faciliter l'innovation et, d'autre part, pour simplifier et renforcer leur offre de formations d'ingénieurs.

2.3. La gestion de la qualité de l'enseignement

2.3.1. La roue de Deming et les objectifs des facultés

Présentée de manière simple, l'approche qualité dans un organisme consiste :

- à définir ce que l'on souhaite mettre en œuvre et à le communiquer (étape *Plan*) ;
- à mettre en œuvre ce que l'on a communiqué en se dotant des moyens nécessaires (étape *Do*) ;
- à se donner les moyens de vérifier si les objectifs préalablement définis sont atteints (étape *Check*) ;
- à corriger si des écarts sont constatés (étape *Act*) ;
- à promouvoir, par ce système en boucle appelé roue de Deming ou PDCA, une culture d'amélioration continue.

Par une approche processus, l'approche qualité est notamment un outil qui sert à vérifier si l'on se rapproche ou si l'on s'éloigne d'objectifs affichés.

Si les formations se définissent par une grille de compétences dans laquelle viennent se décliner les acquis d'apprentissage, celle-ci est dépendante d'une vision stratégique des facultés qui se décline en objectifs et qui est liée notamment à la recherche.

De manière assez générale, les objectifs propres à chaque faculté, tels qu'ils sont consignés dans les documents d'autoévaluation, ne sont pas très explicites et rarement quantifiés ni positionnés dans le temps.

De ce fait, le processus d'amélioration continue par des mécanismes de type roue de Deming rencontre encore des difficultés à se mettre en place. Un affinement des objectifs, des processus et des méthodes est donc recommandé (**recommandation 19**).

2.3.2. L'approche compétences et acquis d'apprentissage

La description des formations en matière de compétences et d'acquis de l'apprentissage (programmes et modules d'enseignements) est récente ; elle est intimement liée à la gestion de la qualité, par le fait qu'elle sous-tend le contrôle en cours d'étude et, *in fine*, des aptitudes acquises par les étudiants.

Toutes les facultés ou écoles travaillent sur ce sujet mais aucune n'a encore réussi à impliquer toutes ses formations et, de manière générale, ce travail est souvent mené trop en interne. En théorie, il faudrait partir de l'objectif de formation, décrit en compétences et acquis d'apprentissage validés par un *advisory board* (comité d'avis) puis déclinés en modules de formation, chacun étant lié à des compétences décrites par exemple selon la taxonomie de Bloom dans des fiches avec crédits ECTS.

En pratique, comme c'est le cas dans de nombreuses institutions européennes ayant débuté cette approche, les facultés ou écoles sont parties de l'existant : ainsi, si des compétences transversales, comportementales

ou managériales, indispensables à des ingénieurs sont revendiquées dans les référentiels de compétences, elles sont peu apparentes dans les objectifs des enseignements, sauf pour certains enseignements optionnels. En revanche, les exigences en termes de savoir scientifique et technique y sont plus détaillées.

Les experts constatent que, dans la majorité des institutions, l'approche compétences et acquis d'apprentissage est encore dans une phase préliminaire.

Le comité recommande :

- de poursuivre la démarche en décrivant de manière plus fine les acquis d'apprentissage des formations, voire les compétences selon la grille EUR-ACE ; de formuler le contenu des enseignements sous forme d'acquis d'apprentissage, en utilisant par exemple la taxonomie de Bloom ;
- de relier les acquis d'apprentissage des unités d'enseignement à ceux des programmes ;
- d'évaluer les aptitudes acquises par les étudiants à l'issue de leur formation selon la grille des acquis d'apprentissage (**recommandation 20**).

2.3.3. Le rôle des indicateurs de performance

La gestion de la qualité permet de jauger l'atteinte des buts formulés dans la première étape de la roue de Deming en choisissant judicieusement des indicateurs de performance. Ceux-ci sont représentatifs des objectifs visés et des résultats obtenus (par exemple : effectifs des étudiants et des étudiantes, part de marché, durée effective des études, taux de réussite et d'obtention de diplômes, situation professionnelle des diplômés, comparaison avec d'autres cursus similaires à l'échelle nationale ou mondiale, etc.).

C'est à l'aune de cette conception

communément admise de l'assurance qualité que le comité des experts formule ses remarques et observations sur la mise en œuvre de la gestion de la qualité dans les formations de la FWB qu'il a évaluées.

Ce chapitre commente quelques indicateurs clés et donne des appréciations de leurs résultats. Il traite ensuite des évaluations par les parties prenantes et se terminera par une analyse de la démarche qualité dans son ensemble.

2.3.3.1. Flux et réussite des étudiants dans les programmes

Une fraction importante des informations sur la performance des études est donnée par des indicateurs quantitatifs tels que les données statistiques académiques.

Ainsi, combien de nouveaux étudiants réussissent-ils la première année du bachelier ? Combien sont-ils à abandonner ? Combien sont-ils à la redoubler ? Est-ce que les redoublants réussissent la deuxième fois ? Combien d'étudiants passent en deuxième année avec moins de 60 ECTS et plus de 48 ECTS comme les y autorise le règlement de la FWB ? Comment se passe la deuxième année pour eux ? Quelle proportion termine son bachelier dans les trois ans ? Quelle est la répartition de la durée effective du bachelier ? Est-ce qu'il y a une corrélation entre le niveau de réussite de l'examen d'admission et la réussite de la première année du bachelier ? Quel est le taux de diplômes rapporté aux admissions en première année du bachelier ?

Malgré la légitimité de ces questions pour pouvoir apprécier l'adéquation et la progressivité des cursus, le comité des experts n'en a obtenu que des réponses partielles, trop souvent amalgamées entre redoublants et non-redoublants et n'a, au final, pas pu se forger une représentation tangible de ces flux d'étudiants dans les programmes (sauf pour les masters dans la plupart desquels, vu leurs effectifs, ces questions n'ont que peu de sens...).

Le comité s'est interrogé du peu de données, voire de l'absence de transparence sur ces questions dans la plupart des institutions et programmes évalués ainsi que pour toute la FWB car les façons de les définir et de les calculer varient d'une institution à l'autre.

En France, la CTI exige des établissements qu'elle évalue une fiche de données statistiques dont le responsable de l'établissement se porte garant et qui constitue un prérequis de l'évaluation des formations.

Le comité recommande la mise sur pied d'indicateurs robustes et consensuels de statistique académique, dont le calcul soit le même pour toutes les facultés d'ingénierie de la FWB (**recommandation 21**).

Le taux de réussite des étudiants paraît varier sensiblement d'une filière à l'autre, avec une caractéristique commune toutefois : les taux d'échec en première année sont conséquents et ne se résorbent pas toujours dans les années qui suivent.

Le comité suggère de trouver des mesures remédiatrices adéquates au taux d'échec en première année de bachelier (**recommandation 22**).

2.3.3.2. Mesures d'appui et d'aide à la réussite des étudiants, leurs effets

Au vu, notamment, du taux d'échec de la première année de bachelier, de nombreuses mesures d'appui et d'aide à la réussite sont offertes aux étudiants dans toutes les institutions et facultés visitées.

Ce sont typiquement des séances de travaux dirigés en effectifs réduits d'étudiants encadrés par un assistant tuteur, des cours de méthode de travail, d'étude, de prise de notes, de gestion du temps et des échéances, des séances additionnelles d'accompagnement par discipline avec un assistant, des séances de remédiation, des cours de connaissance de soi et de son style d'apprentissage, des cours d'amélioration de

l'expression langagière, de maîtrise de l'information et de recherche documentaire, de communication orale, du *coaching* individuel ou en petits groupes (tutorat), une semaine de session d'examens tests intermédiaires au milieu du premier quadrimestre ou encore des *blocus* assistés pour la préparation des examens, etc.

La plupart de ces mesures sont facultatives et se positionnent en supplément de l'horaire hebdomadaire du programme et il s'en trouve assez peu qui soient intégrées à un enseignement. Bien que la satisfaction des étudiants qui en profitent soit généralement très bonne, ils sont en fin de compte peu nombreux à les suivre.

Tout bilan fait après les évaluations, le comité des experts salue ces efforts de soutien aux étudiants, mais il n'a obtenu que fort peu de mesures de leurs impacts sur la réussite des étudiants. Peu de responsables de ces mesures semblent au courant de ce qui se fait dans les autres institutions, ni des meilleures pratiques en la matière à l'international.

Le comité recommande d'analyser plus avant l'impact de ces mesures d'appui afin d'augmenter leur efficacité (**recommandation 23**).

2.3.3.3. Les indicateurs de performance par l'évaluation

En matière de mesure des résultats de la qualité des formations, deux indicateurs — l'évaluation des enseignements et l'évaluation des programmes — ont retenu l'attention des experts. Comment sont généralement menées ces évaluations en FWB ?

a) L'évaluation des enseignements

Dans la plupart des institutions et facultés évaluées, un dispositif d'évaluation systématique des enseignements est en place. Ces évaluations se font par questionnaires

remplis par les étudiants de manière anonyme. Elles ont lieu en fin de quadrimestre ou au début de l'année suivante. Les opérations sont le plus souvent menées en central, par une unité spécifique de l'université. Ces opérations se font fréquemment en ligne pendant une période donnée. Le questionnaire est le plus souvent un modèle standard de l'université.

Bonnes pratiques épinglées par les experts :

- L'EPB et la FPMs procèdent à une évaluation systématique de tous les enseignements au moyen d'une seule question de satisfaction globale à laquelle répondent régulièrement 70% des étudiants.
- L'EPB pilote systématiquement l'implantation de ses projets pédagogiques avec des enquêtes-évaluations menées par le Bureau d'appui pédagogique de l'Ecole polytechnique de Bruxelles (BAPP).

Dans certaines facultés ou institutions, les évaluations ne concernent pas tous les enseignements mais une sélection d'entre eux, sélection faite par une commission *ad hoc*. Dans d'autres facultés ou institutions, les évaluations peuvent être demandées par des délégués étudiants ou par la direction d'un programme. L'enseignant peut également en prendre l'initiative dans quasiment toutes les institutions et facultés évaluées et dispose alors des services d'une unité spécifique.

Quand la procédure d'évaluation a lieu en début d'année académique suivante, il est fréquent que les enseignements de deuxième année de master ne soient jamais évalués, sans que cela semble préoccuper les instances concernées.

Les résultats de ces évaluations sont le plus souvent communiqués à l'état brut (résultats quantitatifs aux questions fermées et commentaires des répondants) au doyen et à l'enseignant concerné.

Par ailleurs, dans toutes les facultés évaluées, une commission pédagogique ou une commission d'année ou encore une commission

de programme (participative avec des représentants étudiants) discute de la qualité des enseignements avec une attention particulière pour les situations problématiques.

La qualité de l'enseignement à des fins administratives de nomination et promotion des enseignants semble plutôt passer par les évaluations formelles des enseignements par questionnaire alors que la gestion courante de la qualité des enseignements se fait plutôt par discussion dans la commission participative *ad hoc*.

Le comité des experts a constaté que les deux systèmes ne sont la plupart du temps pas connectés, la commission ne disposant pas des résultats des évaluations par questionnaire.

Le comité des experts fait également l'observation que ces deux modes ne se montrent pas suffisants pour améliorer les situations critiques quand elles sont le fait d'enseignants de statut permanent.

Ce double système non connecté explique probablement une partie de la faiblesse des taux de réponses des étudiants au remplissage des questionnaires.

Le comité des experts n'a généralement pas réussi à obtenir des données analysées sur les évaluations des enseignements : quelle est la proportion d'enseignements de qualité insuffisante ? Concernent-ils des cours de bachelier ou de master ? Des cours donnés à de grands effectifs ou non ? Des cours à caractère théorique marqué ou non ? Des cours dans lesquels les étudiants ont des taux de réussite faible ou non ? Ces évaluations apparaissent donc peu valorisées dans le cadre d'un pilotage global de la qualité des enseignements. Le bouclage de l'assurance qualité apparaît donc ici partiel.

Le comité préconise une meilleure valorisation des évaluations des enseignements **(recommandation 24)**.

b) L'évaluation des programmes

Le système dual de l'évaluation des enseignements se répète pour l'évaluation des programmes. Dans la plupart des facultés évaluées, des enquêtes d'évaluation de programmes sont réalisées plus ou moins systématiquement. Une seule fait l'objet d'une planification quinquennale dans une démarche qualité complète. Corollairement, un conseil des études ou une commission de programme discute annuellement de la qualité du programme.

Bonne pratique épinglée par les experts :

AGRO-Louvain a mis en œuvre une planification quinquennale d'évaluation de tous ses programmes selon une procédure qualité complète et bouclée.

Le comité des experts a pu constater que des régulations ou des améliorations sont apportées, mais il a également relevé que ces évaluations de programmes consistent plus en des améliorations légères et progressives sur des points relativement mineurs que sur des changements conséquents qui seraient nécessaires à la correction de défauts d'importance.

Le *management* consensuel participatif en grand nombre de membres dans les commissions (cf. *supra*) réduit drastiquement la capacité de décision contraignante.

C'est ainsi que des défauts chroniques perdurent comme, par exemple, le manque de pratique et le manque de liens avec les milieux professionnels pourtant très fréquemment soulignés par des évaluations passées (ou des résultats d'enquêtes).

Le comité suggère que les évaluations de programmes soient conçues de manière à ce que les actions correctives puissent être définies et mises en œuvre (**recommandation 25**).

2.3.3.4. Les consultations des parties prenantes

Parmi les indicateurs de performance figurent les consultations des parties prenantes. Celles-ci sont principalement les étudiants, les enseignants pour les parties prenantes internes, les diplômés et les milieux de l'emploi pour les parties prenantes externes. Comment ces parties prenantes sont-elles consultées dans le cadre de la FWB ?

a) Les étudiants

Comme mentionné dans l'évaluation des enseignements et dans l'évaluation des programmes ainsi qu'en d'autres chapitres du rapport, dans toutes les facultés évaluées, les étudiants sont fréquemment consultés tant dans le climat participatif et collaboratif des commissions que sous la forme d'enquêtes par questionnaire.

En complément à ces évaluations quelques facultés ou institutions procèdent à l'occasion à une enquête générale de satisfaction des étudiants. L'écoute des facultés évaluées envers les étudiants peut être qualifiée de très bonne en général pour tout ce qui est des affaires courantes. Les enseignants, les personnels administratifs et les directions se montrent souvent des plus attentionnés à leur égard.

Un point d'amélioration relevé par le comité concerne le manque de retour vers les étudiants sur les évaluations formelles des enseignements ainsi que sur celles des programmes ou des enquêtes. Généralement seuls les représentants des étudiants dans les commissions concernées bénéficient de retours tangibles. Assez peu d'enseignants discutent des évaluations de leur enseignement avec les étudiants concernés et la plupart des étudiants rencontrés ont exprimé une quasi-absence de retour sur les évaluations.

Il est vrai que ce retour est parfois difficile, car les résultats de l'évaluation sont obtenus après la fin du semestre. Ce sont donc les étudiants de

l'année suivante qui pourraient bénéficier de ce retour.

Le comité préconise dès lors un meilleur retour par les enseignants des évaluations des enseignements auprès des étudiants (**recommandation 26**).

b) Les enseignants

Dans toutes les facultés évaluées, les enseignants sont très impliqués dans les conseils de faculté et de direction et les commissions-conseils pour l'enseignement, les études et les programmes. Le bon climat participatif général leur permet de s'y exprimer à leur guise. Dans l'une ou l'autre des institutions, ils ont également été sollicités pour une enquête générale de satisfaction. Il n'est pas exagéré de dire qu'ils en sont la partie prenante et agissante principale.

Dans la foulée, le comité des experts a retenu des entretiens avec les enseignants que, de manière générale, ils apprécieraient de pouvoir disposer d'un soutien pédagogique de proximité notamment pour analyser et interpréter les évaluations des enseignements ainsi que pour améliorer leur enseignement. Cela met en évidence les limites de la pratique d'évaluation des enseignements, qui ne se donne pas les moyens d'avoir une visée formative ainsi que les limites d'une telle offre qui parfois n'existe qu'à l'échelon central (la proximité et la confiance semblent requises pour oser parler de pédagogie... surtout quand elle pose problème !)

Le comité recommande la mise sur pied d'un soutien pédagogique de proximité à l'intention des enseignants (**recommandation 27**).

c) Les diplômés

Dans plusieurs facultés évaluées, mais pas dans toutes et avec des taux de réponses très variables, l'institution ou la faculté elle-même

procède à des enquêtes auprès des diplômés pour documenter leur situation professionnelle et leur satisfaction quant à la formation reçue.

À quelques exceptions près, la pratique de ces enquêtes est des plus récentes. La plupart du temps, les facultés s'étaient contentées des résultats des enquêtes régulières, mais très globales, de la FABI. Ces enquêtes sont certes très utiles pour analyser la situation des ingénieurs au plan national, voire de la FWB, mais elles ne procurent pas de données suffisamment spécifiques à chaque faculté et encore moins à ses programmes.

Dans toutes les facultés, des liens avec des diplômés sont établis notamment pour des séances d'information des étudiants sur les professions. Dans quelques cas une association des diplômés de la faculté entretient des liens plus formels avec la faculté. Ces contacts entre des diplômés et la faculté permettent à la faculté de connaître leurs avis sur de nombreuses questions qui touchent à la qualité des formations, mais cette façon de faire est, dans la majorité des cas, non-formelle.

Cette absence de formalisme se traduit fréquemment par la faiblesse du suivi : le comité des experts a constaté que les remarques et besoins exprimés par les diplômés ne sont pas toujours reçus et pris en compte par la faculté. Typiquement, le manque de stages en entreprise, le manque de pratique et de concret ainsi que le manque de compétences transversales et de notions d'économie, de droit, de sciences humaines et sociales dans la formation sont régulièrement mis en avant par les diplômés, mais peu de choses changent en général. Les avis éventuels des diplômés sur les besoins en formation continue ne peuvent pas non plus être recueillis, faute de dialogue au niveau institutionnel.

Le comité recommande de mettre en place un processus *ad hoc* qui recueille formellement les avis des diplômés et assure leur traitement, ainsi que le suivi de leur mise en œuvre, mais aussi un retour aux associations de diplômés (**recommandation 28**).

Une piste déjà explorée par certaines filières est la création d'*advisory boards* dont la composition pourrait comprendre plusieurs *alumni*.

d) Les milieux de l'emploi et les collectivités

Des représentants des entreprises interviennent dans des enseignements en tant que chargés de cours, maîtres de stages, experts externes pour des projets ou des travaux, mémoires de fin d'études, etc. mais le volume total de ces interventions des milieux de l'emploi dans la formation reste généralement confiné dans une portion congrue.

De nombreux enseignants ont des contacts — informels — avec des partenaires des entreprises dans le cadre de projets de recherche voire de projets de recherche et développement. Il y a donc des liens et des contacts réguliers avec une partie d'entre eux. Cela permet aux enseignants et aux étudiants concernés de bénéficier d'informations issues du milieu des entreprises — qu'elles soient privées ou publiques. Toutefois, de manière analogue à ce qui se passe avec les diplômés, la richesse de ces contacts ne percole guère dans le contenu des programmes.

La consultation d'un *advisory board* de la faculté est en place dans quelques facultés. Les membres de ces conseils sont le plus souvent des personnalités des milieux des entreprises et des collectivités publiques. Généralement, ce conseil se réunit une fois par année. Il peut avantageusement être consulté sur les sujets en lien avec le monde de l'emploi : profils d'ingénieurs, compétences nécessaires en entreprise et en particulier les « soft skills » ainsi que sur la manière d'acquérir ces compétences. Le débat devrait aussi s'y instaurer sur la justification et la mise en œuvre des stages en entreprises, la formation au sens du concret. Cet *advisory board* peut également se saisir de points qui lui paraissent stratégiques pour la formation.

Le comité des experts retire des rapports et des entretiens que la consultation des entreprises et de collectivités est émergente dans la plupart des facultés et que les avis pertinents qu'elles expriment sont encore peu suivis d'effets.

Le comité formule dès lors la même recommandation pour les milieux de l'emploi que celle (recommandation précédente) concernant les diplômés (**recommandation 29**).

2.3.4. Conclusion sur la démarche qualité

La démarche qualité des formations d'ingénieur civil et de bioingénieur de la FWB est encore, dans son ensemble, récente. Des outils existent, mais les processus restent encore largement informels.

Les instances de pilotage semblent manquer de pouvoir, voire de conviction ou encore de détermination pour en corriger les défauts mêmes avérés. L'appui d'un auditeur interne pourrait être déterminant pour tirer tous les bénéfices d'une démarche qualité.

Néanmoins, le comité juge que les facultés sont dans un processus qui leur permettra d'obtenir à terme, si elles persistent, le système de gestion de qualité idoine.

2.4. Contenu et qualité des programmes

Les témoignages d'étudiants, d'étudiants internationaux en programme d'échange, de diplômés et d'employeurs soulignent que ces formations sont solides et exigeantes et supposent un investissement conséquent de la part des étudiants.

L'offre de formations est dense et comporte de nombreuses options, domaines d'investigation et spécialisations ; possibilités dont peut se saisir l'étudiant motivé, mais qui sont souvent mal intégrées dans le cursus.

2.4.1. Excellence académique

Dans tous les programmes et facultés évalués, la primauté à l'excellence académique des programmes est patente et s'appuie sur une tradition établie.

2.4.1.1. Le bachelier

Le tronc commun de formation scientifique du bachelier est très conséquent et une grande partie des enseignements est assurée par les facultés des sciences. C'est une formation généraliste scientifique dont le contenu judicieux est relevé par les diplômés et les employeurs et qui s'appuie sur des formations disciplinaires exigeantes principalement de mathématiques, physique, informatique et chimie. Les niveaux théoriques et d'abstraction visés sont conséquents. Ces grands cours ont le plus souvent lieu en auditoire avec de grands effectifs.

Ce tronc commun est plus ou moins étendu selon les institutions pour permettre à l'étudiant de préparer son orientation vers un master spécifique en cours d'études de bachelier. La visibilité de chaque filière master est correctement orchestrée dans le programme du bachelier.

2.4.1.2. Le master

L'excellence académique est de règle également dans les masters. La plupart des enseignements y sont disciplinaires et assurés par des enseignants-chercheurs. Dans quasiment tous les programmes, le travail (mémoire) de fin d'études - qui est le plus grand travail (en termes d'ambition des objectifs, de charge de travail, de crédits) fait par un étudiant au cours de ses études - est voulu comme un travail de recherche.

Cette excellence académique est l'expression des volontés institutionnelles et des directions des programmes. Elle est confirmée par la plupart des groupes rencontrés (étudiants,

enseignants, diplômés, employeurs, etc.). Partout, les niveaux scientifiques et techniques sont très élevés.

2.4.2. Les « à côtés » de l'excellence académique

La partie pratique de la formation est en contrepartie souvent peu développée, tout particulièrement dans les filières de formation d'ingénieur civil : pourtant, apprendre l'expérimentation « en conditions réelles » (*wet lab*) dès le bachelier apporte beaucoup plus que de procéder à une simulation sur un ordinateur, « en conditions virtuelles » (*dry lab*) ou que d'assister à une démonstration faite par un technicien expérimenté sur un appareil de recherche...

Laisser la place à d'autres éléments de formation comme les stages, les langues, les compétences économiques et managériales, etc. pose d'ailleurs problème, car personne n'ose imaginer enlever quoi que ce soit à la formation scientifique et technique qui vise l'exhaustivité.

Le comité juge indispensable de revoir les équilibres entre formation théorique et pratique (travaux de laboratoire notamment) aussi bien pour les formations de bachelier que pour les formations de master (**recommandation 30**).

Le maintien de cette forte exigence académique est probablement lié aux besoins de se différencier des formations d'ingénieur industriel, mais on peut se poser la question de la pertinence de baser cette distinction sur ce seul critère.

Dans la pratique, on constate, sous d'autres horizons, que la différenciation entre ingénieurs civils et ingénieurs industriels se décline par le fait que les premiers sont souvent des intégrateurs, des chefs de projet disposant d'une vision synthétique de l'ensemble d'un produit ou d'un service, alors que les deuxièmes se voient confier la spécialisation et le savoir technique proprement dit. Si cela s'avérait aussi

le cas en FWB, cette distinction pourrait constituer un élément de différenciation.

La culture dominante d'excellence académique limite très fortement la capacité des facultés à prendre en compte les avis des parties prenantes externes. Les facultés ne semblent pas encore avoir pris la mesure de la nécessité de leur insertion et de leur relation au milieu extérieur en ce qui concerne les formations.

Les plans d'études, résultant principalement de la quête de l'excellence académique, consistent essentiellement en une juxtaposition d'enseignements disciplinaires. Il en résulte peu de place pour des enseignements par projets interdisciplinaires, seuls susceptibles d'aborder la complexité des problèmes posés aux ingénieurs d'aujourd'hui.

La plupart des programmes contiennent une offre de cours en sciences humaines et sociales, mais cette offre est très souvent facultative pour les étudiants. Le comité des experts conclut de ses analyses et des entretiens que cette offre à la carte n'est pas garante d'une formation suffisante en sciences humaines et sociales pour les diplômés.

2.4.3. Les compétences transversales (*management, gestion, communication, langues*)

Les années bachelier, communes à un ensemble de formations, au moins pendant les deux premières années, sont un espace privilégié pour introduire certaines de ces compétences.

Un enseignement de l'anglais est partout présent dans le domaine du bachelier, mais l'objectif du niveau à atteindre est plus ou moins ambitieux selon les universités : on constate qu'il est élevé là où cet enseignement est ensuite utilisé dans le master (cours en anglais, de nombreux échanges internationaux), mais faible là où ce n'est pas le cas.

Une autre langue que l'anglais est partout possible en option (souvent au détriment d'une

autre compétence transversale), le néerlandais n'a pas une place privilégiée, ce qui est un handicap au vu du plurilinguisme et du marché de l'emploi de la Belgique.

Des compétences qui exigent une certaine technicité comme la communication, la gestion de projet, la gestion d'un groupe, etc. ne donnent pas lieu à des modules spécifiques mais sont diluées, sans être très explicitement décrits dans les objectifs. Ainsi, par exemple, les étudiants sont amenés à faire des présentations écrites et orales pour leur travail de fin d'études, sans que les techniques de communication apparaissent explicitement dans les objectifs de formation de ce module.

Les experts ont été surpris de voir que les techniques de gestion de projets sont peu exploitées, même là où le projet est un élément capital de la formation et de l'exercice professionnel, comme c'est le cas, par exemple, en informatique.

Le *management* et la gestion sont des compétences qui sont d'autant plus importantes qu'on se rapproche de la vie professionnelle. Presque partout, ces formations sont accessibles, mais dans des conditions difficiles (c'est-à-dire qu'elles impliquent un horaire important et sont souvent organisées dans d'autres facultés, ce qui empêche de prendre des options de la filière). Dès lors, ces formations ne sont suivies que par une petite partie des étudiants. Toutefois, des exercices aussi simples qu'une présentation du coût du projet dans le travail de fin d'études pourraient être l'occasion de sensibiliser les étudiants (et les enseignants ?) aux aspects économiques et pourraient faire partie des exigences du module.

Le comité des experts préconise d'intégrer de manière plus prononcée les compétences transversales dans la formation, en profitant de la mise en œuvre des acquis d'apprentissage. Certains modules de cours existants pourraient, moyennant peu de modifications, y contribuer ainsi que le travail de fin d'études qui devrait être un outil privilégié de sensibilisation des

étudiants aux compétences transversales et à leur validation (**recommandation 31**).

2.4.4. Les compétences transférables²⁷

Ces compétences, souvent liées au « savoir-être » et à l'éthique, qui complètent les savoirs scientifiques et techniques, rencontrent aussi des difficultés à être explicitement présentes dans le cahier des charges des modules de formation. Partout présentes dans la description générale, elles ne donnent pas lieu à des validations explicites de leur acquisition par les étudiants, et sont donc, de ce fait, très peu visibles dans la formation en général.

Le comité des experts a relevé généralement des manques dans les domaines ci-dessous et recommande de les prendre en considération :

- le service à la société, pourtant inclus dans les missions assignées aux établissements dans le décret dit « de Bologne », n'apparaît presque pas dans la formation. Cela provient certainement de la difficulté ou de la réticence – abordée *supra* – à impliquer l'extérieur dans les facultés ou écoles ;
- l'esprit d'initiative et d'entreprise qui est assez peu développé ;
- l'ouverture internationale et interculturelle qui est souvent laissée à l'initiative des étudiants (en particulier les périodes de formation à l'étranger - stages ou périodes académiques - sont facultatives et peu d'étudiants mettent à profit cette possibilité, cf. *infra*) ;
- La très (trop) faible importance des stages qui constituent pourtant, pour l'acquisition d'un certain nombre de compétences comportementales et pour la relation employeur-formation, un moyen de formation à privilégier. Il semble que des freins réglementaires ou fiscaux empêchent la généralisation des stages. Si c'est le cas, il pourrait être utile d'adapter la réglementation.

Le comité préconise de porter plus d'attention à

²⁷ Voir [illustration 2](#).

l'acquisition et à la validation des compétences transférables dans les filières de formation d'ingénieur. La contribution des représentants des entreprises à cet apprentissage devrait être augmentée et pérennisée (**recommandation 32**).

Bonne pratique épinglée par les experts :

La cellule stage de l'EPB conseille, soutient et suit les étudiants de master qui choisissent de faire un stage professionnel en entreprise. Ce stage dure de 11 à 12 semaines, fait l'objet d'une évaluation multiple et est doté de 10 crédits ECTS.

2.4.5. Conclusions

De toute évidence, l'enseignement et les cursus des facultés d'ingénieur sont de haute qualité, avec un accent fort sur l'excellence académique.

La partie expérimentale et pratique des programmes, en particulier pour les formations d'ingénieur civil, pourrait être plus développée.

Dans les facultés évaluées, les experts ont perçu que les questions liées aux compétences transversales ou transférables n'ont pas été abordées de front, que les évolutions se font par petites touches successives et, finalement, constatent un hiatus entre la persistance d'une situation antérieure où seule la science et la technique étaient importantes et un futur pas complètement accepté et partagé, où ces autres compétences doivent aussi avoir leur place.

Comme c'est le cas encore dans de nombreuses institutions de formation d'ingénieurs de l'UE, l'évaluation des compétences transférables reste un chantier conséquent non abouti.

2.5. Les moyens

2.5.1. Le corps enseignant

Dans l'ensemble, le corps enseignant dispose d'un niveau scientifique et technique des plus adaptés aux exigences du cursus.

En matière de suivi des étudiants, le comité des experts juge difficile de donner une appréciation générale sur leur encadrement par les enseignants tant la situation peut être différente d'un master à l'autre. D'autre part, les parcours des étudiants font que le même enseignement peut être commun à plusieurs formations, particulièrement dans les années de bachelier. Cela complique la comparaison entre le nombre d'étudiants inscrits dans une formation et le nombre d'enseignants impliqués dans celle-ci.

Néanmoins, l'impression générale est que le taux d'encadrement des étudiants est bon, ceci semble rendu possible plutôt par la petite taille des cohortes d'étudiants que par le nombre élevé d'enseignants. Cela pourrait d'ailleurs poser problème dans le futur car, dans certains masters où le nombre d'étudiants est très faible, on ne peut pas vouloir éventuellement diminuer le nombre d'enseignants sans diminuer les ambitions en terme de contenus : il y a un nombre minimum d'enseignants en dessous duquel toutes les spécialités du programme ne peuvent plus être correctement assurées.

Les processus de recrutement, de formation et de suivi des enseignants sont partout en place au niveau central de l'université et sont de qualité.

Bonnes pratiques épinglées par les experts :

- Tout nouvel enseignant de l'ULB bénéficie d'une offre de 25 heures d'accompagnement pédagogique sur deux ans sous la forme d'une combinaison à la carte de conseil individuel et d'atelier de formation ;
- Tous les assistants et les nouveaux chargés de cours de la FSA-Liège et GxABT sont

tenus de suivre une formation pédagogique d'au moins dix modules.

Néanmoins le comité formule les observations et recommandations suivantes:

- un problème d'enseignement récurrent détecté avec un enseignant « au cadre » est souvent difficile à résoudre, il faut parfois attendre qu'il parte à la retraite. Cette remarque fait partie des questions plus générales déjà abordées dans le présent rapport et qui sont la faiblesse de la gouvernance et de la remédiation aux problèmes après leur détection.
- le recrutement de nouveaux enseignants chercheurs reste souvent trop « endogène ». L'ouverture internationale du recrutement des enseignants chercheurs est l'un des critères de qualité de toute institution académique de pointe. Les salaires offerts ne devraient pas être un frein (voire une excuse) à ce manque de recrutements, car de nombreux scientifiques de valeur se contenteraient des conditions offertes par la FWB.

L'ouverture internationale du recrutement des enseignants-chercheurs doit être développée (**recommandation 33**).

Dans aucune des institutions, que ce soit dans les documents mis à disposition du comité des experts ou lors des interviews *in situ*, n'a été abordé le thème de l'égalité des chances et notamment de l'accès des femmes à des postes de professeures. Or, le comité des experts est convaincu que le recrutement de futures étudiantes passe par le rôle de modèle qu'une femme professeure peut jouer pour les jeunes femmes hésitant à embrasser une formation scientifique ou technique.

L'accès à des postes de professeures par des femmes doit être amélioré, notamment pour les filières d'ingénieur civil (**recommandation 34**).

Par ailleurs, dans certaines institutions, des inquiétudes de la part des assistants quant à un nombre suffisant de collaborateurs pour

l'encadrement des étudiants ont été communiquées aux experts.

2.5.2. Le personnel administratif et technique

Un grand nombre de services sont gérés par les services centraux de l'université et non par la faculté. C'est le cas de la plupart des services administratifs, de la gestion de la scolarité, de l'informatique, de la maintenance et de la gestion des locaux, des services financiers et comptables, etc. Seuls les services de proximité restent au sein des facultés : secrétariat du doyen et de la faculté ainsi que, parfois, certains services techniques pour les plates-formes de TP.

Or, la majorité de ce personnel est affectée principalement aux laboratoires de recherche, globalement plus riches que les facultés ou directions de programmes et qui offrent leur service à la formation.

Le doyen, ou, le cas échéant, le directeur de programme, a donc, en gestion directe, très peu de moyens et de personnel. Parfois, cette faible part de personnel est telle que les enseignants doivent effectuer des tâches qui, d'habitude, sont dévolues à l'encadrement technique (par exemple la maintenance des matériels de TP).

Le comité recommande de donner plus de moyens humains et financiers au doyen de faculté pour piloter les programmes de formation (**recommandation 35**).

Le comité juge le corps administratif et technique des facultés efficace et compétent.

2.5.3. Les locaux et les équipements

En cette matière, la situation varie d'un site à l'autre. Dans les campus récents, les locaux sont particulièrement bien adaptés, clairs, modernes et bien équipés. Ailleurs, ils peuvent parfois présenter de réels problèmes de sécurité. On constate que partout, les locaux partagés entre

plusieurs entités de l'Université, (tant les salles de travaux dirigés ou d'exercices que les auditoriums) sont gérés par l'université, ce qui rentabilise leur utilisation.

Hormis pour les bioingénieurs, les travaux pratiques sont souvent réalisés avec du matériel ancien, loin de ce qui est utilisé dans les entreprises. Les enseignants justifient cette vétusté par le fait qu'au niveau pédagogique, ce matériel a les mêmes vertus didactiques que du matériel récent et moderne.

Le comité des experts n'a pas été convaincu par cet argument et recommande que plus d'attention soit portée aux laboratoires d'enseignement, ne serait-ce que pour augmenter la motivation des étudiants à l'expérimentation (**recommandation 36**).

En master, les étudiants ont accès à du matériel de pointe, utilisé dans le domaine de la recherche, mais le plus souvent, simplement mis à disposition pour des démonstrations. Par contre, les travaux de fin d'études sont en général réalisés dans les laboratoires de recherche avec du matériel « haut de gamme ». Comme relevé plus haut, la pratique expérimentale, essentielle pour une formation d'ingénieur, peut donc être mince.

Enfin, les experts ont pu noter des déficiences très importantes des équipements accessibles aux étudiants en matière de sécurité ; outre l'éventuelle mise en danger des personnes, elles traduisent le peu d'attention portée à la formation des étudiants aux responsabilités des ingénieurs en matière de santé et de sécurité vis-à-vis des collaborateurs qu'ils encadrent.

Le comité préconise une plus grande attention en matière de sécurité des installations expérimentales (**recommandation 37**).

Les experts ont été surpris par le manque de mutualisation entre institutions : par exemple, chacune a développé son propre portail informatique de communication et de gestion

alors qu'aucune spécificité locale ne semble le justifier.

En tant qu'entité d'une grande université, souvent « complète », les facultés des sciences appliquées ou écoles d'ingénieurs bénéficient, à part une exception, d'un apport très important des services centraux qui résolvent la grande majorité des questions de maintenance et de logistique. Les experts ont observé l'excellente communication qui existe - sauf exception - entre les services.

2.6. L'ouverture internationale et les partenariats

2.6.1. L'ouverture internationale

Dans une économie globalisée, la formation des ingénieurs se doit d'assurer aux diplômés la capacité à travailler en milieu international et multiculturel. Si de bonnes connaissances linguistiques, tout particulièrement en anglais qui est devenu la langue internationale de l'ingénierie et de la communication scientifique, sont un prérequis indispensable, les expériences interculturelles sont un atout considérable pour le jeune ingénieur : cette expérience peut s'acquérir par des périodes académiques ou de stages à l'étranger, mais aussi en créant sur place un environnement international par l'accueil de nombreux étudiants étrangers.

2.6.1.1. Le niveau d'anglais

Le niveau d'anglais n'est pas une condition d'obtention du diplôme d'ingénieur civil ; aussi, selon les contextes locaux, le niveau moyen en anglais des diplômés peut-il différer très fortement. Par ailleurs, le niveau d'anglais n'est vérifié ni au début, ni en fin d'études et, comme il y a encore peu de cursus en anglais (excepté le programme BRUFACE – voir *infra*), le niveau de sortie des diplômés n'est donc pas uniforme. Une piste d'amélioration pourrait être d'exiger le niveau du TOEFL (ou équivalent) à la fin des études.

Le comité des experts préconise de généraliser les cours de master en anglais (recommandation 38).

2.6.1.2. La mobilité horizontale²⁸ : aspects institutionnels

Si toutes les facultés disposent d'un nombre important de partenariats académiques (et d'un appui administratif pour faciliter la mobilité), ceux effectivement actifs dans le cadre de mobilités académiques sont en nombre réduit. On note une surreprésentation des partenariats avec l'Europe (dans le cadre du programme Erasmus) et particulièrement avec les pays francophones et latins alors que les grands pays émergents (et tout particulièrement ceux d'Asie) sont peu représentés.

L'appartenance récurrente des institutions évaluées à de grands réseaux internationaux comme TIME²⁹ ou CLUSTER³⁰ permet toutefois l'accès à des départs en mobilité vers (ou des doubles diplômes avec) des institutions d'excellente qualité.

2.6.1.3. La mobilité horizontale sortante

Selon les facultés, l'appétence des étudiants pour des mobilités internationales, ainsi que le soutien de l'université, varient fortement. En aucun endroit, le fait d'avoir réalisé une période d'étude ou un stage à l'international n'est considéré comme une condition d'obtention du diplôme.

Cela a été relevé plus haut, le niveau scientifique élevé des études d'ingénieur de la FWB est d'ailleurs souvent invoqué comme un obstacle à la mobilité académique : il est, paraît-il, délicat de trouver des formations de même niveau à l'étranger, la réinsertion dans le cursus belge est donc parfois difficile au retour.

²⁸ Se dit des étudiants effectuant une année/une partie de formation dans une autre université, tout en restant « immatriculés » dans leur université d'origine.

²⁹ Acronyme pour « *Top Industrial Managers for Europe* »

³⁰ Acronyme pour « *Consortium Linking Universities of Science and Technology for Education and Research* »

Toutefois, les experts peinent quelque peu à comprendre pourquoi, dans le contexte européen, certaines institutions ont eu plus de succès en relevant ce défi...

Les experts recommandent de favoriser la mobilité horizontale des étudiants de la FWB (**recommandation 39**).

2.6.1.4. La mobilité horizontale entrante

De même, les étudiants internationaux peuvent être rebutés par des formations d'ingénieur trop centrées sur les aspects scientifiques du métier et surtout par le peu de cours disponibles en anglais dans les masters. Par ailleurs les experts n'ont pu réellement évaluer la qualité des dispositifs d'accueil et d'insertion des étudiants internationaux.

Le fait que l'accueil d'étudiants étrangers dans les programmes de master soit très limité, pour les raisons évoquées plus haut, porte aussi le risque de voir ces accords dénoncés par les partenaires, par manque de réciprocité.

2.6.1.5. Le rôle des étudiants internationaux

Les experts considèrent que l'apprentissage du travail dans un environnement international doit aussi se faire sur le campus ; avec comme condition nécessaire la présence d'étudiants internationaux ; ils ont constaté en général une faible proportion d'étudiants étrangers dans les facultés d'ingénieur de la FWB, alors que la Fédération inclut la capitale de l'UE et que les formations d'ingénieurs y sont académiquement d'excellent niveau.

Les filières de formation d'ingénieurs de la FWB ont de très bons atouts, mais leur communication et leur visibilité ne semblent pas à la hauteur de leur situation géopolitique et de leur qualité. Et la taille réduite de ces filières dilue leur visibilité.

Aux yeux des experts, l'atomisation de fait de la formation d'ingénieur en FWB est préjudiciable pour l'avenir de ces facultés. Une image commune vis-à-vis de l'international semble incontournable.

Les experts préconisent la mise en réseau étroite des facultés d'ingénieur civil et de bioingénieurs de la FWB et la constitution d'une structure et d'une image communes (**recommandation 40**). Un processus *bottom-up* serait vraisemblablement judicieux.

2.6.1.6. Le rôle du mémoire

Le travail (ou mémoire) de fin d'études peut être un moment privilégié de séjour à l'étranger, s'appuyant notamment sur les relations internationales des laboratoires de recherche.

Cette pratique, variable, ne permet cependant pas à l'institution de capitaliser l'expérience ainsi acquise par les étudiants, puisque ceux-ci quittent l'université à la fin de cette période.

En effet, il est notoire que la meilleure façon de donner à des étudiants l'envie de partir en mobilité horizontale ou pour un séjour en pays étranger est de leur donner l'occasion de rencontrer des étudiants des promotions précédentes ayant réalisé une telle expérience, et qui en sont la plupart du temps revenus enthousiastes.

2.6.1.7. Le rôle du stage

Dans la grande majorité des institutions évaluées, les stages sont facultatifs et de durée limitée. Dès lors, les stages en cours de bachelier ou entre la première et la seconde année du master sont souvent bien trop courts — lorsqu'ils existent — pour motiver les entreprises à accueillir les étudiants de la FWB. Le stage ne contribue dès lors que faiblement à l'ouverture internationale des étudiants.

Bonne pratique épinglée par les experts :

36% des étudiants du bachelier bioingénieur de l'UCL font leur stage d'un mois d'immersion en entreprise à l'étranger faisant ainsi « d'une pierre deux coups » : une expérience en entreprise et une expérience à l'international.

2.6.1.8. En conclusion

L'ouverture internationale ne paraît pas être encore une priorité de premier plan pour les facultés d'ingénierie ; on ne trouve pas non plus de stratégie clairement définie pour ce domaine. Le comité des experts juge que cela représente un risque à terme pour l'employabilité des diplômés, en particulier sur les marchés internationaux.

Le comité préconise de formuler une politique internationale claire et lisible, s'accompagnant de la mise en place de structures responsables propres à chaque faculté (**recommandation 41**).

Celles-ci permettraient :

- d'assurer les relations avec les services centraux de l'université ;
- de permettre le suivi des partenariats et l'accompagnement des étudiants sortants et entrants ;
- de lever un certain nombre de barrières liées à la rigidité des calendriers ;
- d'introduire plus de cours en anglais ;
- d'avoir une politique forte d'incitation à la mobilité des étudiants.

Sur tous ces points, les facultés d'ingénierie ont engagé des actions, mais sont actuellement « au milieu du gué ».

Enfin, le comité des experts a été surpris que les facultés visitées ne tirent pas suffisamment profit de leur proximité avec la capitale européenne qu'est Bruxelles, notamment en matière de formation continue.

2.6.2. Les partenariats dans le domaine de l'enseignement

Les facultés d'ingénierie francophones collaborent à plusieurs titres. Plus originales sont les collaborations avec les facultés flamandes, au titre desquelles le programme BRUFACE est particulièrement exemplaire et contient les promesses d'une meilleure ouverture internationale.

Depuis 2011, l'Université libre de Bruxelles et son homologue néerlandophone la *Vrije Universiteit Brussel* ont construit en commun des programmes d'ingénierie enseignés entièrement en anglais qui conduisent à la délivrance des deux diplômes d'ingénieur, l'un pour chacune de ces institutions. Le succès de ces programmes a été considérable auprès des étudiants des deux institutions au point de poser la question du maintien des programmes professés uniquement en français ou en néerlandais.

Bonne pratique épinglée par les experts :

L'EPB et la VUB offrent quatre masters communs en anglais qui rencontrent un vif succès auprès des étudiants des deux institutions au travers de leur programme BRUFACE.

Au delà de cette coopération exemplaire entre les deux principales communautés linguistiques de Belgique, cette initiative devrait permettre, à terme, d'attirer plus d'étudiants étrangers et donc de créer un véritable campus international d'ingénierie.

2.6.3. Les partenariats régionaux et la formation continue

La collaboration des facultés d'ingénierie avec les instances locales et régionales, ainsi que leur engagement au service de la société figurent dans les documents remis aux experts et ont été évoqués lors des visites d'évaluation. De manière générale, le comité des experts juge qu'une marge de progression prononcée existe

afin de faciliter le dialogue entre Sciences et Cité et de rendre plus visible, au sein de la communauté citoyenne de la FWB, le dynamisme et la présence des facultés d'ingénierie.

Le comité propose le développement plus prononcé des partenariats avec les communautés locales afin d'accentuer la visibilité des facultés d'ingénierie de la FWB (**recommandation 42**).

Dans le cadre de la formation continue, des programmes (généralement à échelle réduite) existent dans la plupart des facultés évaluées. Toutefois, le comité des experts a l'impression que ces prestations ne relèvent ni d'un programme structuré ni d'une visée à long terme dans lesquels les parties prenantes externes auraient été consultées. La mise sur pied d'un programme intégré de formation continue serait une excellente opportunité de collaboration entre les facultés d'ingénierie de la FWB. Le rôle futur des MOOCs devrait aussi faire partie de cette étude d'ensemble.

Le comité suggère la mise sur pied d'une collaboration entre les facultés d'ingénierie de la FWB pour élaborer un programme intégré de formation continue en intégrant les potentialités des MOOCs (**recommandation 43**).

2.7. Vie étudiante³¹

2.7.1. Vie du campus

De manière générale, la qualité de vie en FWB et dans les universités est plutôt bonne. C'est un caractère général observé dans chaque université visitée.

³¹ Le comité des experts comportait des étudiants. Il s'agit de la première expérience pour une évaluation de la qualité de l'enseignement supérieur en FWB.

Bonne pratique épinglée par les experts :

Le campus-ville de Louvain-la-Neuve offre aux étudiants de l'UCL un lieu d'études et de vie unique en son genre dans lequel ils s'épanouissent dans une palpitation associative studieuse et joyeuse supportée par l'institution.

En ce qui concerne les locaux, de sensibles différences ont été observées. Ainsi, à Bruxelles, les locaux sont clairement vétustes et toutes les parties prenantes en pâtissent. *A contrario*, dans les autres universités, les locaux sont bien entretenus.

Pour ce qui est des logements étudiants, à l'UCL par exemple, il existe un parc locatif étudiant large, sous convention de gestion par l'université. Cela permet ainsi à l'université d'harmoniser les pratiques et d'apporter une offre de services complète et de qualité à ses étudiants.

Bonne pratique épinglée par les experts :

Des appartements sont réservés par l'UCL aux associatifs (les « kots à projets ») permettant ainsi de façon identifiée par l'université de connaître les activités proposées par les étudiants.

Pour les autres sites, les experts ont fait des constats similaires. En dehors de l'université, le parc locatif étudiant apparaît souvent faible.

Le comité préconise de développer la gestion de parcs locatifs étudiants par les universités pour obtenir un label de qualité garantissant des conditions de vie adéquates et un plafonnement des loyers (**recommandation 44**).

Enfin, concernant les installations sportives, seule l'UCL semble mettre l'accent sur l'importance de la pratique sportive pour le bien-être de ses étudiants et des autres parties prenantes internes. Il existe ainsi des installations de qualité et un enseignement disponible chaque soir pour tous.

Le comité recommande de développer les activités sportives *via* la création, le sponsoring ou la location d'infrastructures et le recours à des encadrants de qualité (**recommandation 45**).

2.7.2. Vie associative

Dans toutes les institutions, la vie associative est développée et dynamique, malgré une variabilité sensible du pourcentage d'étudiants investis dans celle-ci. La plupart des associations (« cercles ») ont des locaux attribués et doivent en assumer la gestion (horaires d'ouverture, état de propreté, etc.).

Dans l'ensemble, la relation associations-administration est bonne et appréciable. Ce sentiment de confiance est un facteur de réussite des projets étudiants.

Bonne pratique épinglée par les experts :

A l'UCL, une charte des associations est signée entre les associations et l'université, ce qui permet de poser un cadre sur les limites cofixées par les associations et l'administration afin de travailler dans une relation de confiance et en toute transparence ; la notion de prévention et de soutien aux étudiants en difficulté y est évoquée.

En outre, une formation d'une semaine à la gestion de projets est dispensée aux nouveaux comitards (membre du bureau) ; celle-ci est appréciée par les étudiants concernés et ils pensent qu'il serait intéressant de la proposer aux nouveaux élus étudiants de toutes les facultés.

Le comité des experts recommande de :

- formaliser le processus de financement des associations étudiantes par l'université, sur projet, afin de développer une stratégie de vie étudiante (**recommandation 46**) ;
- généraliser la mise en place d'une charte de la vie associative (y compris la formation des associatifs en début de mandat)

(**recommandation 47**) ;

- développer la valorisation de l'engagement étudiant (par exemple : évaluation donnant droit à ECTS, statut privilégié permettant la justification d'absences, aménagement de scolarité permettant le report d'examens ou d'enseignements) (**recommandation 48**) ;
- inciter à la création d'un réseau de diplômés bioingénieurs à l'échelle de la FWB (**recommandation 49**).

2.7.3. Association d'anciens et vie étudiante

Des disparités importantes sont à noter entre les associations d'anciens étudiants des différentes institutions.

Dans les cursus ingénieur civil, celles-ci existent et ont un nombre important de cotisants. Toutefois, elles sont rarement intégrées dans la démarche qualité des établissements.

Malgré un taux élevé de cotisants, peu d'entre eux s'impliquent dans la vie de l'association. Cela est sans doute dû au fait que les universités ne considèrent pas leur association de diplômés comme leur partenaire en matière de pilotage.

L'intégration des anciens étudiants est un levier important pour la visibilité des universités, voire à terme pour leur financement, et les institutions ne semblent pas en tirer encore le plein potentiel.

Le comité recommande de mettre plus d'accent sur ces relations et de développer sensiblement les associations de diplômés *via*, par exemple, une convention annuelle de coopération, comprenant objectifs et moyens, signée entre l'association et l'établissement (**recommandation 50**).

Dans leur majorité, les formations de bioingénieur souffrent d'un manque de réseau consolidé de diplômés. Cela apparaît clairement comme un handicap pour les cohortes d'anciens.

2.7.4. Représentation étudiante

Il est ici question des représentants des étudiants dans les différents conseils de faculté et d'université.

La représentation étudiante est prévue dans les organes de l'université, mais l'engagement de ceux-ci varie selon les institutions.

2.7.5. Relations avec l'administration

En relation avec le paragraphe ci-dessus, les représentants étudiants, bien que prévus dans chaque institution, ne sont pas toujours considérés comme ayant force de propositions. Leur avis, bien que sollicité, n'est pas toujours pris en compte, hormis pour les ajustements de programme. Cela ne les motive pas à s'investir dans le pilotage de leur établissement ; de nombreux élus étudiants ne semblent pas non plus suffisamment conscients qu'ils pourraient exercer un réel poids sur la conception et la mise en œuvre de la stratégie de leur institution.

A l'instar des formations obligatoires organisées à l'UCL pour les principaux responsables associatifs, la mise en place de formation sur le fonctionnement de leur institution et le rôle des différents conseils pourraient leur permettre de mieux assurer leur rôle de représentants étudiants.

A noter la mise en place d'élections formelles, avec des taux de participation qui permettent de légitimer le rôle des élus. A titre d'exemple, le scrutin électronique à l'UCL affiche un taux élevé de participation (de près 50%).

Le comité des experts suggère de :

- proposer des formations aux élus étudiants en début de mandat (**recommandation 51**) ;
- promouvoir le rôle des élus étudiants (**recommandation 52**) ;
- introduire systématiquement un point consacré à la vie étudiante dans les conseils stratégiques (**recommandation 53**).

2.7.6. Relation avec le corps enseignant

Comme indiqué *supra*, les ajustements du contenu des cours sont souvent réalisés après que des contacts informels ont lieu entre étudiants et enseignants. Toutefois, trop souvent, dans des situations bloquantes, de réels changements ne sont possibles que lorsque les enseignants partent en retraite.

2.7.7. Conclusion

Les experts étudiants auront constaté une vie étudiante riche et dynamique dans l'ensemble des universités visitées. Elle apporte aux étudiants investis de réelles compétences supplémentaires (comme la gestion de projet et d'équipe, par ailleurs souvent perçue comme insuffisante dans les formations étudiées).

Toutefois, certains sujets majeurs (les infrastructures sportives, la représentation étudiante et les associations de diplômés) doivent être considérés avec davantage d'attention par la direction des institutions.

2.8. Insertion professionnelle et préparation à l'emploi

2.8.1. Insertion professionnelle des diplômés

Les données disponibles des différentes enquêtes ainsi que les témoignages des diplômés et employeurs rencontrés concordent en faveur d'une très bonne et rapide insertion professionnelle des diplômés ingénieurs civils. La situation semble plus contrastée pour les bioingénieurs.

En 2010, la FWB a diplômé 819³² ingénieurs civils et bioingénieurs ; rapporté à sa population de 4 588 000³³ habitants, cela donne un *ratio* d'environ 180 ingénieurs diplômés par an et par million d'habitants. Même en incluant les ingénieurs industriels, qui sont désormais

³² Source : donnée transmise par le CREF

³³ Source : Eurostat 2010

titulaires d'un master, ce *ratio* est inférieur à celui observé dans d'autres pays postindustriels :

- Ce ratio est de plus de 400 aux Etats-Unis (*bachelors* en quatre ans) ou égal à 450 en France (ingénieurs diplômés)³⁴ ;
- Selon les données EUROSTAT pour l'ensemble de la Belgique, 10,7 % des étudiants belges suivent une formation en « Engin., manif. & construction » alors que la moyenne pour les pays de UE est de 14,4 %³⁵. En tenant compte de la population et du taux d'étudiants dans celle-ci, ces chiffres montrent que 5,67 ‰ de la population de l'UE est engagée dans des études supérieures en « Engin., manif. & construction » alors que ce taux n'est que 4,29 ‰ en Belgique ;
- Ce fait est corroboré par les données de l'OCDE³⁶ : la Belgique (dans son ensemble) a un taux significativement inférieur (11%) à la moyenne de l'OCDE (15%) pour la répartition des nouveaux inscrits dans l'enseignement tertiaire (postsecondaire) en ingénierie. Enfin, la proportion d'ingénieurs diplômés s'engageant dans des études doctorales est relativement élevée (40% en moyenne et plus de 60 % dans certaines spécialités).

La Belgique, et particulièrement la FWB, souffre donc d'un déficit significatif en ingénieurs formés. Ce fait est aussi souligné par les employeurs lors des entretiens.

Si l'analyse de l'impact négatif sur l'économie nationale dépasse les limites de ce rapport, cela se traduit en contrepartie par un marché de l'emploi particulièrement attractif pour les jeunes ingénieurs diplômés. Les étudiants en retirent une sérénité, voire une indifférence, quant à leur emploi futur jusqu'à la fin de leurs études ; et les enseignants utilisent souvent cet

³⁴ Source : <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/pdf/c02.pdf> (consulté le 26 juillet 2013) : engineering + computer + une part des diplômés en agronomie et biologie)

³⁵ Source : <http://dx.doi.org/10.1787/888932683575> (consulté le 26 juillet 2013), voir en particulier les tableaux C3-4

³⁶ OCDE, *Regards sur l'Education*, 2012. Online : <http://www.oecd.org/fr/edu/rse2012.htm> (consulté le 26 juillet 2013).

argument pour ne pas réfléchir à l'employabilité de leurs étudiants.

En conséquence, les établissements ne disposent pas (ou de peu) d'outils de suivi de leurs diplômés. Ils se reposent souvent sur les enquêtes très (trop) globales — de la FABI.

Bonne pratique épinglée par les experts :

La faculté GxABT vient de se doter du premier observatoire des métiers de la FWB pour le suivi de ses diplômés et du marché de l'emploi.

Le comité recommande de mettre en place les instruments statistiques de suivi d'insertion professionnelle des diplômés qui, avec le référentiel métier, servira de matière pour l'observatoire métier de chaque spécialisation (**recommandation 54**).

Les établissements ont peu de contacts avec les associations de leurs *alumni*, qui sont pourtant souvent des sources d'information privilégiées sur les métiers et les emplois, mais aussi sur de futures filières à mettre sur pied.

Sur un plan plus général, les enseignants rencontrés lors des entretiens lient exclusivement ce déficit d'étudiants ingénieurs au manque d'appétence des jeunes pour les matières scientifiques et l'affaiblissement de la formation scientifique dans l'enseignement secondaire, sans que cela provoque une prise de conscience collective et une recherche - collective elle aussi - de solutions.

Comme dans la pédagogie, on observe une analyse par les intrants (gardons le haut niveau d'exigences scientifiques) plus que par les *outputs* (quels sont les objectifs en matière d'ingénieurs à former ?).

En particulier, lors des entretiens avec les enseignants et les responsables de programmes, jamais les impacts macroéconomiques (les besoins de l'économie nationale) ou microéconomiques (coûts de la formation) n'ont été évoqués.

Or, il est incompréhensible, pour des formations académiques en sciences appliquées, de ne pas se préoccuper de l'aspect professionnalisant des programmes.

Le comité des experts observe que le marché de l'emploi des ingénieurs est très lié au niveau de l'activité d'un pays, généralement cyclique ; la situation très favorable aux diplômés peut ne pas être pérenne. Selon l'enquête FABI (2011)³⁷, la mobilité des jeunes diplômés de FWB s'établit autour de 6 % pour les bioingénieurs et de 9 % pour les ingénieurs civils. Pour les années 2011 et 2012, des enquêtes similaires³⁸ établissent, pour la France, une mobilité des jeunes diplômés ingénieurs de respectivement 9,7 % et 11,9 %.

Ainsi, les ingénieurs diplômés en FWB sont légèrement moins « internationaux » que les ingénieurs français. Selon le comité des experts, ces chiffres sont à relier avec la faiblesse des mobilités internationales durant les études, point qu'il a souvent été cité comme « à améliorer ».

Caractère cyclique des marchés (économique et de l'emploi), mobilité (et donc concurrence) internationale des diplômés, prise de conscience des responsabilités vis-à-vis du développement économique national sont des éléments de contexte à prendre plus en considération.

Ces éléments doivent motiver les responsables des formations d'ingénieur de la FWB à se doter d'outils (collectifs au niveau de la FWB et individualisés par établissement et par domaine de formation) pour le suivi des carrières des diplômés et pour la mise en place d'un observatoire de l'emploi et d'un référentiel métier (**recommandation 55**).

Certes le maintien du niveau scientifique de la formation – et corrélativement de sa sélectivité – est important, mais la pénurie de nouveaux

³⁷ Source : [http://www.fabi.be/qs1/Newsletter %20Enquete%20salariale%20Jeunes%202011 %20final.pdf](http://www.fabi.be/qs1/Newsletter%20Enquete%20salariale%20Jeunes%202011%20final.pdf) (consulté le 27 août 2013)

³⁸ Source : <http://www.cge.asso.fr/actualites/la-cge-publie-son-enquete-2013-sur-l-insertion-des-jeunes-diplomes> (consulté le 27 août 2013)

ingénieurs en FWB en regard de sa population et des besoins de son économie doit être prise en considération.

Le comité des experts relève également des évaluations et des données fournies qu'une partie notable des diplômés, fortement imprégnée - voire influencée - par le caractère académique de son cursus, préfère poursuivre une carrière académique après son master en commençant une thèse ou en tant qu'assistant. Ce dernier point prive les milieux économiques pendant un moment (quatre à six ans) d'une partie des nouveaux ingénieurs diplômés, car rares sont les élus qui, après leur doctorat, peuvent entreprendre une carrière académique fructueuse.

2.8.2. Préparation à l'emploi

2.8.2.1. L'acquisition de compétences *ad hoc*

La pratique de l'ingénierie dans les entreprises et organismes, qu'ils soient privés ou publics a beaucoup changé ces dernières décennies. Les problèmes qu'ils ont à résoudre sont devenus plus complexes, requièrent des approches pluridisciplinaires, incluent des dimensions humaines, sociales, sociétales et environnementales, s'inscrivent dans une concurrence économique forte et bien souvent mondialisée.

Mais les formations des ingénieurs de la FWB évaluées ne paraissent pas avoir évolué suffisamment pour préparer les étudiants à ces nouveaux défis.

L'excellence académique pratiquée conduit à des formations qui s'apparentent encore trop souvent à des *patchworks* d'enseignements disciplinaires cloisonnés, basés sur une logique de l'offre plutôt que découlant de ces nouveaux besoins.

Les nouvelles compétences ne peuvent s'acquérir qu'au travers de modules et projets d'enseignements qui traitent de problèmes

complexes, en respectant l'entièreté de leur problématique. Ces problèmes se résolvent en mettant en pratique les méthodes de l'ingénierie au travers de groupes et sous-groupes de travail. Ceux-ci convergent ensemble vers une solution au problème, encadrés par quelques experts-ressources spécifiques du milieu des entreprises pour guider les étudiants dans ce type d'apprentissage.

Certes, quelques projets intégrés ont été mis en place dans quelques-uns des programmes, mais ils ne constituent pas encore l'ossature qui devrait permettre aux étudiants d'acquérir ces méthodes et compétences d'ingénierie simultanée. Ce type d'apprentissage doit être développé plus avant.

Le comité des experts recommande d'accentuer l'approche interdisciplinaire dans des projets de groupe au sein des institutions concernées de la FWB (**recommandation 56**).

2.8.2.2. L'approche du marché de l'emploi

Nombre d'institutions proposent des journées ou forums de l'emploi dans lesquels les employeurs se présentent et qui peuvent être un lieu privilégié de rencontre entre employeurs et futurs employés. De même, certaines d'entre elles proposent du *coaching* ou de journées de préparation incluant la rédaction de *curriculum vitae* et la préparation à l'entretien d'embauche. Enfin, des conférenciers peuvent être invités pour donner des présentations sur leurs activités professionnelles afin de donner aux étudiants le parfum de la réalité professionnelle.

Toutefois, ces initiatives apparaissent souvent comme partielles, sans programme d'ensemble, et le corps enseignant n'y est que rarement directement impliqué.

La situation de plein emploi (du moins pour les ingénieurs civils) ne favorise guère la recherche d'entraide entre les *alumni* de chaque faculté, ni les relations entre diplômés en emploi et *alumni*

récemment diplômés. Par conséquent, la préparation à l'emploi n'est pas perçue comme une priorité, que ce soit par les étudiants ou par le corps enseignant.

2.8.3. Les perceptions des employeurs

Toutefois, certains employeurs remarquent que cette situation de plein emploi est conjoncturelle et que l'avenir pourrait s'avérer autre. Dès lors, la situation des nouveaux diplômés de la FWB, sur un marché largement ouvert à des postulants étrangers, pourrait se dégrader si les employeurs trouvent des candidats disposant de compétences plus adéquates.

Ils relèvent en effet, pour beaucoup, le manque d'aptitudes dans les domaines de la gestion de projet, de la conduite des équipes, et de la communication. Certains observent que, par rapport à d'autres candidats issus de formations étrangères, les diplômés de la FWB sont moins enclins à mettre en avant leurs qualités, bref « à se vendre ».

Le comité des experts préconise de mettre plus d'accent sur l'acquisition de compétences génériques telles que la gestion de projet, la gestion des équipes et la communication dans les formations d'ingénieur de la FWB (**recommandation 57**).

2.9. Analyse SWOT des formations d'ingénieurs civils et de bioingénieurs

Ce sous-chapitre se propose de résumer l'examen des items précédents sous forme de liste regroupant les principales observations du comité.

	Forces	Points d'amélioration
Cadre institutionnel	<ul style="list-style-type: none"> • Des institutions établies de longue date et bénéficiant d'une réputation de qualité établie, sur le plan local, national et international. • Une organisation structurée formellement en conseils et comités visant la recherche du consensus et qui se traduit par une ambiance de travail ressentie comme chaleureuse et des rapports humains conviviaux, notamment entre les étudiants et les autres parties prenantes internes de l'université. • Une rédaction des rapports d'autoévaluation ayant généré une dynamique collective. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un cadre réglementaire (décret dit « de Bologne ») trop précis et contraignant, ce qui limite la capacité d'innovation des responsables de formations. • Une instance de pilotage de la FWB qui délivre des autorisations de mise en œuvre d'un nouveau programme de formation d'ingénieur sans disposer de la définition de ce qu'est un ingénieur civil, un bioingénieur, voire un ingénieur industriel. • Une absence de coordination entre les universités et les facultés d'ingénierie des divers sites qui se traduit par un manque de mutualisation des outils de gestion et de communication et une absence de coordination de l'offre de formation d'ingénieur, mais aussi de visibilité internationale. • Des partenariats interuniversitaires et interfacultaires à géométrie variable, peu lisibles. • Un mode de gouvernance très consensuel peu compatible à terme avec une démarche de gestion du changement et d'amélioration continue ; par exemple les programmes d'actions résultant du travail d'autoévaluation sont des concaténations d'intentions sans priorités, ni échéancier et moyens affectés. • Les responsables (doyens, comités de programme) disposent de peu de moyens et de pouvoirs – notamment en comparaison avec ceux des laboratoires – pour conduire une réelle politique de formation. Cela se voit dans la faiblesse des moyens dédiés aux travaux pratiques.

	Forces	Points d'amélioration
Assurance qualité	<ul style="list-style-type: none"> • La pratique installée de l'évaluation des enseignants et des enseignements (qui toutefois pêche souvent pour la partie remédiation). • Un travail certain sur les compétences visées (mais encore inabouti et inégal, voir <i>infra</i>). • Des instances et des canaux de communication entre enseignants et étudiants qui permettent de régler les problèmes pédagogiques ou de contenus de cours courants. • Une écoute et une participation active et bienveillante du corps enseignant. • Une volonté d'écoute des parties prenantes externes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Une stratégie et des objectifs facultaires souvent peu lisibles. • Globalement une démarche qualité amorcée, parfois depuis plusieurs années, mais incomplète pour ce qui concerne la boucle de rétroaction pour l'amélioration continue. • Des données statistiques présentant des lacunes rendant difficile le pilotage des formations. • Des consultations de parties prenantes externes qui ne sont pas formalisées et qui ne sont pas suivies d'effet. • Un manque de volonté des institutions à s'imposer sur le marché européen de la formation.

	Forces	Points d'amélioration
Contenu et qualité des programmes	<ul style="list-style-type: none"> • Formations portées par des universités omni-disciplinaires, solides et, pour certaines, bénéficiant d'une bonne notoriété internationale, bien réparties sur le territoire et établies de longue date. • Un haut niveau d'exigence scientifique. • Une articulation bachelier-master assurant de bonnes bases scientifiques générales et permettant l'orientation progressive des étudiants. • Un appui de la recherche à la formation (notamment en master). • Un examen d'admission, pour les ingénieurs civils, susceptible d'éviter un trop grand nombre d'échecs en première année de bachelier. • Une attention accordée à la réussite des étudiants, souvent assurée par des dispositifs d'accompagnement des débutants. • Des structures de recherche et d'innovation pédagogique expérimentées, généralement à l'échelle de l'université, pour la prise en charge de la formation des jeunes enseignants et de la remédiation pour tous ceux qui rencontrent des difficultés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Une offre de formation très parcellisée, conduisant à des effectifs souvent sous-critiques dans les programmes de masters. • Une formation par la recherche souvent trop orientée en priorité vers le milieu académique. • Des intervenants de l'économie publique et privée en nombre souvent restreint. • Peu d'accent (une forme de passivité) sur la nécessité de recruter plus de jeunes femmes dans les domaines de l'ingénieur civil. • Une offre pas encore construite sur les objectifs visés d'apprentissage. • L'absence de formalisation des processus de validation des compétences visées – et souvent bien décrites - notamment pour les <i>soft skills</i>. • Le peu d'attention portée aux aspects formels et non formels de la formation d'ingénieur (gestion de projets d'ingénierie collective). • Une préparation au projet professionnel et à l'emploi souvent sommaire. • Une formation par la recherche souvent trop orientée vers le milieu académique. • Une formation linguistique soit à conforter (anglais), soit à promouvoir (néerlandais). • Une certaine passivité vis-à-vis de la faiblesse des effectifs. • La façon traditionnelle d'intituler les filières cache l'importance des développements technologiques récents (par exemple les filières télécommunications, photonique, énergie) et peut nuire à l'attractivité des études d'ingénieur. • L'offre de formation en <i>soft skills</i> et langues est toujours optionnelle et donc pas intégrée dans les cursus. Une majorité d'étudiants peut obtenir son diplôme sans avoir acquis et validé le minimum requis par les standards internationaux.

	Forces	Points d'amélioration
Moyens	<ul style="list-style-type: none"> • Un corps professoral enthousiaste, qualifié et motivé et un taux d'encadrement très satisfaisant (sans doute lié aussi à la faiblesse des effectifs). • Une exception mise à part, des locaux idoines et adaptés à l'enseignement. • Un environnement de laboratoires de recherche, et pour certaines institutions de parcs technologiques, de qualité pour la formation des étudiants dans le domaine du master. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un recrutement des professeurs très endogène. • Peu de volonté de mettre en place un programme d'égalité des chances. • Des moyens très limités pour les instances de pilotage des formations avec, comme conséquence, des montants très inégalement alloués aux travaux pratiques, et donc des équipements parfois (trop) anciens. • Le pilotage ne dispose pas des données quantitatives sur les moyens (taux d'encadrement, coût par diplômé, etc.), ni de système d'information. • Un encadrement qui pourrait décliner en cas de péjoration des ressources financières.
Vie étudiante	<ul style="list-style-type: none"> • De bonnes conditions de vie étudiante. • Des initiatives et projets associatifs de qualité menés par les étudiants. • Une très bonne entente/soutien avec les services administratifs de l'institution. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participation effective des étudiants dans les processus décisionnels très variable. • Peu d'accent mis sur le besoin en installations sportives. • Souvent, peu d'interaction avec les associations d'anciens en cours d'études. • Pas de stratégie lisible pour la vie étudiante.
Ouverture internationale et relations avec les partenaires	<ul style="list-style-type: none"> • L'existence de réseaux d'universités étrangères (qui pourraient être mobilisés pour une politique internationale plus ambitieuse). • Des possibilités pour les étudiants de partir en mobilité horizontale ou d'effectuer leur travail de fin d'études dans un laboratoire à l'étranger. • Des partenariats locaux existants. • Une offre de formation continue. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un manque d'ouverture des étudiants et des formations sur le monde extérieur surprenant au vu de la position centrale de la Belgique en Europe (faible mobilité internationale, peu de stages, notamment en entreprises, recrutement très local des étudiants). • Une visibilité insuffisante sur le plan international, avec encore trop peu de cours de master en anglais pour attirer des étudiants internationaux (programme BRUFACE mis à part). • Le manque d'implication des anciens étudiants — pourtant très soucieux d'offrir une contribution — et du monde économique dans les structures d'orientation des formations. • Un partenariat avec les communautés régionales et locales qui pourrait être étoffé pour accentuer la visibilité des facultés. • Une formation continue à développer, par exemple en coordination avec les autres institutions de formation d'ingénieur de la FWB.

	Forces	Points d'amélioration
Insertion professionnelle et préparation à l'emploi	<ul style="list-style-type: none"> • Des conditions d'employabilité très bonnes. • Des employeurs et des diplômés globalement satisfaits. 	<ul style="list-style-type: none"> • La faiblesse, et souvent l'absence, de référentiel et d'observatoire des métiers et de suivi des diplômés. • Le peu de liens formalisés entre le corps enseignant d'une part, les associations d'<i>alumni</i> et les milieux de l'emploi d'autre part. • Le peu d'attention accordé à l'employabilité par le corps enseignant et les instances des institutions.

Opportunités	Risques
<ul style="list-style-type: none"> • Un marché de l'emploi des ingénieurs très porteur, qui pourrait faciliter la création de nouvelles filières de formation. • La position centrale de la Belgique et de Bruxelles, capitale de l'UE. • La proximité culturelle et géographique des différentes institutions de formation d'ingénieur de la FWB qui pourrait, par exemple, leur permettre de se fédérer et d'élaborer un projet commun. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les cycles économiques et la concurrence accrue des ingénieurs formés à l'étranger peuvent mettre en danger les conditions — actuellement favorables — d'emploi des diplômés. • La stagnation — ou la diminution — des effectifs met en question le poids et les moyens des facultés d'ingénierie au sein des universités. • La sensibilisation des politiques nationales et européennes à l'égalité des chances dans l'enseignement supérieur peut obérer le soutien public aux facultés peu impliquées dans cette démarche. • La mondialisation de l'enseignement supérieur et de la recherche fragilise les facultés de taille réduite, si elles ne se fédèrent pas pour des projets communs et pour accentuer leur visibilité. • L'atomisation des formations d'ingénieur et la redondance de certaines d'entre elles, en conjonction avec le nombre d'institutions, pourraient amener les décideurs politiques à imposer un programme de rationalisation drastique <i>top down</i>.

Partie III : Analyse détaillée des filières masters

Les éléments qui suivent ne reprennent pas les analyses déjà effectuées et les recommandations générales de la partie II.

Ils se focalisent sur les aspects spécifiques de chaque master : présentation succincte de la formation, évolution et contexte, objectifs, forces, points d'amélioration et recommandations.

Liste des masters considérés :

3.1. Master ingénieur civil architecte / <i>master in architecture and engineering</i>	64
3.2. Master ingénieur civil biomédical	66
3.3. Master ingénieur civil en chimie et sciences des matériaux / <i>master in chemical and materials engineering</i>	68
3.4. Master ingénieur civil des constructions / <i>master civil engineering</i>	70
3.5. Master ingénieur civil électricien	72
3.6. Master ingénieur civil en informatique/ master ingénieur civil en informatique et gestion	74
3.7. Master ingénieur civil en mathématiques appliquées	76
3.8. Master ingénieur civil mécanicien, électromécanicien et aérospatial	78
3.9. Master ingénieur civil des mines et géologue	80
3.10. Master ingénieur civil physicien	82
3.11. Master bioingénieur : chimie et bioindustries	84
3.12. Master bioingénieur : sciences agronomiques	86
3.13. Master bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement	88
3.14. Master bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels	90

3.1	Master ingénieur civil architecte <i>master in architecture and engineering</i>	
<p>La formation d'ingénieur civil architecte combine l'approche architecturale et celle de l'ingénieur de génie civil. Elle prépare les étudiants à une pratique professionnelle dans l'élaboration de projets architecturaux et urbains complexes qui sont intégrés dans leur contexte.</p> <p>Les étudiants acquièrent la capacité de traiter simultanément les aspects scientifiques, techniques ainsi que ceux associés aux domaines de la création et des sciences humaines. Ils mettent en œuvre ces savoirs dans la pratique des projets - mode pédagogique central pour les architectes - en apportant la rationalité spécifique des ingénieurs.</p>	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ³⁹
	ULB	33
	UCL	44
	ULg	21
	UMons	15

Evolution et contexte de la formation

Ce master apparait comme une spécificité belge, même si on retrouve ponctuellement une telle formation en Europe, en Espagne plus précisément.

Une meilleure communication du master offert en FWB pourrait répondre à un besoin réel de ce type de formation notamment à l'échelle européenne.

En FWB, elle est donnée en parallèle avec les formations traditionnelles d'architectes, récemment intégrées dans des universités en tant que facultés.

Objectifs de la formation

L'ambition est de former des professionnels associant les capacités des ingénieurs civils en construction avec celles des architectes tout en affirmant leur mission de service à la société.

Eléments clés de la formation

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"> • Cette filière se distingue des autres par le recours constant à l'apprentissage par projet, où l'excellence scientifique est mobilisée pour concevoir des réponses à des problématiques concrètes de transformation du cadre de vie. • La cohérence du cursus bachelier-master est garante d'une qualité reconnue. • L'adossement aux formations parentes d'ingénieurs civils est bénéfique (mutualisation de moyens expérimentaux principalement). • Les milieux professionnels apprécient la 	<ul style="list-style-type: none"> • Les moyens tant matériels qu'humains sont insuffisants et les perspectives d'embauches futures d'enseignants ne sont pas positives. • On constate une frilosité vis-à-vis des milieux professionnels : les stages en cours de cursus, ne sont pas obligatoires dans la plupart des cas, et les professionnels souhaiteraient être associés aux orientations pédagogiques. • Dans certaines filières, le cumul de l'acquisition de compétences en architecture et en ingénierie fait l'objet d'un arbitrage insuffisant de la part des directions de

³⁹ Source : CReF

formation, et en particulier l'apport de démarches rationnelles dans les processus de conception, ceux-ci sont enrichis par ceux-là sans être contraints. En outre, les niveaux de salaire à l'embauche sont satisfaisants.

programme. Les étudiants sont surchargés et la majorité d'entre eux s'avère incapable de conduire à terme leurs études dans un laps de temps usuel.

- La difficulté de conserver une taille critique des effectifs pour assurer la pérennité de cette formation.

Recommandation

Le comité des experts recommande de prendre plus en compte les exigences du développement durable, pour ouvrir la formation en amont sur la recherche, en aval sur la profession, et de lui donner des moyens à la hauteur de son contenu pédagogique (dont la qualité est avérée) (**recommandation 58**).

Le génie biomédical est une application des principes et des techniques de l'ingénierie dans le domaine médical visant au contrôle des systèmes biologiques ou au développement d'appareils servant au diagnostic et au traitement des patients. L'ingénieur civil biomédical se dédie à l'amélioration de la santé et embrasse des disciplines telles le diagnostic, la surveillance et le traitement. Le principal débouché professionnel des ingénieurs biomédicaux reste les établissements de santé publics ou privés, ainsi que la recherche fondamentale et appliquée.

Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁴⁰
ULB	22
UCL	8
ULg	13

Evolution et contexte de la formation

Le génie biomédical en tant que domaine est relativement nouveau et dispose d'une composante interdisciplinaire forte.

Le milieu industriel commence à apprécier ces ingénieurs pour leur formation dans les sciences de vie et leur multidisciplinarité. Ce développement gagnerait à s'appuyer sur la mise en place d'une structure de concertation avec le monde des employeurs (industrie, hôpitaux,...).

Actuellement, cette formation accueille un nombre restreint d'étudiants.

Objectifs de la formation

A la base du programme, il y a généralement une collaboration préalable entre ingénieurs et médecins qui donne naissance, en priorité, à un pôle imagerie et à un pôle biomécanique. La formation vise à proposer à la société, des professionnels capables d'imaginer, de concevoir, de réaliser, de caractériser, d'industrialiser et de commercialiser des dispositifs médicaux, des systèmes complexes de santé. La dimension internationalisation est développée.

Eléments clés de la formation

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"> • Polyvalence des enseignements. • Formation orientée vers l'avenir. • Bonne formation généraliste. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposition insuffisante aux situations en milieu réel (le monde hospitalier). • Faible mobilité internationale des professeurs. • Lien avec des autres universités francophones en Belgique actuellement limité au niveau R&D. • Lacune de la formation en ce qui concerne l'accréditation (assurance qualité), respectivement la notification/certification des produits biomédicaux. • Absence d'enseignements liés au <i>techtransfer</i> (processus d'innovation : de la découverte en laboratoire au produit).

⁴⁰ Source : CReF

3.2.5. Recommandations

Le comité des experts recommande :

- d'augmenter la présence des entreprises de l'ingénierie biomédicale dans le programme d'études et d'encourager ces interactions (**recommandation 59**) ;
- de développer le génie biomédical, qui n'est pas perçu en interne comme un domaine du futur, supportant le développement d'une industrie innovante, nourrie par les sciences de la vie et de la santé et dans laquelle un ingénieur de niveau universitaire pourrait œuvrer (**recommandation 60**) ;
- d'intensifier les collaborations avec d'autres facultés de sciences appliquées (**recommandation 61**) ;
- de valoriser la formation par une meilleure communication vers l'extérieur (**recommandation 62**).

3.3	Master ingénieur civil en chimie et sciences des matériaux <i>master in chemical and materials engineering</i>	
<p>L'ingénieur civil en chimie et sciences des matériaux maîtrise le génie des procédés permettant la transformation de la matière et la fabrication de produits et d'objets à propriétés d'usage prédéfinies.</p> <p>Ces compétences sont applicables à de nombreux secteurs d'activité (chimie, pétrochimie, pharmacie, verre, céramique, ciment, métallurgie, polymères, composites, matériaux pour l'électronique, etc.). Cette formation généraliste s'appuie sur une recherche de qualité.</p>	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁴¹
	ULB	26
	UCL	50
	ULg	13
	UMons	18

Evolution et contexte de la formation

Le milieu industriel apprécie ces ingénieurs qui répondent aux besoins de secteurs industriels de première importance en Belgique. Malgré l'image dégradée de l'industrie chimique auprès du grand public (et donc des candidats), la formation permet l'adaptation aux évolutions économiques et de développement durable. Le regroupement de deux spécialités autrefois distinctes (matériaux et procédés) est apprécié des employeurs et des étudiants.

La part relative de ces deux domaines est variable d'une université à l'autre, ce qui diversifie l'offre de formation. L'internationalisation de la formation se développe de façon contrastée entre les universités.

Objectifs de la formation

Les objectifs sont la connaissance du lien entre la structure intrinsèque des produits et leurs propriétés d'usage ainsi que la maîtrise des procédés permettant l'obtention de cette structure, incluant la prise en compte de l'impact environnemental. Ils définissent les compétences attendues de l'ingénieur en chimie et sciences des matériaux.

L'ingénieur civil en chimie et science des matériaux est donc responsable de la mise sur le marché de produits de spécifications exigeantes, à tous niveaux : conception, développement, conduite de production, etc. Il devra gérer les contraintes économiques, de sécurité, de qualité et de protection de l'environnement. Il jouera un rôle dans le développement de nouvelles technologies et relèvera les défis du monde présent et du futur. Les objectifs pédagogiques sont largement centrés sur la recherche.

Éléments clés de la formation

D'une façon générale, les formations généralistes assurent l'adaptabilité à long terme et la capacité à analyser une problématique technique, la capacité à mener des recherches et à faire preuve d'innovation, l'ouverture aux problématiques sociales, environnementales et à l'éthique. La culture technologique et la capacité à travailler dans un contexte international sont souvent moins

⁴¹ Source : CReF

développées. Les relations avec l'industrie se limitent souvent à des visites et des projets menés sur des sujets d'intérêt industriel. On peut regretter le peu d'implication des professionnels de l'entreprise dans la formation, et l'absence de stage obligatoire de durée significative en entreprise.

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none">• Bonne formation généraliste en génie des procédés.• Qualité du corps enseignant et implication des étudiants.• Facilité de placement des diplômés	<ul style="list-style-type: none">• Effectifs souvent restreints et irréguliers, dispersés entre de nombreuses filières et options.• Exposition insuffisante aux situations en milieu réel (stages en entreprise).• Exposition internationale très variable.

Recommandations

Le comité des experts recommande :

- de mettre les étudiants en situation réelle d'acquisition des compétences, par exemple par l'organisation de stages obligatoires en entreprises, et d'associer davantage les entreprises à la gouvernance du programme (**recommandation 63**) ;
- de consolider les effectifs par la promotion des formations et les regroupements en tirant parti des résultats déjà atteints dans ce sens (**recommandation 64**) ;
- de développer l'ouverture à l'international et les projets multidisciplinaires (**recommandation 65**).

3.4	Master ingénieur civil des constructions <i>master civil engineering</i>	
La formation d'ingénieur civil des constructions telle qu'elle est dispensée dans les universités UCL, ULB et ULg est une formation polyvalente, bien que l'accent puisse différer suivant les institutions. Elle mène à une activité professionnelle dans la conception, le dimensionnement, l'exécution et l'exploitation de projets d'ouvrage d'art et de constructions, ainsi que dans le domaine de l'hydraulique.	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁴²
	ULB	47
	UCL	71
	ULg	44

Evolution et contexte de la formation

A ce secteur important, qui façonne notre environnement, s'offrent des perspectives nouvelles, liées à la prise de conscience collective des enjeux du développement durable. Ce dernier joue un rôle de plus en plus central (choix des matériaux, conception et exploitation) et devrait dès lors prendre une position clé dans le futur de la formation.

L'intégration des technologies nouvelles, provenant d'autres secteurs de l'ingénierie, est également un facteur déterminant pour le développement ultérieur de cette formation.

Objectifs de la formation

La conception généraliste des études de bachelier ingénieur civil est basée sur une formation scientifique large de haute qualité et n'introduit vers la finalité ingénieur civil des constructions qu'une orientation, laquelle n'est d'ailleurs pas organisée de façon uniforme ou même obligatoire ; le résultat étant que les diplômés de master ont développé au cours de leurs études des compétences qui dépassent le domaine technologique de leur profession.

La maîtrise du domaine professionnel est visée par une formation dans la connaissance des propriétés des matériaux, le comportement des structures, les sollicitations diverses. L'accent est mis sur l'art de construire en général. Une faiblesse est néanmoins perçue dans la maîtrise du matériau bois. Une attention trop limitée est accordée aux compétences économiques et de gestion.

La connaissance des langues (le néerlandais et l'anglais) est à considérer comme un point important, qui est traité toutefois de façon différente dans les programmes, allant de l'offre de cours de langues facultatifs jusqu'à une structure de cours multilingue ou totalement en anglais.

Un stage dans le milieu industriel est prévu (parfois facultatif) dans toutes les facultés, bien que de durée et d'appréciation inégales : les entreprises d'accueil et les diplômés estiment souvent qu'une durée de quatre ou six semaines ne mène pas à des résultats fructueux sur le plan des compétences comportementales.

⁴² Source : CReF

Éléments clés de la formation

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none">• Polyvalence de la formation.• Approche pédagogique d'apprentissage par projet interdisciplinaire.• Niveau de la formation internationalement reconnu.	<ul style="list-style-type: none">• Faible concertation avec le monde socioéconomique concernant la formation.• Faible mobilité internationale des étudiants.

Recommandations

Un exercice de définition des compétences des diplômés et de la finalité de la formation reste à réaliser dans le contexte d'une coexistence entre les formations d'ingénieur civil des constructions et d'ingénieur industriel des constructions. Il est primordial que ces deux cursus continuent à présenter une identité spécifique (**recommandation 66**).

Tenant compte du nombre restreint de diplômés et du danger associé de viabilité du programme, une voie possible est une coordination de ces deux formations, une autre étant l'internationalisation de la formation en attirant des étudiants de master étrangers en offrant une formation en anglais.

Le comité recommande également d'intégrer le concept de développement durable dans la formation (**recommandation 67**).

3.5	Master ingénieur civil électricien	
<p>L'ingénieur électricien œuvre dans les domaines visés de l'électronique (allant jusqu'aux échelles nanométriques), des télécommunications, de l'énergie électrique, de l'électromagnétisme et de l'automatique.</p> <p>Les quatre universités évaluées proposent de solides programmes de formation professionnalisants qui mettent à la disposition des étudiants un ensemble de connaissances fondamentales et une polyvalence leur permettant de s'adapter à un monde de travail en perpétuel changement.</p>	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁴³
	ULB	63
	UCL	45
	ULg	28
	UMons	46

Evolution et contexte de la formation

Adossée à une véritable culture de l'ingénieur, à une grande histoire industrielle et à des laboratoires de recherche de renom, la formation d'électricien possède incontestablement des atouts pour innover en pédagogie et faire face à un monde technologique à évolution ultrarapide. De plus, elle répond également aux développements intensifs de l'électronique dans les domaines de l'énergie, la santé, l'environnement, la sécurité, etc.

Les principales phases d'une remise en question générale (salutaire pour opérer ou poursuivre les changements requis pour inscrire durablement la formation dans un projet ambitieux et innovant) sont soit d'ores-et-déjà amorcées, soit en passe de l'être dans les institutions évaluées.

Objectif de la formation

La formation vise à proposer à la société, des professionnels capables d'inventer, de concevoir, de réaliser, de caractériser, d'industrialiser et de commercialiser des dispositifs électriques et électroniques, liés aux avancées technologiques, et nécessaires aux besoins de la vie moderne (télécommunication, énergie, transport, etc.).

Éléments clefs de la formation

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"> • Polyvalence de la formation. • Plein emploi des diplômés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible attractivité. • Faible mobilité internationale.

Recommandation

Pour plus d'efficacité, le comité des experts recommande de développer, dans chaque faculté, en relation avec le domaine d'excellence en recherche, un programme de master ingénieur civil électricien avec un positionnement spécifique, c'est-à-dire une finalité claire et bien identifiée, et mieux

⁴³ Source : CReF

communiquer vers l'extérieur (**recommandation 68**).

3.6	Master ingénieur civil en informatique Master ingénieur civil en informatique et gestion	
<p>L'ingénieur civil informaticien est destiné à travailler dans les entreprises ou organismes ayant besoin de consolider de l'information en vue d'en extraire des données pertinentes, permettant le progrès et l'innovation. L'objectif est de tirer le meilleur parti des données existantes afin d'assurer un pilotage optimal de la structure en étant économe des ressources mises à disposition.</p> <p>En tant qu'ingénieur, il appréhende le problème dans sa globalité (organisation, budget, affectation des ressources tant matérielles qu'humaines, communication, animation, etc.).</p> <p>En tant qu'informaticien, il choisit ou suggère l'emploi de l'outil adapté, propose une solution et en évalue les conséquences.</p>	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁴⁴
	ULB	42
	UCL	31
	ULg	26
	UMons	83

Evolution et contexte de la formation

Dans un monde où l'information joue un rôle clé, la demande de professionnels de ces domaines est forte. Mais, ce domaine s'accompagne d'une évolution technique rapide nécessitant une remise en cause permanente du diplômé, confronté à la dépréciation de sa formation technologique initiale. La maîtrise d'une telle situation passe par une capacité d'apprentissage personnelle et, de plus en plus, par la connaissance de domaine(s) technique(s) autre(s) que la seule informatique.

Objectifs de formation

Le programme vise à former des professionnels de l'informatique ayant un solide bagage tant théorique que pratique dans le domaine et un socle polytechnique offrant une assise scientifique et une capacité de raisonnement permettant d'appréhender plus facilement divers problèmes concrets.

Outre les compétences générales de l'ingénieur civil, le diplômé acquiert les compétences spécifiques suivantes :

- modéliser un système et résoudre un problème d'optimisation ;
- spécifier une application informatique, la faire réaliser et en suivre son développement ;
- savoir suivre l'évolution technologique du domaine.

Éléments-clefs de la formation

Forces	Point d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"> • Polyvalence, ouverture vers les autres domaines. • Capacité d'adaptation (liée à la formation généraliste de l'ingénieur civil). 	<p>L'énoncé des acquis d'apprentissage ne fait généralement pas suffisamment apparaître ceux qui sont spécifiques à l'informatique.</p>

⁴⁴ Source : CReF

Recommandations

Le comité des experts recommande de :

- capitaliser sur la formation d'ingénieur polyvalent en mettant en avant une double « spécialisation » (informatique + une autre technique) (**recommandation 69**) ;
- se distinguer plus clairement des cursus master en informatique pour éviter tout amalgame (**recommandation 70**).

3.7	Master ingénieur civil en mathématiques appliquées	
La formation en mathématiques appliquées est une spécialité enseignée dans une seule université (UCL). Ce master se caractérise par le fait qu'il est constitué pour moitié de cours au choix (douze modules de cours dénommés « options » sont proposés, couvrant les disciplines fondamentales, des domaines d'application connexes et la sphère économique).	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁴⁵
	UCL	61

Contexte et évolution de la formation

Dans l'équilibre entre mathématiques et informatique qui caractérise le domaine, la formation considérée ici se situe nettement du côté des mathématiques ; les experts estiment d'ailleurs que la formation en informatique n'est pas assez consistante.

A noter que, dans la liste des grands domaines de l'ingénierie établie par l'OCDE (cf ref. 19), les mathématiques appliquées n'apparaissent pas comme un domaine en soi, mais comme un outil transversal de base pour toutes les disciplines.

Dans les nomenclatures internationales, le profil le plus proche de ce programme est le *computational engineering* : une discipline relativement nouvelle qui traite de la mise au point et de l'application de modèles informatiques et des simulations, souvent couplées avec le calcul haute performance, pour résoudre les problèmes physiques complexes qui se posent dans l'analyse et la conception des problèmes d'ingénierie, ou dans l'étude des phénomènes naturels⁴⁶. Dans tous les pays (post) industriels, la demande de tels profils est très forte et concerne tous les secteurs d'activités : industries de haute technologie, laboratoires de R&D, services (finances, banque), etc.

En FWB, la formation court le risque, selon le comité des experts, d'un manque de visibilité du diplôme pour les employeurs potentiels, notamment si elle est construite comme un *patchwork* d'options, constitué à partir des spécialités de chacun des enseignants.

Objectifs de la formation

Selon les porteurs du programme, à l'issue de la formation, l'ingénieur formé dans cette spécialité « conçoit, analyse et met en œuvre des modèles mathématiques pour l'ingénierie des systèmes complexes du monde industriel ou organisationnel et élabore des stratégies efficaces pour l'optimisation de leurs performances⁴⁷ ».

Éléments clés de la formation

Forces	Points d'amélioration
Formation à spectre large qui a été enseignée depuis de nombreuses années, mais qui doit prendre en compte l'élargissement de ses champs d'application (à la biologie et aux biotechnologies)	<ul style="list-style-type: none"> • Ce diplôme présente de manière exacerbée les forces du diplôme d'ingénieur civil de la FWB en général (haut niveau scientifique) mais aussi ses faiblesses (approche compétence

⁴⁵ Source : CReF

⁴⁶ Cf. Wikipedia « *applied mathematics* » : http://en.wikipedia.org/wiki/Applied_mathematics (consulté le 23 août 2013)

⁴⁷ <http://uclouvain.be/prog-2012-lmap2m> (consulté le 23 août 2013)

notamment) et de ses outils (croissance exponentielle de la puissance des ordinateurs, importance croissante des mathématiques discrètes et des modélisations stochastiques).

inexistante, intérêt très faible pour la partie non-scientifique) et est donc un des diplômes qui s'éloigne le plus des référentiels internationaux pour les ingénieurs.

- Domaine où la différenciation du diplôme d'ingénieur civil par rapport à un master en sciences mathématiques nécessite une réflexion approfondie sur les objectifs visés.

Recommandations

Le comité des experts recommande :

- de renforcer (créer) la composante « ingénieur » du diplôme, qui s'apparente actuellement à un master académique de *computational mathematics* (**recommandation 71**) ;
- de définir les objectifs de formation en informatique (**recommandation 72**) ;
- de prendre en compte l'élargissement des champs d'application (comme la biologie et les biotechnologies) et des outils (croissance exponentielle de la puissance des ordinateurs, importance croissante des mathématiques discrètes et des modélisations stochastiques) (**recommandation 73**).

3.8	Master ingénieur civil mécanicien Master ingénieur civil électromécanicien Master ingénieur civil en aérospatiale		
	Master	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁴⁸
<p>Les domaines visés par ces masters sont la mécanique elle-même, la productique, l'automatique, la robotique et l'énergie thermomécanique. En outre, quelques universités proposent des programmes plutôt orientés sur les modes de transport automobile et/ou aéronautique. Une université, l'ULg, propose également un programme avec des éléments en ingénierie spatiale.</p>	Mécanicien	ULB	46
		UCL	65
		ULg	15
		UMons	71
	Electro-mécanicien	ULB	46
		UCL	63
		ULg	38
	Aéro-spatiale	ULg	49

Evolution et contexte de la formation

Le monde industriel international se trouve en perpétuel changement par l'introduction de l'électronique et de l'informatique dans les différents secteurs de la mécanique classique. En génie mécanique, les premiers développements datent déjà du XIX^e siècle. Il y a toujours des secteurs industriels qui utilisent les principes traditionnels et qui n'ont pas changé fondamentalement, mais dont la mise en œuvre a été améliorée et raffinée par l'introduction de nouvelles technologies et de nouvelles inventions dans les sciences des matériaux, dans l'électronique et l'informatique. Les sciences de l'ingénieur civil doivent stimuler et propulser le développement technologique dont le monde industriel européen a besoin pour faire face aux défis de la globalisation. La tâche de cette formation universitaire est précisément de rassembler et d'intégrer dans le cursus tous les développements qui sont vraiment importants, quels que soient leur âge.

Eléments clés de la formation

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"> • Polyvalence de la formation. • Plein emploi des diplômés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible attractivité. • Faible mobilité internationale.

⁴⁸ Source : CREF

3.8.5. Recommandation

Pour plus d'efficacité, le comité des experts recommande d'accentuer la coopération entre institutions, aussi bien au sein de la FWB que sur le plan national et international (**recommandation 74**).

3.9	Master ingénieur civil des mines et géologue	
<p>Cette formation est dispensée à l'ULg et à l'UMons. Elle est destinée à former des ingénieurs compétents dans les domaines de la gestion durable des ressources naturelles (eau, énergies, matières minérales, etc.), l'environnement (environnements naturel et construit), la réhabilitation de sites pollués, la gestion des risques, etc.</p> <p>C'est une formation multidisciplinaire avec une forte spécificité marquée par l'importance des travaux de terrains et des travaux pratiques, aussi bien au laboratoire que sur site naturel.</p>	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁴⁹
	ULg	9
	UMons	21

Evolution et contexte de la formation

Ce cursus est historiquement un des premiers programmes d'ingénieur à avoir été offerts, aussi bien à Mons qu'à Liège (1836 pour les deux universités). Contrairement à ce que l'intitulé « Mines » non explicite pourrait faire penser, cette formation est tournée vers des métiers d'avenir et elle est au cœur de problématiques sociétales et environnementales :

- recherche et exploitation des ressources minérales ;
- traitement des déchets industriels et urbains ;
- dépollution et remédiation de sites.

Cependant, cette formation court le risque d'être remise en cause si sa visibilité et son attractivité ne sont pas améliorées.

Objectifs de la formation

Selon les porteurs des programmes, la formation « prépare les ingénieurs géologues à calculer, simuler, prévoir et maîtriser la complexité des phénomènes géologiques dans le but de gérer de manière optimale les ressources de la Terre tout en préservant le cadre naturel dans lequel nous vivons⁵⁰ » ou prépare à « résoudre, par l'application des méthodologies, techniques et outils adéquats, les problèmes de géologie appliquée et de génie Minier, gérer les problèmes environnementaux et de développement durable⁵¹ ».

Éléments clés de la formation

Les deux formations sont d'une grande qualité de contenu et en adéquation totale avec le marché de l'emploi. Le programme est riche et dense et, en même temps, suffisamment généraliste pour couvrir les différents domaines d'application de la filière (de l'hydrogéologie au génie minéral, en passant par l'exploitation de carrières, etc.).

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"> • Forte ouverture internationale : mobilité importante des étudiants, recrutement récent d'enseignants chercheurs. Des disparités sont 	<ul style="list-style-type: none"> • Effectifs faibles ces dernières années, à la limite du sous-critique. Cependant, cette faiblesse se traduit par une force en termes de

⁴⁹ Source : CReF

⁵⁰ Source : http://www.ulg.ac.be/cms/c_47456/ingenieur-civil-des-mines-et-geologue-genie-geologique (consulté le 23 août 2013)

⁵¹ Source : inspiré de <http://portail.umons.ac.be/FR/universite/facultes/fpms/enseignement/master/cdmines/Pages/default.aspx> (consulté le 23 août 2013)

<p>néanmoins observées entre les établissements évalués.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bon équilibre entre enseignements fondamentaux et appliqués, importance des travaux de terrain et pratiques. • Bonne articulation entre cours théoriques et pratiques. • Qualité de la formation unanimement reconnue par les étudiants et les anciens étudiants. • Formation en adéquation avec le marché de l'emploi, insertion professionnelle remarquablement bonne (mais également liée à la faiblesse des effectifs de ces dernières années). 	<p>qualité d'accompagnement dans la formation pour les étudiants : excellents suivi et encadrement par les enseignants, qualité des formations pratiques, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manque d'un stage de longue durée en entreprise.
---	---

Recommandations

Le comité des experts recommande :

- d'améliorer la visibilité : ces formations sont anciennes et prestigieuses mais subissent la connotation négative du terme « Mines », un effort de communication s'avère nécessaire (**recommandation 75**) ;
- d'apporter un soutien financier aux sorties de terrain et aux stages géologiques qui sont d'importance vitale pour ces formations (**recommandation 76**).

3.10	Master ingénieur civil physicien	
<p>Cette filière pluridisciplinaire permet d'acquérir une formation scientifique et technologique généraliste de haut niveau à partir de laquelle les diplômés peuvent s'intégrer dans de nombreux secteurs en expansion, en Belgique et à l'étranger.</p> <p>Par exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherche scientifique et technologique au sein de centres de recherche et d'innovation, associés aux universités ou aux entreprises et ceci dans le monde entier ; • conseil scientifique et technique au sein de bureaux d'études d'entreprises de toutes tailles y compris celle créée par l'intéressé ; • expertise dans le secteur de services de tous types dont, par exemple le secteur hospitalier, la météorologie et le secteur financier ; • pilotage de programmes de recherche et d'innovation au sein des instances universitaires ou gouvernementales ou dans le secteur privé. 	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁵²
	ULB	45
	UCL	17
	ULg	12

Evolution et contexte de la formation

Cette filière n'a pas d'équivalent dans les formations d'ingénieurs industriels dispensées en FWB. Elle a été créée en 2007 en FWB pour pallier le déficit d'ingénieurs capables d'utiliser les développements extraordinaires de la physique moderne et de ses applications (dont les nouveaux instruments de fabrication et de mesure) pour répondre, au sein d'équipes souvent multidisciplinaires, aux besoins spécifiques du marché ou de la Société en général. Il convient également ici de ne pas oublier l'urgence de poursuivre la progression de la physique appliquée - comme les (ingénieurs) physiciens l'ont fait depuis plus d'un demi-siècle - et qui a mené à tant de produits et processus dont on ne pourrait se passer aujourd'hui.

Par exemple :

- le traitement, stockage, transmission, détection et rendu de l'information sous toutes ses formes ;
- les (nano)-matériaux et nano-composants pour la (nano)-fabrication de structures inexistantes dans la nature et dont le potentiel énorme commence seulement à être exploité ;
- le secteur de la production, du transport et de la gestion de l'énergie dont le nucléaire et le solaire ;
- le traitement de la complexité dans des secteurs aussi variés que l'étude du climat, la physiologie, la finance, etc.

Objectifs de la formation

L'accent est mis sur une formation diversifiée, forgeant l'esprit d'analyse et de synthèse, ouverte sur tous les défis technologiques de demain. Pour ce faire, les compétences liées à la compréhension des mécanismes, à la modélisation physique et aux mathématiques appliquées sont fortement développées et par ailleurs fortement appréciées par les employeurs.

⁵² Source : CReF

Éléments clés de la formation

Forces	Points d'amélioration
<p>Une formation scientifique généraliste de très haut niveau, souvent donnée en collaboration avec la faculté des sciences et associée aux acquis d'apprentissage des fondamentaux du métier d'ingénieur.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Un déficit criant d'image du profil ingénieur civil physicien et donc de son attractivité. Pour l'année de référence (2010-2011), seuls 4,7% des étudiants des masters ingénieur civil en FWB ont choisi cette filière. Dans deux des trois facultés ou écoles évaluées, le nombre d'étudiants est critique.• Une formation académique, déficiente en sciences et techniques de l'ingénieur.• Une formation en général invisible aux yeux des entreprises.

Recommandations

Le comité des experts recommande :

- de mieux structurer les masters ingénieur civil physicien dans deux des trois facultés / écoles visitées (**recommandation 77**) ;
- de rendre visibles les atouts de la formation auprès des futurs étudiants, des employeurs et du grand public en général (**recommandation 78**) ;
- de renforcer la formation au métier de l'ingénieur et aux compétences transversales (**recommandation 79**).

Cette formation, délivrant le titre professionnel de bioingénieur en chimie-bioindustries, vise à former des « ingénieurs du vivant », spécialisés dans la chimie appliquée et les bioindustries. Ceux-ci seront appelés à travailler dans des secteurs extrêmement variés, allant de la pharmacie au biomédical, l'agroalimentaire, l'environnement, la pétrochimie, les biomatériaux, etc. au sein de l'industrie, de bureaux d'études, de l'administration, de collectivités, de l'enseignement et de la recherche, etc.

Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁵³
ULB	41
UCL	51
ULg	29

Evolution et contexte de la formation

Les secteurs économiques concernés par la formation bénéficient d'une relative croissance et les diplômés ne rencontrent pas de difficulté pour trouver un emploi. Les flux d'étudiants sont cependant faibles, limités - semble-t-il - non par les débouchés, mais par l'attractivité des programmes. La recherche de flexibilité dans les enseignements depuis 2004 a souvent conduit à la multiplication d'options, suivies par des cohortes d'étudiants parfois beaucoup trop faibles pour être durables.

Une simplification de l'offre, associée à une accélération de l'effort en cours visant la modernisation de la pédagogie (moins de cours théoriques, plus de pratique et de concret, de projet, de stage, d'intervenants extérieurs, etc.), serait utile.

Objectifs de formation

L'objectif général et ambitieux est de former des professionnels de la chimie appliquée et des bioindustries, maîtrisant les sciences de l'ingénieur, qui soient aussi :

- des scientifiques connaissant les processus chimiques et biologiques, depuis la molécule jusqu'à l'organisme vivant ;
- des innovateurs capables de développer de nouveaux procédés et/ou de nouveaux matériaux (biotechnologies, nanotechnologies, catalyse, dépollution, traitement de déchets, etc.) et aptes au travail multidisciplinaire ;
- des experts dans leur spécialité, formés à la recherche.

Ainsi qu'il est relevé dans la partie principale de ce document, la démarche « compétences » a été initiée dans toutes les universités, mais elle reste encore trop abstraite. Elle gagnerait à s'appuyer, par la mise en place d'un observatoire de l'emploi crédible et un dialogue (aujourd'hui insuffisant) avec les employeurs potentiels, sur des métiers cibles et les compétences qui y sont associées.

Dans toutes les universités visitées, la formation est donc à la fois revendiquée par les responsables comme très polyvalente et reconnue et appréciée comme telle par les étudiants actuels et anciens.

⁵³ Source : CREF

Éléments-clefs de la formation

Forces	Point d'amélioration
<ul style="list-style-type: none">• Polyvalence des enseignements.• Haut niveau scientifique et fort niveau d'exigence vis-à-vis des étudiants.	Pédagogie trop tournée vers les aspects théoriques.

Recommandations

Le comité des experts recommande :

- d'augmenter significativement la part relative des enseignements concrets dans la pédagogie (projet, stage, sciences humaines, économiques et sociales, langues, etc.) **(recommandation 80)** ;
- de mettre en place une structure de concertation avec le monde des employeurs **(recommandation 81)** ;
- de simplifier l'offre de la formation **(recommandation 82)**.

Bien que cette filière forme des ingénieurs spécialistes des systèmes de productions végétales et animales, intégrant dans une approche systémique la maîtrise de leurs impacts sur l'environnement, la sécurité des aliments produits et la gestion durable des ressources naturelles, agricoles et forestières, le caractère généraliste de la formation leur permet de s'adapter à des secteurs d'activité plus larges et à des fonctions diversifiées : industries et services en amont et en aval de l'agriculture, gestion d'espaces et de ressources, conseil, enseignement et recherche, avec une spécificité notable par rapport aux autres formations : la coopération au développement.

Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁵⁴
ULB	13
UCL	71
ULg	80

Evolution et contexte de la formation

Mise en place à partir de 2004 dans le cadre du processus de Bologne, la formation de bioingénieur, et plus particulièrement la filière en sciences agronomiques, bénéficie de la réputation des formations qui l'ont précédée. Même si elle peut partiellement s'expliquer par la création de filières plus spécialisées concurrentes dans les domaines de l'environnement et plus récemment de la forêt, la diminution sensible des effectifs de cette filière est préoccupante. D'autant que les enjeux de production alimentaire durable et de sécurité alimentaire reviennent en force dans tous les agendas internationaux et que des besoins en formation importants dans ce domaine sont identifiés dans les pays en développement.

La nécessité apparaît donc d'une communication plus marquée et d'approches intégratives, recouvrant des champs de plus en plus larges (changements globaux, sécurité alimentaire, impacts santé des questions agroalimentaires), tout en s'appuyant sur de nombreuses connaissances scientifiques solides et évolutives.

Objectifs de la formation

Seule l'une des trois universités a élaboré un référentiel de compétences pour le master bioingénieur, suffisamment robuste pour avoir pu être ensuite décliné en référentiel de compétences spécifiques à chaque master, dont celui en sciences agronomiques.

Éléments-clés de la formation

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"> Personnalisation des parcours de formation offerts aux étudiants à travers des options ou spécialités, certaines pouvant être mutualisées (pour une des trois universités) avec les autres masters. Développement, à l'occasion de la création des masters, d'approches pédagogiques intégratives : modules pluridisciplinaires, projets interdisciplinaires déjà en place (pour 	<ul style="list-style-type: none"> Proportion importante d'étudiants entrant sur le marché du travail sans avoir eu aucun contact significatif avec le monde professionnel, hormis celui de la recherche, du fait de l'attention insuffisante portée aux stages en entreprise : une des trois universités n'en a pas prévu et les deux autres n'ont prévu qu'un stage d'observation obligatoire en première année de master d'une durée de

⁵⁴ Source : CREF

deux universités) ou à introduire pour 2013-2014 (pour une université).

- Adossement à des laboratoires de recherche qui apparaissent de bon niveau.

deux ou trois semaines seulement.

- Mobilité internationale entrante et sortante encore trop faible, malgré la possibilité d'effectuer tout ou partie du mémoire de fin d'études à l'étranger.

Recommandations

Le comité des experts recommande :

- d'examiner la place à consacrer aux questions et disciplines émergentes : agro-écologie ; agronomie dans les espaces urbains et périurbains ; relations entre les pratiques agricoles, la qualité des aliments produits et la santé ; santé et environnement, éco-toxicologie ; etc. **(recommandation 83)** ;
- de repenser les relations avec les autres composantes de chacune des universités, afin de faciliter le développement de synergies pour mutualiser certains enseignements entre filières bioingénieur et accéder, au-delà, à de nouvelles ressources (enseignements susceptibles d'être introduits, appui en ingénierie pédagogique, etc.) **(recommandation 84)**.

3.13	Master bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement	
<p>La filière des sciences et technologies de l'environnement du master bioingénieur vise à former des bioingénieurs dans le domaine de la gestion, la préservation et l'exploitation raisonnée des ressources naturelles renouvelables (surtout terres et eaux) ainsi que des écosystèmes naturels et anthropisés.</p> <p>Tout au long de la formation, les futurs bioingénieurs acquerront les compétences nécessaires pour devenir des professionnels capables de diagnostiquer, prévenir, remédier, restaurer, gérer et valoriser les ressources naturelles, des scientifiques préparés à l'analyse intégrée de processus complexes à diverses échelles, des innovateurs appelés à concevoir des outils de gestion et à développer des technologies.</p> <p>Les diplômés occuperont des postes à responsabilités dans les secteurs tels que la production industrielle, la construction, la réhabilitation de sites, la gestion de déchets, l'énergie, dans des fédérations d'entreprises, en recherche et développement, en bureaux d'études, dans la certification environnementale et dans des organismes de contrôle, dans le secteur public, dans des organismes internationaux, etc.</p>	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁵⁵
	ULB	28
	UCL	52
ULg	63	

Evolution et contexte de la formation

Cette filière s'est développée au cours des dernières décennies à partir, notamment, de filières de sciences agronomiques ou de génie rural, suite à des besoins croissants de la composante environnementale pour la gestion de l'espace rural, de la préservation et l'exploitation raisonnée des ressources naturelles renouvelables et des écosystèmes naturels et anthropisés.

Cette formation gagnerait à développer un positionnement différencié selon les institutions.

Objectifs de formation

Fortement multidisciplinaire, la formation privilégie l'acquisition de compétences combinant théorie et techniques, sciences exactes et sciences de l'ingénieur, conférant aux futurs bioingénieurs un socle de compétences très large.

Au cours de sa formation, cet ingénieur apprend à évaluer, modéliser, exploiter, gérer, aménager et restaurer les ressources naturelles, l'environnement et l'espace rural et périurbain, dans le respect des principes du développement durable.

La formation implique notamment l'acquisition de connaissances dans le domaine des sciences de l'environnement et des compétences techniques en bioingénierie environnementale.

Eléments clés de la formation

Forces	Points d'amélioration
<ul style="list-style-type: none"> Excellente formation à la recherche. Formation polyvalente, en sciences 	<ul style="list-style-type: none"> Visibilité de la filière. Manque de formation en <i>soft skills</i>,

⁵⁵ Source : CReF

fondamentales et d'ingénieur, théorique et pratique.

notamment en gestion de projets.

- TROP peu de stages en milieu professionnel.

Recommandation

Le comité des experts recommande d'améliorer la visibilité de cette filière au sein du diplôme de bioingénieur et de préciser son positionnement stratégique par rapport à des diplômés en sciences naturelles, notamment en établissant et en divulguant un référentiel de compétences (**recommandation 85**).

Le monde du travail ne se rend pas encore suffisamment compte de la formation importante que les bioingénieurs de la filière reçoivent en sciences et technologies de l'environnement.

3.14	Master bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels	
Ce master vise à former des ingénieurs ayant une compétence scientifique, analytique et de résolution de problèmes pour tout espace composé de forêts ou de milieux ouverts naturels et semi-naturels.	Université	Nombre d'étudiants en 2010-2011 ⁵⁶
	UCL	22
	ULg	42

Evolution et contexte de la formation

A l'origine, la formation était tournée essentiellement vers la production forestière. Progressivement, consécutivement notamment à l'adoption de la Loi sur la Conservation de la Nature en 1973 et des directives européennes « oiseaux » en 1979 et « habitats » en 1992, la formation s'est ouverte à d'autres aspects de la gestion comme la biodiversité et les milieux ouverts naturels et semi-naturels. Aujourd'hui, la menace qui pèse sur notre biodiversité nécessite de plus en plus de spécialistes dans la gestion des milieux ouverts et forestiers. De plus, la nécessité de réduire la production de CO₂ a mis en évidence que le bois, outre ses capacités de stockage du CO₂ en tant que matériau renouvelable, est le meilleur substitut aux autres matériaux.

La multidisciplinarité de la formation permet au diplômé d'accéder à une diversité de plus en plus grande de métiers avec, comme base commune, la nécessité de garantir la pérennité de ces milieux dans le cadre des trois piliers du développement durable (voir *supra*).

Progressivement, la qualification et la quantification des services écosystémiques viendront compléter cette formation permettant une approche holistique de ces milieux.

Objectifs de la formation

La formation donne toutes les compétences nécessaires à l'ingénieur afin qu'il puisse assurer la gestion de territoires forestiers et de milieux « semi-naturels » de plusieurs milliers d'hectares tant au niveau économique, qu'écologique et social en privilégiant éventuellement un de ces objectifs. Il doit également être apte à s'intégrer dans les industries de transformation et de valorisation de ces ressources naturelles.

Il est formé pour comprendre et interagir sur les grands enjeux de la déforestation, de la perte de la biodiversité et des changements climatiques.

Les solides bases scientifiques qu'il reçoit lui permettent d'accéder à de nombreux postes touchant les sciences de l'environnement.

⁵⁶ Source : CReF

Éléments clés de la formation

Force	Points d'amélioration
Formation solide, assurant les bases nécessaires à la gestion d'écosystèmes complexes, orientée tant vers la production forestière que vers la conservation et le développement de la biodiversité.	<ul style="list-style-type: none">• Nombre d'étudiants sous le seuil critique au sein des deux facultés, mais montre néanmoins des signes de progression.• Le jeune diplômé a une connaissance insuffisante de la composante agronomique pour intégrer la notion d'agroforesterie de plus en plus indispensable dans toutes les régions du monde.

Recommandations

Le comité des experts émet les recommandations suivantes :

- la proximité des deux facultés, situées à moins de 15 kilomètres l'une de l'autre, couplée au faible nombre d'étudiants suivant ce master conduit inévitablement à la nécessité de mutualiser les cours, les travaux pratiques et les options au bénéfice des étudiants et des enseignants **(recommandation 86)** ;
- le clivage agriculture/forêt doit s'estomper à court terme pour assurer le développement durable de l'agriculture qui a besoin du support de l'arbre. Une véritable synergie entre ces deux milieux accroît sur le long terme leur productivité. Une formation à l'agroforesterie des bioingénieurs assurerait cette (r)évolution **(recommandation 87)** ;
- la fragmentation des notions de développement durable dans les enseignements rend difficile pour l'étudiant l'assimilation de ce concept. Un cours d'intégration de ces notions couplé à un travail de fin d'études véritablement multidisciplinaire permettrait de compenser cette faiblesse **(recommandation 88)** ;
- le développement de partenariats avec le Nord de l'Europe serait bénéfique pour tous d'autant plus qu'il s'agit de pays principalement forestiers **(recommandation 89)**.

Partie IV : La formation des ingénieurs civils et bioingénieurs en FWB : perspectives et champs d'actions clés

4.1. Pourquoi

Le comité des experts juge opportun de réduire l'écart entre les pratiques académiques de formation des ingénieurs et les nouveaux besoins de la collectivité publique, des entreprises et des ingénieurs dans le marché européen et mondialisé.

Avec le processus de Bologne et la mobilité des étudiants (notamment en master), mais aussi des diplômés en réponse à la mondialisation des échanges, le milieu de la formation des ingénieurs et leur employabilité deviendront toujours plus concurrentiels.

Le comité des experts est convaincu qu'une vision plus systémique, couplée à une démarche qualité complète, permettrait aux institutions et facultés évaluées de mieux préparer et anticiper leur avenir et d'augmenter leur sphère d'influence ainsi que leur rayonnement national et global, en ce qui concerne les formations tout particulièrement.

4.2. Comment : 11 champs d'actions clés

4.2.1. Réviser les contraintes réglementaires

- Revoir le décret de Bologne en visant une plus grande autonomie des institutions.
- Définir ce que sont les activités d'ingénieur civil, de bioingénieur voire d'ingénieur industriel et s'interroger sur le sens de limiter les énoncés des diplômes par une instance administrative de pilotage.

4.2.2. Envisager/étudier les possibilités de regroupements, de collaborations et de synergies entre établissements et programmes voisins de la FWB

- Hormis pour les programmes BRUFACE de l'EPB et de la VUB et une tentative de rapprochement entre les bioingénieurs de l'UCL et de Gembloux qui n'a pas abouti, le *statu quo* semble dominer les esprits malgré les effectifs souvent sous-critiques des formations.
- La coordination des programmes et des pôles de recherche de la FWB ne semble pas encore avoir été prise en compte par les institutions.
- Fédérer les institutions correspondantes de la FWB afin de mieux utiliser les moyens, mutualiser les ressources, développer un positionnement scientifique et l'image, et accentuer la visibilité internationale.
- Cette initiative doit bénéficier d'un support politique conséquent pour être menée à bien.

4.2.3. Ajuster la gouvernance et les moyens.

- La gestion consensuelle montre ses limites et ne permet pas une gestion rapide du changement.
- Les instances de pilotage des formations ne disposent pas de moyens financiers suffisants pour mener à bien leurs tâches.

4.2.4. Repositionner l'offre de formation dans une vision claire et stratégique

- Pratiquer l'analyse et *benchmark* dans une perspective internationale.
- Les seuls benchmarks dont les experts ont entendu parler sont internes à la FWB.
- Les experts n'ont pas ressenti de volonté particulière des institutions de se montrer compétitives sur le marché européen de la formation des ingénieurs.

- A relever l'exception de Gembloux qui s'est dotée d'une vision et d'une stratégie pour la recherche et pour l'enseignement bien actualisées et profilées sur les besoins actuels et du futur proche.

4.2.5. Redéfinir les ambitions en matière de recrutement et de parts de marché

- S'assurer d'un nombre d'étudiants suffisant.
- Trop de programmes ont des effectifs sous-critiques.
- La proportion d'étudiantes est faible dans la plupart des programmes d'ingénieur civil et peu est fait pour améliorer la situation.
- Accentuer les efforts de recrutement au niveau international.

4.2.6. Définir des référentiels de compétences par programme et les acquis d'apprentissage (AA) de chaque enseignement

- Dans la plupart des établissements, les acquis d'apprentissages sont encore en chantier : une première formulation a été réalisée, mais sous des formes diverses, et n'a pas encore été validée.
- La coordination des acquis d'apprentissages et leur contribution arborescente à l'acquisition des compétences du référentiel du programme ne sont pas opérationnelles.
- Encore peu de prise en compte des acquis d'apprentissage au niveau des étudiants, des enseignants et, par conséquent, des changements pédagogiques et des pratiques d'évaluation.

4.2.7. Adopter-développer une assurance qualité

a. qui prenne en compte toutes les parties prenantes

- Parties prenantes internes (étudiants,

enseignants, assistants, personnel) : les experts ont constaté une bonne prise en compte des parties prenantes internes sur un mode consensuel et participatif, mais qui reste insuffisant sur le plan formel et quantitatif en matière d'assurance qualité ;

- Parties prenantes externes (diplômés, employeurs, collectivités publiques, associations et corporations professionnelles concernées) : les experts ont pris la mesure d'une certaine prise en compte informelle de parties prenantes externes *via* des activités en partenariat avec des entreprises. Mais cela reste bien insuffisant au regard de ce qui est requis par une assurance qualité.

b. qui fixe des priorités et des délais et attribue des responsabilités dans les actions à entreprendre

Des réformes ont été conduites dans la plupart des institutions, notamment suite au décret de Bologne, mais les experts n'ont pas vu suffisamment de plans d'actions planifiés et pilotés pour atteindre des objectifs définis et mesurables.

c. qui évalue et enquête de manière formelle et périodique auprès des parties prenantes

- Évaluation des enseignements : il y a une pratique d'évaluation systématique des enseignements dans chacune des institutions, mais seuls le doyen et l'enseignant en ont les résultats et ces derniers ne sont utilisés qu'à des fins administratives de nomination ou de promotion. Les experts ont constaté un déficit chronique et général de retour aux étudiants et aux directeurs de programme sur les évaluations des enseignements qui les concernent.
- Évaluation des programmes : des évaluations des programmes ont été menées dans certaines institutions mais la

pratique n'est pas généralisée ni forcément périodique ; les points faibles identifiés ne font pas souvent l'objet d'actions d'amélioration.

- Enquêtes auprès des diplômés : peu d'institutions enquêtent directement auprès de leurs diplômés.
- Consultation des employeurs : la consultation la plus fréquente est celle de l'*advisory board* de l'institution (quand il existe), mais les experts n'ont pas identifié des *advisory boards* par domaine.

d. qui inscrit et articule les actions dans une démarche d'amélioration continue

Une démarche qui s'appuierait sur les principes de la roue de Deming : planification ; mise en œuvre ; mesure des effets ; régulation.

La gouvernance et le pilotage semblent plutôt préoccupés par le maintien des acquis dans une ambiance conviviale et consensuelle que par une démarche de positionnement stratégique et d'amélioration continue de la qualité. Des décisions importantes ne sont souvent pas prises lorsqu'elles nécessitent l'affirmation d'une volonté de gouvernance forte.

e. qui se base sur un tableau de bord d'indicateurs

De nombreuses données n'ont pas pu être fournies aux experts, telles que l'analyse par cohorte des parcours d'études des étudiants (abandons, échecs, redoublement, durée effective des études, etc.), le programme horaire hebdomadaire des cours, la charge de travail effective des étudiants, etc.

f. qui s'appuie sur une analyse de l'emploi et du marché de l'emploi des diplômés

La pratique la plus fréquente se base sur l'enquête générale de la FABI, mais celle-ci présente l'inconvénient de fournir des données

concaténées qui ne sont pas spécifiques à l'institution et à ses programmes. Ainsi, la plupart des institutions ne procèdent pas au suivi de l'emploi de leurs diplômés, ni à une analyse de ce marché auprès des entreprises.

4.2.8. Dynamiser la pédagogie de manière à favoriser l'acquisition des apprentissages des étudiants requis par les nouveaux besoins de compétences

- Il ne s'agit pas tant d'introduire de nouveaux enseignements que d'y intégrer des activités pédagogiques propices à l'acquisition des apprentissages visés et à la validation de leur acquisition par les étudiants.
- La vérification des apprentissages visés va induire des changements dans les pratiques d'évaluation des acquis des étudiants.

4.2.9. Accentuer l'ouverture

Ce champ d'action découle de la mise en œuvre de l'assurance qualité, mais le comité d'experts a souhaité en faire un champ clé :

- a. Développer les compétences en langues ;
- b. S'ouvrir plus largement aux collaborations avec les parties prenantes externes ;
- c. Assurer à/exiger de tous les étudiants pendant leurs études un minimum d'expérience :
 - en entreprise (stage et/ou travail de fin d'études),
 - à l'étranger (international) ; séjour Erasmus et/ou travail de fin d'études ;
- d. Concevoir une stratégie de politique internationale et mettre sur pied des structures facultaires aptes à la déployer ;
- e. Dédier plus d'attention aux recrutements d'enseignants-chercheurs internationaux ;
- f. Porter plus d'attention au recrutement de jeunes étudiantes et d'enseignantes chercheuses (pour les filières d'ingénieur civil tout particulièrement) ;
- g. Favoriser les collaborations avec les communautés locales ;

- h. Profiter du rôle central que joue Bruxelles, capitale de l'Europe, pour se positionner internationalement ;
- i. Développer la formation continue.

laboratoires qui ne respectent pas les impératifs basiques de sécurité.

4.2.10. Mobiliser, former, soutenir et valoriser les enseignants

- De nombreux enseignants ont exprimé leur besoin de conseils avisés et personnalisés pour pouvoir tirer profit des évaluations de leurs enseignements, dont ils ne reçoivent en général que des résultats bruts et bien souvent difficiles à interpréter avec de nombreux commentaires contradictoires des étudiants.
- Des groupes d'enseignants se sont beaucoup investis dans des réformes et des projets pédagogiques, mais dans les nominations et promotions, c'est essentiellement la recherche qui prime.
- Des unités centrales de pédagogies sont certes en place dans la plupart des institutions, mais de nombreux enseignants les ressentent comme étant assez éloignées de leurs préoccupations. La situation est par contre très probante quand une unité pédagogique de proximité a été mise en place et les soutient dans leurs projets et leurs enseignements.

4.2.11. Dégager les ressources *ad hoc*

- Dans la plupart des institutions les ressources en locaux, bibliothèques, infrastructures informatiques et plateforme numérique pour l'enseignement sont adéquates.
- Certaines filières n'ont quasiment pas de ressources propres et sont fragilisées par leur dépendance vis-à-vis d'autres facultés qui ne les soutiennent qu'à bien plaisir (voire elles ne sont pas encouragées à perdurer).
- Localement, les experts ont rencontré des problèmes de vétusté et d'inadéquation de certains locaux et équipement de

Tableau récapitulatif des champs d'action clés

Champs d'actions clés	Destinataire(s) du champ d'action clé			
	Enseignants	Directions d'établissements	PO et /ou Gouvernement de la CF	AEQES
1. Réviser les contraintes réglementaires				
2. Ajuster la gouvernance et les moyens				
3. Envisager étudier les possibilités de regroupements, collaboration et synergies entre établissements et programmes voisins de la FWB				
4. Repositionner l'offre de formation dans une vision claire et stratégique				
5. Redéfinir ses ambitions en matière de bassin de recrutement et part de marché				
6. Définir des référentiels de compétences par programme et les acquis d'apprentissage de chaque enseignement				
7. Adopter-développer une assurance qualité				
8. Dynamiser la pédagogie de manière à favoriser l'acquisition des apprentissages des étudiants requis par les nouveaux besoins de compétences				
9. Accentuer l'ouverture				
10. Mobiliser former, soutenir et valoriser les enseignants				
11. Dégager les ressources <i>ad hoc</i>				

Tableau récapitulatif de l'ensemble des recommandations

N°	Page	Intitulé de la recommandation	Destinataire(s) de la recommandation			
			Enseignants	Directions d'établissements	PO et /ou Gouvernement de la CF	AEQES
Recommandations communes à toutes les formations évaluées						
1	p. 9	Amender l'interdiction de publier certaines données statistiques dans les rapports d'évaluation et constituer, à l'échelle de la FWB, une batterie de données académiques et statistiques établies en consultation étroite avec les autres types d'enseignement supérieur et permettant des analyses comparatives				
2	p. 22	Poursuivre et compléter la mutation de l'enseignement qui découle des modifications de l'environnement de la formation d'ingénieur				
3	p. 23	Poursuivre l'ouverture internationale				
4	p. 24	Expliciter les éléments relatifs à la responsabilité sociétale au sein des programmes et des cours				
5	p. 24	Mettre en œuvre une réflexion commune entre les facultés de technologie de la FWB pour mutualiser les moyens, voire répartir les disciplines entre les facultés				
6	p. 25	Etendre l'offre de formation continue				
7	p. 27	Trouver un équilibre entre les exigences de la mission académique des universités (au sens humboldtien du terme) et leurs missions d'employabilité des diplômés, de contribution au développement économique national, et, désormais, de contribution à la solution des problèmes planétaires				
8	p. 30	Compléter les missions par les objectifs propres de chaque université et par les aspects génériques de la profession				
9	p. 31	Initier une meilleure coordination entre les autorités politiques de la FWB et les facultés, concernant l'intitulé des diplômes, mais aussi pour ce qui est des filières afin d'éviter les effectifs sous-critiques				
10	pp. 31-32	Mettre sur pied une politique de promotion et d'égalité des chances à l'échelle de la FWB pour accroître la part de jeunes femmes au sein des cohortes d'étudiant-e-s, tout particulièrement pour les filières d'ingénieur civil				
11	p. 33	Développer une approche plus formelle du profil de				

		l'ingénieur dans les textes légaux afin de permettre à la commission de la FWB délivrant les autorisations d'enseigner un cursus d'ingénieur de baser son jugement avec plus de transparence tout en différenciant clairement les profils d'ingénieur civil ou bioingénieur et d'ingénieur industriel				
12	p. 34	Poursuivre la définition et l'adoption des objectifs globaux de formation et de conduite du changement				
13	p. 35	Revoir le pilotage des formations d'ingénieur en développant plus avant l'autonomie des facultés qui fourniraient, en contrepartie, un <i>reporting</i> régulier et adéquat aux décideurs politiques de la FWB				
14	p. 35	Modifier la gouvernance des facultés, notamment si celles-ci font le choix d'une politique d'ouverture internationale, d'ouverture à leur environnement économique et social et d'amélioration continue selon les standards européens				
15	p. 36	Renforcer le rôle d'organe de proposition de la conférence des doyens de faculté d'ingénierie de la FWB à l'intention des dirigeants politiques pour le futur de la formation des ingénieurs civils et bioingénieurs				
16	p. 36	Mener une analyse des domaines d'excellence de chaque faculté pour proposer par exemple des diplômes communs multi-sites, des options spécialisées ouvertes aux étudiants de plusieurs facultés, des cycles préparatoires coordonnés, des formations continues, etc.				
17	p. 36	Pratiquer toute synergie utile en matière de mutualisations des outils de gestion académique et administrative				
18	p. 37	Rééquilibrer les capacités de pilotage de la recherche et de l'enseignement : les unités en charge de la création et de la gestion de programmes doivent disposer de leviers et de moyens en quantité suffisante				
19	p. 37	Affiner les objectifs, les processus et les méthodes dans le cadre d'un processus d'amélioration continue (roue de Deming)				
20	p. 38	Poursuivre le développement de l'approche par compétences en décrivant de manière plus fine les acquis d'apprentissage des formations, voire les compétences selon la grille EUR-ACE. Formuler le contenu des enseignements sous forme d'acquis d'apprentissage, en utilisant par exemple la taxonomie de Bloom. Relier les acquis d'apprentissage des unités d'enseignement à ceux des programmes. Evaluer les aptitudes acquises par les étudiants selon				

		la grille des acquis d'apprentissage.				
21	p. 39	Mettre sur pied des indicateurs robustes et consensuels de statistique académique, dont le calcul soit le même pour toutes les facultés d'ingénierie de la FWB				
22	p. 39	Trouver des mesures remédiatrices adéquates au taux d'échec de première année de bachelier				
23	p. 39	Analyser plus avant l'impact des mesures d'appui et d'aide à la réussite afin d'augmenter leur efficacité				
24	p. 40	Mieux valoriser les évaluations des enseignements				
25	p. 41	Concevoir les évaluations de programmes de manière à ce que les actions correctives puissent être définies et mises en œuvre				
26	p. 42	Prévoir un meilleur retour par les enseignants des évaluations des enseignements auprès des étudiants				
27	p. 42	Mettre sur pied un soutien pédagogique de proximité à l'intention des enseignants				
28	p. 42	Mettre en place un processus <i>ad hoc</i> qui recueille formellement les avis des diplômés et assure leur traitement, ainsi que le suivi de leur mise en œuvre, mais aussi un retour aux associations de diplômés				
29	p. 43	Mettre en place un processus <i>ad hoc</i> qui recueille formellement les avis des milieux de l'emploi et assure leur traitement, ainsi que le suivi de leur mise en œuvre, mais aussi un retour auprès de ceux-ci				
30	p. 44	Revoir les équilibres entre formation théorique et pratique (travaux de laboratoire notamment) aussi bien pour les formations de bachelier que pour les formations de master				
31	pp. 45-46	Intégrer de manière plus prononcée les compétences transversales dans la formation, en profitant de la mise en œuvre des acquis d'apprentissage				
32	p. 46	Porter plus d'attention à l'acquisition et à la validation des compétences transférables dans les filières de formation d'ingénieur, en y associant les représentants des entreprises				
33	p. 47	Développer l'ouverture internationale du recrutement des enseignants-chercheurs				
34	p. 47	Améliorer l'accès à des postes de professeurs par des femmes, notamment pour les filières d'ingénieur civil				
35	p. 48	Donner au doyen de faculté plus de moyens humains et financiers pour piloter les programmes de formation				
36	p. 48	Porter plus d'attention aux laboratoires d'enseignement, ne serait-ce que pour augmenter la motivation des étudiants à l'expérimentation				
37	p. 48	Porter une plus grande attention à la sécurité des installations expérimentales				

38	p. 49	Généraliser les cours de master en anglais			
39	p. 50	Favoriser la mobilité horizontale des étudiants de la FWB			
40	p. 50	Initier une mise en réseau étroite des facultés d'ingénieur civil et de bioingénieurs de la FWB et la constitution d'une structure et d'une image communes			
41	p. 51	Formuler une politique internationale claire et lisible, s'accompagnant de la mise en place de structures responsables propres à chaque faculté			
42	p. 52	Développer davantage de partenariats avec les communautés locales afin d'accentuer la visibilité des facultés d'ingénierie de la FWB			
43	p. 52	Mettre sur pied une collaboration entre les facultés d'ingénierie de la FWB pour élaborer un programme intégré de formation continue en intégrant les potentialités des MOOCs			
44	p. 52	Développer la gestion de parcs locatifs étudiants par les universités pour obtenir un label de qualité garantissant des conditions de vie adéquates et un plafonnement des loyers			
45	p. 53	Développer les activités sportives <i>via</i> la création, le sponsoring ou la location d'infrastructures et d'encadrants de qualité			
46	p. 53	Formaliser le processus de financement des associations étudiantes par l'université, sur projet, afin de développer une stratégie de vie étudiante			
47	p. 53	Généraliser la mise en place d'une charte de la vie associative (y compris la formation des associatifs en début de mandat)			
48	p. 53	Développer la valorisation de l'engagement étudiant (par exemple : évaluation donnant droit à ECTS, statut privilégié permettant la justification d'absences, aménagement de scolarité permettant le report d'examens ou d'enseignements)			
49	p. 53	Inciter à la création d'un réseau de diplômés bioingénieurs à l'échelle de la FWB			
50	p. 53	Mettre plus d'accent sur les relations des facultés avec leurs anciens et développer sensiblement les associations de diplômés <i>via</i> , par exemple, une convention annuelle de coopération, comprenant objectifs et moyens, signée entre l'association et l'établissement			
51	p. 54	Proposer des formations aux élus étudiants en début de mandat			
52	p. 54	Promouvoir le rôle des élus étudiants			
53	p. 54	Introduire systématiquement un point consacré à la vie étudiante dans les conseils stratégiques			

54	p. 55	Mettre en place les instruments statistiques de suivi d'insertion professionnelle des diplômés qui, avec le référentiel métier, servira de matière pour l'observatoire métier de chaque spécialisation				
55	p. 56	Accentuer l'approche interdisciplinaire dans des projets de groupe au sein des institutions concernées de la FWB				
56	p. 57	Accentuer l'approche interdisciplinaire dans des projets de groupe				
57	p. 57	Mettre plus d'accent sur l'acquisition de compétences génériques telles que la gestion de projet, la gestion des équipes et la communication dans les formations d'ingénieur de la FWB				

Recommandation adressée au master ingénieur civil architecte <i>master in architecture and engineering</i>						
58	p. 65	Prendre plus en compte les exigences du développement durable, pour ouvrir la formation en amont sur la recherche, en aval sur la profession, et de lui donner des moyens à la hauteur de son contenu pédagogique (dont la qualité est avérée)				
Recommandations adressées au master ingénieur civil biomédical						
59	p. 67	Augmenter la présence des entreprises de l'ingénierie biomédicale dans le programme d'études et encourager ces interactions				
60	p. 67	Développer le génie biomédical en améliorant sa perception en interne				
61	p. 67	Intensifier les collaborations avec d'autres facultés de sciences appliquées				
62	p. 67	Valoriser la formation par une meilleure communication vers l'extérieur				
Recommandations adressées au master ingénieur civil en chimie et sciences des matériaux <i>master in chemical and materials engineering</i>						
63	p. 69	Mettre les étudiants en situation réelle d'acquisition des compétences, par exemple par l'organisation de stages obligatoires en entreprises, et associer davantage les entreprises à la gouvernance du programme				
64	p. 69	Consolider les effectifs par la promotion des formations et les regroupements en tirant parti des résultats déjà atteints dans ce sens				
65	p. 69	Développer l'ouverture à l'international et les projets multidisciplinaires				
Recommandations adressées au master ingénieur civil des constructions <i>master civil engineering</i>						
66	p. 71	Poursuivre l'exercice de définition des compétences des diplômés et de la finalité de la formation dans le contexte d'une coexistence entre ingénieurs civils des constructions et ingénieurs industriel des constructions				
67	p. 71	Intégrer le concept de développement durable dans la formation				
Recommandation adressée au master ingénieur civil électricien						
68	pp. 72-73	Développer, dans chaque faculté, en relation avec le domaine d'excellence en recherche, un programme de master ingénieur civil électricien avec un positionnement spécifique, c'est-à-dire une finalité claire et bien identifiée, et mieux communiquer vers l'extérieur				

Recommandations adressées au master ingénieur civil en informatique / master ingénieur civil en informatique et gestion						
69	p. 75	Capitaliser sur la formation d'ingénieur polyvalent en mettant en avant une double « spécialisation » (informatique + une autre technique)				
70	p. 75	Se distinguer plus clairement des cursus master en informatique				
Recommandations adressées au master ingénieur civil en mathématiques appliquées						
71	p. 77	Renforcer (créer) la composante « ingénieur » du diplôme, qui s'apparente actuellement à un master académique de <i>computational mathematics</i>				
72	p. 77	Définir les objectifs de formation en informatique				
73	p. 77	Prendre en compte l'élargissement des champs d'application et des outils				
Recommandation adressée aux masters ingénieur civil mécanicien, électromécanicien et en aérospatiale						
74	p. 79	Accentuer la coopération entre institutions, aussi bien au sein de la FWB que sur le plan national et international				
Recommandations adressées au master ingénieur civil des mines et géologue						
75	p. 81	Améliorer la visibilité et la communication sur ces formations				
76	p. 81	Apporter un soutien financier aux sorties de terrain et stages géologiques d'importance vitale pour ces formations				
Recommandations adressées au master ingénieur civil physicien						
77	p. 83	Mieux structurer les masters ingénieur civil physicien dans deux des trois facultés / écoles visitées				
78	p. 83	Rendre visibles les atouts de la formation auprès des futurs étudiants, des employeurs et du grand public en général				
79	p. 83	Renforcer la formation au métier de l'ingénieur et aux compétences transversales				
Recommandations adressées au master bioingénieur : chimie et bioindustrie						
80	p. 85	Augmenter significativement la part relative des enseignements concrets dans la pédagogie (projet, stage, sciences humaines, économiques et sociales, langues, etc.)				
81	p. 85	Mettre en place une structure de concertation avec le monde des employeurs				
82	p. 85	Simplifier l'offre de la formation				
Recommandations adressées au master bioingénieur : sciences agronomiques						
83	p. 87	Examiner la place à consacrer aux questions et disciplines émergentes : agro-écologie ; agronomie dans les espaces urbains et périurbains ; relations entre les pratiques agricoles, la qualité des aliments				

		produits et la santé ; santé et environnement, éco-toxicologie ; etc.				
84	p. 87	Repenser les relations avec les autres composantes de chacune des universités, afin de faciliter le développement de synergies pour mutualiser certains enseignements entre filières bioingénieur et accéder, au-delà, à de nouvelles ressources (enseignements susceptibles d'être introduits, appui en ingénierie pédagogique, etc.)				
Recommandation adressée au master bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement						
85	p. 89	Améliorer la visibilité de cette filière au sein du diplôme de bioingénieur et préciser son positionnement stratégique par rapport à des diplômés en sciences naturelles, notamment en établissant et en divulguant un référentiel de compétences				
Recommandations adressées au master bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels						
86	p. 91	Mutualiser les cours, les travaux pratiques et les options au bénéfice des étudiants et des enseignants des facultés proches				
87	p. 91	Estomper le clivage agriculture/forêt à court terme pour assurer le développement durable de l'agriculture qui a besoin du support de l'arbre. Une formation à l'agroforesterie des bioingénieurs assurerait cette (r)évolution				
88	p. 91	Introduire un cours d'intégration des notions de développement durable, couplé à un travail de fin d'études véritablement multidisciplinaire				
89	p. 91	Développer des partenariats avec le Nord de l'Europe				

Annexes

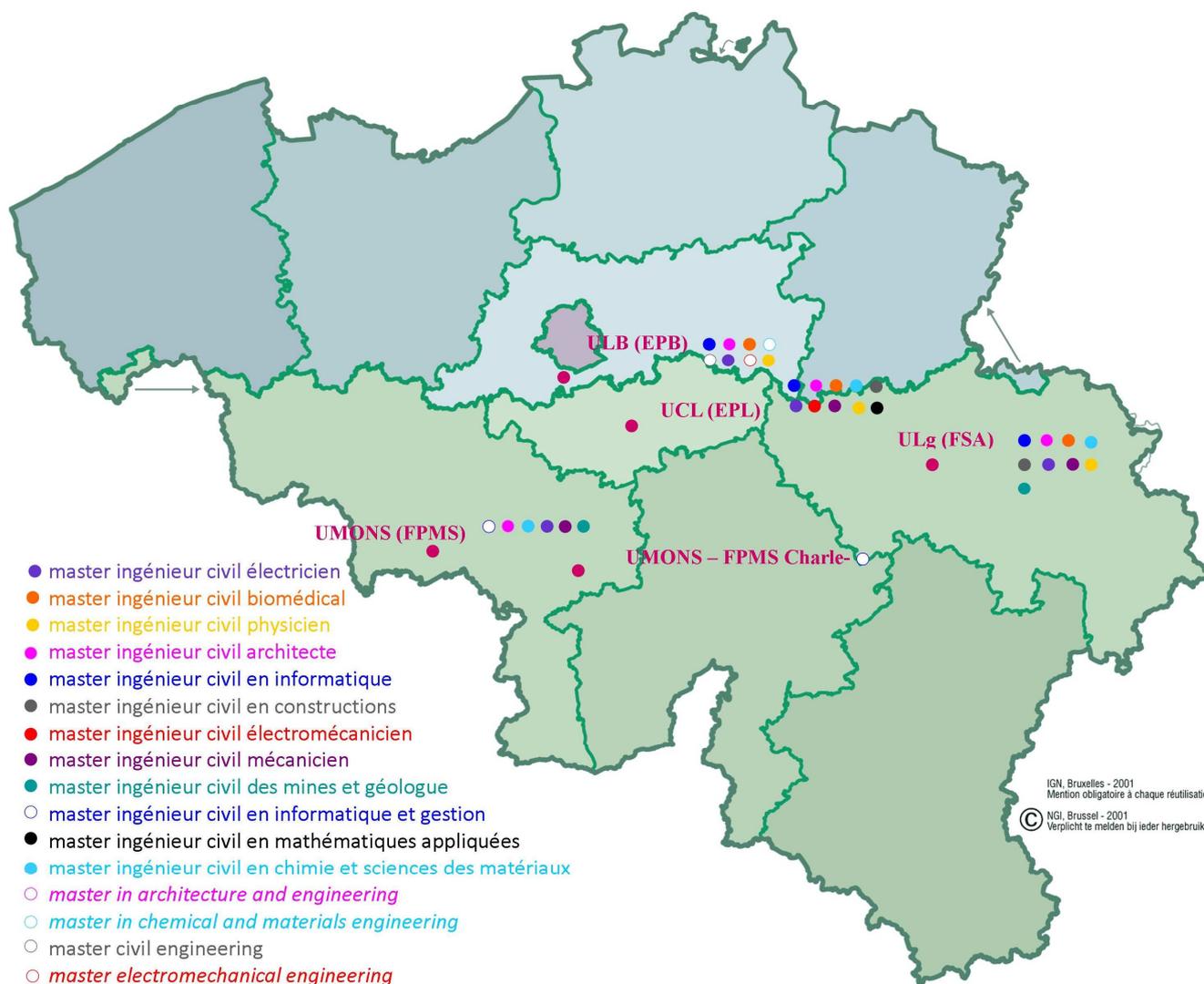
Annexe 1 : répartition géographique des établissements dispensant les bacheliers en science de l'ingénieur orientation ingénieur civil et en sciences de l'ingénieur orientation ingénieur civil architecte en Fédération Wallonie-Bruxelles



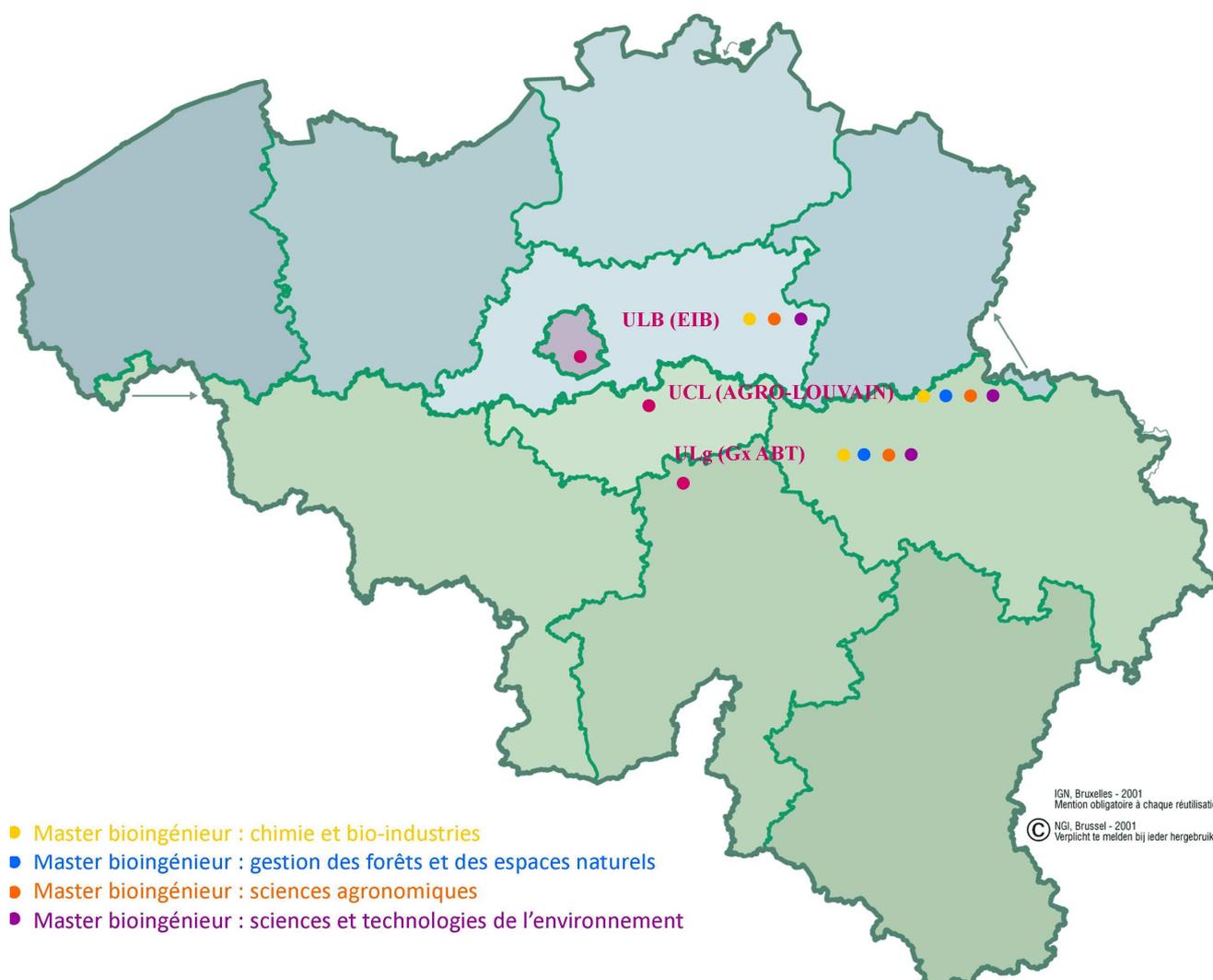
Annexe 2 : répartition géographique des établissements dispensant les bacheliers en sciences de l'ingénieur orientation Bioingénieur en Fédération Wallonie-Bruxelles



Annexe 3 : répartition géographique des établissements dispensant les masters Ingénieur civil en Fédération Wallonie-Bruxelles



Annexe 4 : répartition géographique des établissements dispensant les masters Bioingénieur en Fédération Wallonie-Bruxelles



Annexe 5 : Référentiel d'évaluation intégré AEQES-CTI

Collaboration AEQES – CTI : référentiel intégré pour l'évaluation des cursus Ingénieur civil et Bioingénieur (2012-2013)

Référentiel AEQES	Référentiel CTI
<ol style="list-style-type: none"> 1 Cadre institutionnel et gouvernance 2 Structure et finalités des programmes d'études 3 Destinataires des programmes d'études 4 Ressources mises à disposition 5 Relations extérieures 6 Analyse et plan stratégique 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Mission et organisation 2 Ouverture et partenariats 3 Recrutement des élèves ingénieurs 4 Formation des élèves ingénieurs 5 Emploi des ingénieurs diplômés 6 Démarche qualité



Référentiel AEQES – CTI intégré en 9 champs d'évaluation

Recommandation préalable : *il est vivement conseillé de rédiger le rapport dans un style plus analytique que descriptif: chaque item du canevas devrait – là où cela s'avère pertinent – comporter trois éléments : description, évaluation et action (voir guide du coordonnateur AEQES page 8)*

<p>1. Le cadre institutionnel et la gouvernance</p>	<p>1.1. Présentation de l'institution Cette présentation inclut l'identité juridique, l'identité physique et la structuration géographique de l'institution et de son entité évaluée. Elle décrit et analyse le projet d'établissement, le <i>mission statement</i> de l'institution, son autonomie et sa maîtrise de moyens ainsi que la politique de regroupement et/ou de collaboration entre les différentes composantes, de mutualisation des ressources. Cette rubrique décrit et analyse l'organisation interne de l'institution (rôle et fonctionnement des organes de consultation et de décision) et présente une cartographie des formations organisées par l'institution et le nombre d'étudiants qui y sont inscrits. <i>Annexes :</i> <i>Population étudiante en FWB, dans l'institution, dans le cursus</i> Bilan des réalisations (rapport d'activités)</p> <p>1.2. Organisation et situation de la faculté Il s'agit de décrire et d'analyser le positionnement stratégique (<i>mission statement</i>) de la faculté. Cette rubrique inclut la description et l'analyse de son organisation interne (équipe de direction, mode de gestion et système d'information) ainsi que le fonctionnement des instances de concertation et de décision (participation des principales parties prenantes aux instances décisionnelles et consultatives).</p> <p>1.3. Image, notoriété et communication de la faculté Les dimensions « Image, notoriété et attractivité » sont décrites et analysées tant en interne, pour les enseignants et les étudiants, qu'en externe. La politique de communication interne et externe de la faculté fait également l'objet d'une analyse.</p>
--	--

	<p><i>Annexes :</i> <i>Organigramme</i> <i>Nombre d'étudiants (globaux, première génération, répétant,...) par année d'études et par orientation, option ou spécialisation</i></p>
<p>2. Démarche qualité et amélioration continue</p>	<p>2.1. <u>Politique de la démarche qualité</u> La présentation de la politique de démarche qualité précise et commente l'ancrage de la démarche qualité de la faculté dans la démarche qualité de l'institution et l'appui des services centraux de l'institution. Elle explique comment est mise en œuvre l'amélioration continue, quel est son impact, sa rigueur et sa transparence. Elle évalue le caractère participatif de la démarche (implication de chacune des principales parties prenantes dans la démarche qualité) et comment la satisfaction de chacune des parties prenantes est prise en compte.</p> <p>2.2. <u>Management interne de la qualité dans le cadre de l'évaluation du cursus</u> Décrire et analyser l'organisation et la mission de la commission d'évaluation interne du cursus ainsi que les procédures d'autoévaluation et les outils utilisés.</p> <p>2.3. <u>Autres évaluations et certifications externes (institutionnel + facultaire)</u> En fonction de leur pertinence pour la présente évaluation, reprendre et commenter les résultats d'évaluations éventuellement menées par d'autres organismes d'évaluation et les certifications (ISO, EFQM, etc.) passées et récentes.</p>
<p>3. Structure et finalités des programmes d'études évalués</p>	<p>3.1. <u>Objectifs généraux et spécifiques</u> Définir et évaluer les objectifs généraux et spécifiques de la (des) formation(s) concernée(s) par rapport à la mission et objectifs globaux de l'institution. Il convient de décrire et de commenter les compétences attendues. Celles-ci incluent [en référence aux critères EURACE] :</p> <ul style="list-style-type: none"> Connaissance et compréhension approfondie y compris transversales d'un large champ de sciences fondamentales Connaissance, compréhension des sciences et techniques liées au domaine ou à la spécialité technique Capacité à étudier et résoudre les problèmes en s'appuyant sur les sciences et techniques de l'ingénieur Capacité à concevoir des solutions scientifiques et techniques permettant de définir des produits, systèmes et services Capacité à innover et à entreprendre des recherches Capacité à mettre en œuvre des solutions scientifiques et technologiques Connaissances économiques et sociales et leur compréhension Connaissance et compréhension des problématiques, stratégies et management des entreprises Capacité à assumer des responsabilités en entreprise Capacités personnelles Adaptation culturelle et internationale Compréhension et respect des valeurs sociétales Prise en considération d'avoir à maintenir et développer leurs compétences <p>Examiner comment sont vérifiées les modalités d'explicitation et de diffusion de l'information auprès des intéressés ; décrire et évaluer la communication [des objectifs de formation] vis-à-vis des étudiants, des futurs étudiants et des personnels.</p> <p>3.2. <u>Les programmes</u> Décrire et commenter la procédure de conception du programme en fonction des objectifs. Expliquer et analyser l'articulation du programme en termes de connaissances de base, connaissances spécialisées, compétences personnelles transférables ; analyser et commenter le contenu de la formation [en référence aux critères EURACE] :</p> <ul style="list-style-type: none"> Équilibre des programmes Sciences de base Sciences et techniques spécifiques de la spécialité, existence de dominantes Sciences de l'ingénieur : Mathématiques appliquées et statistiques Sciences de l'ingénieur : TIC et Informatique

	<p>Savoir-faire comportementaux/développement personnel Gestion de projets Sciences économiques et sociales et juridiques Esprit d'innovation et entrepreneuriat Culture internationale et maîtrise des langues (dont niveau d'anglais et néerlandais) Développement durable, environnement, maîtrise du risque Décrire et analyser la manière dont le programme s'inscrit dans l'espace européen de l'enseignement supérieur (cf. décret du 31 mars 2004)</p> <p>3.3. <u>Approche pédagogique et encouragement à l'apprentissage autonome et permanent (APP)</u> Décrire les approches pédagogiques utilisées dans un but d'encouragement à l'apprentissage autonome et permanent (sens du concret (équilibre théorique/pratique/innovation/projet), équilibre temps en présentiel/travail collectif/travail personnel, ingénierie et innovations pédagogiques des enseignements).</p> <p>3.4. <u>Attitude de l'entité à l'égard de l'évaluation des étudiants</u> Décrire les méthodes et fréquence des évaluations, de la pertinence du système d'évaluation par rapport aux objectifs du programme ; des informations transmises aux étudiants à propos des évaluations.</p> <p>3.5. Dans les entités concernées : objectifs pédagogiques et insertion dans la formation du ou <u>des stages</u> (obligatoires ou recommandés) ou séjours à l'étranger ; organisation, suivi et évaluation. Décrire et analyser la place des stages dans la formation, le suivi des stages en entreprise. Aborder l'évaluation de stage ainsi que la prise en compte des connaissances et des compétences acquises en entreprise.</p> <p>3.6. Objectifs pédagogiques et insertion dans la formation des <u>projets de fin d'études et rapports, mémoires</u> (organisation suivi et évaluation).</p> <p>3.7. <u>Evaluation des programmes et des enseignements</u> (modalités, périodicité, etc.) → par les étudiants → par les diplômés, les employeurs → impact de cette évaluation sur l'élaboration et l'adaptation des programmes</p> <p>3.8. <u>Conditions de vie et d'étude des étudiants</u> : facilités matérielles, qualité de vie, ...</p>
<p>4. Information et suivi pédagogique</p>	<p>4.1. <u>Organisation et méthodes d'admission des étudiants ingénieurs</u> Présentation et analyse du cadre légal et des objectifs institutionnels en matière d'admission des étudiants, suivi de la présentation et de l'analyse de l'organisation et du fonctionnement de l'admission des étudiants ingénieurs.</p> <p>4.2. <u>Filières d'admission des étudiants ingénieurs</u> A aborder : - Admissions en 1er cycle par examen spécial d'admission - Admissions en 2e cycle a. Cas général⁵⁷ b. Etudiants étrangers⁵⁸ c. Autres cas particuliers⁵⁹ - Conditions d'admission des étudiants étrangers</p> <p>4.3. <u>Typologie des admissions des étudiants ingénieurs</u> A aborder : - L'origine géographique des étudiants - L'origine par genre des étudiants - L'origine sociale des étudiants</p>

⁵⁷ Etudiants titulaires d'un titre de bachelier correspondant de la Communauté française

⁵⁸ Etudiants titulaires de diplômes étrangers

⁵⁹ Bacheliers non correspondants, passerelles et VAE

	<p>- Autres diversifications des admissions</p> <p><i>Annexes :</i> <i>Informations quantitatives quant à l'admission, aux conditions d'accès, aux caractéristiques sociodémographiques des promotions entrantes</i> <i>Analyse quantitative des filières d'études (embranchement, passerelles, réorientations,..)</i> <i>Informations quantitatives sur l'accueil et l'intégration des étudiants : nouveaux étudiants, étudiants étrangers, handicapés, avec enfants,...</i></p> <p>4.4. <u>Le cas échéant, décrire et commenter les cours ou activités préparatoires à la première année et leur taux de participation</u></p> <p>4.5. <u>Modalités d'information</u> sur les différentes étapes du cursus, sur les orientations, options, cours à option,...</p> <p>4.6. <u>Promotion de la réussite</u> (monitorat, suivi individuel, remédiation, réorientation et taux de participation)</p> <p><i>Annexes :</i> <i>Taux de réussite aux examens par année d'études et par orientation</i> <i>Durée moyenne des études</i> <i>Taux des diplômés</i></p>
<p>5. Articulation et lien du programme entre la recherche et l'enseignement</p>	<p>5.1. <u>Politique et mise en œuvre de recherche de la faculté</u> Décrire les principaux thèmes de recherche (typologie) et analyser leur impact sur le programme d'enseignement. Dans cette même optique, aborder la place et les impacts de la formation doctorale, des laboratoires propres ainsi que des partenariats (recherche associée, contractuelle). Aborder également la place de l'innovation, de la valorisation et du transfert technologique au sein de la faculté.</p> <p>5.2. <u>Résultats et évaluation de la recherche</u></p> <p>5.3. <u>Impact sur la formation</u> (Diffusion de la culture scientifique)</p>
<p>6. Ancrage avec l'entreprise et emploi des ingénieurs diplômés</p>	<p>6.1. <u>Ancrage avec l'entreprise</u> Décrire et commenter l'insertion de l'entité au milieu socio-économique.</p> <p>6.1.1. Insertion de l'entité au milieu socio-économique</p> <p>6.1.2. Participation des entreprises et du milieu socio-économique à l'orientation de l'entité et à la conception de la formation</p> <p>6.1.3. Participation des entreprises et du milieu socio-économique à la réalisation de la formation (jury de fin d'études, stages, vacataires)</p> <p>6.1.4. Projets et prestations diverses notamment en recherche et développement</p> <p>6.1.5. Participation financière des entreprises à la formation (chaires d'enseignements, mise à disposition de matériel, etc.)</p> <p>6.2. <u>Observation des métiers</u></p> <p>6.1.1. Analyse des emplois et connaissance des entreprises</p> <p>6.1.2. Référentiel des métiers et des compétences professionnelles</p> <p>6.1.3. Étude prospective des débouchés des diplômés</p> <p>6.3. <u>Evolution générale des carrières</u> (conditions barémiques, typologies de postes occupés, etc.)</p> <p>6.4. <u>Préparation à l'emploi</u></p> <p>6.4.1. Information des élèves</p> <p>6.4.2. Préparation et formation des élèves</p> <p>6.4.3. Moyens de l'école au service de l'emploi</p> <p>6.5. <u>Vie professionnelle</u></p> <p>6.5.1. Dynamisme des anciens élèves</p> <p>6.5.2. Évolution des carrières des diplômés</p> <p><i>Annexes :</i></p>

	<p><i>Débouchés par diplômés, par type de formation (secteurs, qualité de l'emploi, trajectoire de carrières)</i> <i>Informations sur le chômage et le sous-emploi</i> <i>Aide à l'insertion professionnelle fournie par l'établissement</i></p> <p>6.6. <u>Adéquation recrutement /formation/emploi</u> 6.6.1. Cohérence emploi/objectifs de formation de l'école 6.6.2. Cohérence emploi/recrutement/formation 6.6.3. Satisfaction des employeurs (entreprises, collectivités, associations, centres et laboratoires de recherche) 6.6.4. Caractère évolutif de la formation/emploi</p>
<p>7. Les ressources mises à disposition</p>	<p>7.1. <u>Personnel et gestion des ressources humaines</u> 7.1.1. Politique de recrutement a. Personnel académique et scientifique b. Personnel administratif et technique 7.1.2. Gestion des ressources humaines et des compétences : formation pédagogique, formation à la recherche, politique d'évaluation et de promotion, évaluation des charges,... 7.1.3. Climat de travail et développement de carrière 7.1.4. Incidences des évaluations de la qualité des enseignements sur la politique du personnel <i>Annexes :</i> <i>Données quantitatives et qualitatives par discipline, orientation, ... ; répartition adéquate des compétences scientifiques et techniques disponibles ; personnel à temps plein, temps partiel, collaborateurs extérieurs ; ratio étudiants/ETP enseignants académiques et scientifiques (taux d'encadrement) ; collaboration entre institutions, facultés, département ; structure par âge et par sexe</i></p> <p>7.2. <u>Ressources et équipements</u> 7.2.1. Budgets de fonctionnement et d'investissement 7.2.2. Adéquation des budgets de fonctionnement et d'investissement 7.2.3. Locaux de cours, laboratoires, bibliothèque, infrastructure informatique et équipement,... 7.2.4. Outils pédagogiques</p>
<p>8. Relations extérieures et Service à la collectivité</p>	<p>8.1. <u>Ancrage européen et international</u> 8.1.1. Stratégie et organisation de l'internationalisation de la faculté 8.1.2. Les séjours des étudiants hors Communauté française 8.1.3. Mobilité des académiques et des scientifiques 8.1.4. L'accueil des étudiants et des enseignants européens et étrangers 8.1.5. Cursus bi diplômants, diplômes conjoints 8.1.6. Les réseaux européens et internationaux</p> <p>8.2. <u>Ancrage national et dans la Communauté française</u> 8.2.1. Stratégie globale 8.2.2. Relations avec les autorités de tutelle (PO, MCF, etc.) 8.2.3. Participation à des réseaux nationaux et communautaires 8.2.4. Relations et coopération dans l'enseignement supérieur 8.2.5. Relation avec des partenaires divers (entreprises, organismes publics, privés,...)</p> <p>8.3. <u>Ancrage local et régional</u> 8.3.1. Participation au développement économique et à l'aménagement du territoire 8.3.2. Participation à la vie locale (politique de site pour l'enseignement supérieur et la recherche)</p> <p>8.4. <u>Autres services à la collectivité</u> : formation continue, expertises, etc.</p>

9. Analyse et plan d'actions stratégique	9.1. <u>Analyse et plan d'action stratégique</u> 9.1.1. Analyse des forces et faiblesses, opportunités et menaces 9.1.2. Diagnostic de synthèse sur la base de l'analyse SWOT 9.2. <u>Plan d'action</u> : solutions envisagées pour remédier aux faiblesses et dangers identifiés
---	--

Note analytique
rédigée par le Comité de gestion de l'AEQES

Les membres de l'Agence pour l'évaluation de la qualité de l'enseignement supérieur ayant pris connaissance en leur séance du 3 septembre 2013 du rapport rédigé par le comité d'experts qui a réalisé une évaluation externe des quatre universités organisant un cursus d'ingénieur civil et/ou de bioingénieur en Fédération Wallonie-Bruxelles désirent mettre l'accent sur quelques éléments importants qui se dégagent de la lecture des rapports finaux de synthèse et de l'état des lieux rédigés par les experts. Ils désirent attirer l'attention des lecteurs et en particulier des institutions évaluées et du Ministre en charge de l'enseignement supérieur sur les idées fortes de cet exercice d'évaluation et sur les lignes d'action principales qui peuvent s'en dégager. Ils soulignent toutefois les différences sensibles entre institutions qu'a mentionnées le comité des experts dans les rapports finaux de synthèse et ils encouragent le lecteur à se référer à ces rapports en complément de la présente note analytique.

Les spécificités des programmes évalués

Le Comité de gestion souhaite en souligner deux :

- 1 l'ingénieur civil ou le bioingénieur exerce une carrière qui emprunte classiquement deux voies distinctes; d'une part, la carrière d'expert qui conduit des raisonnements techniques pointus avec esprit critique et analytique et pragmatisme et d'autre part, la carrière de manager qui assume des tâches de gestion (équipe, projet...) le confrontant à des questions de management, de gestion financière, de marketing, de communication, de droit des sociétés

et social. La seconde voie intervient souvent après quelques années d'exercice de la première voie. Les formations d'ingénieur doivent donc proposer un fort contenu technique et scientifique tout en y intégrant l'acquisition et l'évaluation de compétences et d'aptitudes complémentaires dans le domaine des sciences humaines, de l'économie, de la gestion de l'entreprise, des langues, etc. (recommandation 2) ;

- 2 la faiblesse des effectifs étudiants dans les programmes d'ingénieur civil peut surprendre compte tenu de la pénurie d'ingénieurs sur le marché de l'emploi (p.31). Ce déficit est l'un des éléments qui n'incitent pas à la mise en œuvre du changement lorsqu'il est nécessaire puisque l'employabilité est garantie (p.55).

Les forces des programmes évalués

Trois forces principales méritent d'être mises en évidence, à savoir :

- 1 les formations sont exigeantes, de niveau très bon voire excellent, selon les experts qui ont recueilli entre autres l'avis de différentes parties prenantes. Le rapport mentionne à plusieurs reprises l'excellence académique reconnue des filières d'ingénieur en Fédération Wallonie-Bruxelles (p.44 principalement) ;
- 2 les facultés et écoles d'ingénieur sont à l'écoute de leurs étudiants (p.41) ; leurs enseignants sont impliqués dans le processus de concertation et s'expriment sans entrave (p.41) ; le mode de gouvernance fondé sur le

consensus génère un climat convivial (p.34) ;

- 3 les facultés évaluées mènent, à des degrés divers, une pédagogie active qui permet d'apprendre à apprendre (p.24). De nombreuses mesures de soutien à la réussite sont mises en œuvre à la satisfaction des étudiants (p.39) bien que les effets n'en soient pas mesurés précisément.

Les points d'amélioration des programmes évalués

Trois éléments sensibles méritent d'être particulièrement mis en exergue :

- 1 la différence entre les ingénieurs civils d'une part et les bioingénieurs d'autre part semble être perçue par les employeurs, les étudiants, les enseignants et même le grand public mais aucun texte réglementaire ne formalise les éléments distinctifs notamment en termes de compétences. Les experts jugent que cela serait utile (recommandation 11 – p.33). Le comité des experts recommande de renforcer la coordination entre les facultés d'ingénierie et le rôle de la conférence des doyens de faculté d'ingénierie (recommandation 15 – p.36). Cette conférence pourrait par exemple proposer un cadre formel de différenciation des formations d'ingénieur. Le comité des experts suggère que soit affinée la définition des objectifs généraux de formation (recommandation 12 – p.34) ;
- 2 l'ouverture à l'international est jugée insuffisante par le comité des experts. De nombreuses recommandations sont formulées : renforcement des

compétences linguistiques en anglais, organisation de cours de master en anglais, exigence de niveau au TOEFL (recommandation 38 – p.49). En outre, le contexte de mondialisation mais aussi les préoccupations environnementales et de développement durable doivent se refléter explicitement dans les formations d'ingénieur qui devront répondre aux enjeux de notre société (recommandations 3 et 4 – pp.23-24) ;

- 3 si le *management* consensuel peut être vu comme un élément de force en termes d'atmosphère de travail, il peut aussi entraver la mise en œuvre de réformes et du changement (p.41). Les experts indiquent que certaines déficiences chroniques identifiées (manque de pratique, manque de lien avec le monde industriel...) sont difficilement suivies d'actions correctives. Selon eux, la gouvernance par consensus est adaptée au maintien des acquis mais pas à la conduite du changement (p.35).

Les enjeux et défis à relever pour les programmes évalués

Les membres de l'Agence pour l'Évaluation de la Qualité de l'Enseignement Supérieur souhaitent mettre en évidence trois éléments qui leur semblent constituer des enjeux et défis pour les cursus d'ingénieurs, à savoir :

- 1 les experts suggèrent d'envisager des collaborations sous différentes formes (des rapprochements aux coordinations des facultés et écoles d'ingénieur) pour mieux utiliser les moyens et mutualiser les ressources notamment (p.92). En même temps, ils proposent que l'autonomie des

facultés et écoles d'ingénierie soit renforcée (p.35) mais que ces dernières soient dotées de structures de coordination fortes. Les domaines d'excellence doivent clairement être identifiés pour pouvoir proposer d'éventuels diplômes communs, des cycles préparatoires coordonnés, des formations continues, des options spécialisées... (R16 – p.36) ;

- 2 la difficulté de disposer de statistiques détaillées et centralisées a surpris les experts (voir notes en bas de toutes les pages des rapports finaux de synthèse). En remarque préliminaire, les experts insistent pour qu'une batterie d'indicateurs statistiques soit réalisée, à l'échelle de la Fédération Wallonie-Bruxelles et en concertation entre l'ensemble des types d'enseignement supérieur (recommandation 1 – p.9). Cette suggestion prioritaire et générale se traduit concrètement dans les besoins apparus lors des exercices d'évaluation des cursus d'ingénieur civil et de bioingénieur : l'utilisation limitée d'indicateurs de flux et de réussite des étudiants ingénieurs (recommandation 21 – p.39), le suivi statistique des diplômés insuffisant pour mesurer l'insertion professionnelle (recommandation 54 – p.55). Les facultés devraient pouvoir fournir aux décideurs politiques un *reporting* régulier (recommandation 13 – p.35) ;
- 3 les besoins en formations courtes existent mais ne sont pas clairement identifiés (p.25). Les évolutions des nouvelles technologies par exemple suscitent des demandes en formation continue. Les experts jugent qu'il existe un potentiel de développement en matière de formation continue (*via*

des programmes intégrés exploitant les MOOCs par exemple – recommandation 43 – p.52).

Les lignes d'action pour l'avenir

Sur la base des recommandations émises par les experts, les membres de l'Agence désirent mettre en évidence deux éléments :

- 1 l'excellence des formations d'ingénieur en Fédération Wallonie-Bruxelles doit être plus visible sur le plan international. L'ouverture à l'international apparaît comme une nécessité impérieuse tout au long des rapports des experts (recommandation 3 – p.23 ; recommandation 40 – p.50). Elle devrait se traduire notamment par un recrutement plus international des enseignants et par une mobilité accrue des étudiants ;
- 2 le respect du développement durable est un autre point important qui doit influencer la conception et la mise en œuvre des formations d'ingénieur : il s'agit de trouver l'équilibre entre les exigences des missions académiques et les missions de contribution sociale (employabilité, contribution au développement économique et social, participation à la préservation environnementale...) (recommandation 7 – p.27).

En règle générale, les experts tiennent à souligner le fait que les réformes en cours supposent plus que jamais un développement des démarches qualité au sein des différentes universités à inscrire dans la durée. Chaque institution devra concevoir et mettre en œuvre un plan de pilotage des actions à mener et s'assurer

que les démarches entreprises sont pérennes. Le Comité de gestion estime que, afin de poursuivre ces démarches de manière optimale, des moyens devront être dégagés.

Les membres de l'Agence,
Fait à Bruxelles en leur séance du 3
septembre 2013.