

La nouvelle structure de la formation d'ingénieur industriel

Dr Ing. P. ANCIAUX

ECAM - Bruxelles

S'adaptant au fil des ans aux nouvelles technologies, la formation d'ingénieur industriel est devenue de plus en plus exigeante. Sur la base d'une enquête menée auprès d'entreprises, les Instituts Supérieurs Industriels ont construit une nouvelle structure de leur enseignement incluant des périodes significatives d'insertion professionnelle.

D'une durée de 5 ans et avec un niveau de Master, cette structure s'intègre parfaitement dans la démarche d'harmonisation européenne de l'enseignement supérieur, le processus de Bologne.

Mots-clés : Formation, Harmonisation européenne, Ingénieur, Ingénieur industriel, Master, Processus de Bologne, Sciences Industrielles

Due to technological evolution, the training course of industrial engineer becomes more and more exigent. Based on an enterprises advice enquiry, the Industrial Higher Institutes have built a new training structure including significant professional insertion activities.

With a Master level and a 5 years course, this training structure is well suited with the higher education European harmonisation Bologna process.

Keywords: Bologna process, Engineer, Engineering Sciences, European Harmonisation, Training, Industrial Engineer, Industrial Sciences, Master

Contexte historique

Avant 1977, les formations d'ingénieurs dans les domaines des sciences appliquées et des techniques industrielles correspondaient à deux filières bien distinctes. Les Universités formaient les ingénieurs civils en 5 ans, tandis que de nombreux Instituts Techniques Supérieurs, une trentaine situés sur l'actuel territoire de la Communauté française, formaient les ingénieurs techniciens en 3 ou 4 années[1].

La loi du 18 février 1977 créa le titre d'Ingénieur Industriel, formation **de niveau universitaire** en 4 années dispensée en Communauté française dans 11 Instituts Supérieurs Industriels (I.S.I.) répartis entre les 3 réseaux d'enseignement.

En 1985, sous la houlette de Gaston Decornet, alors Directeur de l'ECAM, les 11 directeurs des I.S.I. fondèrent l'ADISIF (Association des Directeurs des Instituts Supérieurs Industriels Francophones), un « lieu » où ils partageaient leurs préoccupations en matière de programmes de formation et de promotion des études d'ingénieur industriel.

On notera également qu'au début des années nonante, les études de gradué (technicien supérieur) sont passées de 2 à 3 ans avec ½ année d'insertion professionnelle.

Au fil du temps, les évolutions technologiques ont amené les instituts à augmenter le nombre d'heures dispensées aux étudiants. Nombreux sont les I.S.I. qui ont porté la formation au nombre d'heures d'enseignement maximum légal, soit en moyenne 840 heures par année académique, hormis les semaines de stages en entreprise placées obligatoirement en dehors des périodes de cours, c'est-à-dire pratiquement, durant les vacances académiques.[2]

D'une part, ces études sont devenues exigeantes à l'extrême, voire élitistes dans la mesure où, pour les étudiants devant financer eux-mêmes leurs études, ce « parcours du combattant » s'avère difficilement accessible, les périodes de stage empiétant sur les vacances durant lesquelles ils peuvent travailler. D'autre part, pour un ingénieur industriel réputé « ingénieur de terrain », il semble paradoxal que l'activité d'insertion professionnelle - le stage - soit réduite à quelques semaines durant les vacances.

Si l'ADISIF avait déjà évoqué l'idée de prolonger la durée des études, c'est véritablement le processus de Bologne qui, agissant comme un catalyseur, a amené la réforme des études que nous connaissons aujourd'hui suite à l'adoption du décret du 31 mars 2004.

La double filière d'ingénieurs

L'idée du passage des études d'ingénieur industriel à 5 ans amenait évidemment à se poser une question fondamentale :

Y a-t-il encore lieu d'organiser, dans un pays tel que la Belgique, deux formations d'ingénieurs en 5 ans ?

En effet, les formations d'ingénieur industriel et d'ingénieur civil partagent largement des objectifs communs, au premier rang desquels figure le souci d'une certaine polyvalence, laquelle constitue une condition fondamentale pour garder une "employabilité" certaine sur le marché de l'emploi. [1] Toutefois, l'existence de deux filières de formation, ingénieur industriel et ingénieur civil permet d'obtenir un équilibre efficace des aptitudes.

- La formation d'ingénieur civil est plus axée sur les aspects théoriques, abstraits et les méthodes déductives. Les ingénieurs civils sont des ingénieurs scientifiques, particulièrement préparés pour être actifs dans le domaine de la recherche et du développement. La filière ingénieur civil est d'ailleurs la voie normale d'accès au doctorat en sciences appliquées.
- La formation d'ingénieur industriel privilégie les aspects pratiques, concrets et les méthodes inductives. En s'attachant davantage à faire comprendre aux étudiants les principes de fonctionnement des dispositifs étudiés qu'à décrire leurs propriétés et particularités, on renforce leur capacité d'adaptation et on les arme pour faire face aux mutations technologiques à venir [2]. L'ingénieur industriel est, pour caricaturer, un ingénieur de production qui développe une intelligence concrète apte à saisir l'interdépendance, souvent complexe, de facteurs relevant de différents domaines technologiques. Il est capable de mettre en œuvre et de concrétiser des applications des sciences et des techniques, de faire des choix technologiques d'équipements techniques et d'installations industrielles.

La démarche voulue par l'ADISIF

Afin de poser la question de la pertinence de la double filière de formation en 5 ans aux entreprises, employeurs potentiels des ingénieurs industriels et des ingénieurs civils, l'ADISIF a rencontré AGORIA (Fédération patronale des industries de fabrications mécaniques et électriques) pour en débattre. Il a été décidé qu'une enquête rédigée conjointement par AGORIA, l'ADISIF et l'UFIIB (Union des Fédérations d'Ingénieurs Industriels de Belgique) portant de manière très générale sur la formation des ingénieurs serait soumise aux entreprises de la région francophone du pays.

De cette enquête effectuée en 2002, il est ressorti principalement [3] les éléments suivants :

- Concernant le métier, les entreprises interrogées estiment entre autre que l'ingénieur industriel répond à un besoin belge (98%) et européen (86%) et que **la double filière ingénieur civil & ingénieur industriel est utile (90%)**.
- Concernant l'harmonisation européenne, les entreprises interrogées pensent notamment que la reconnaissance européenne des ingénieurs belges est indispensable (95%) et qu'elle doit être reconnue au niveau Master (78%).
- Les entreprises estiment que les activités d'insertion professionnelle (stages) doivent avoir une durée significative de 6 mois (91%) et être organisées sur les deux cycles (84%). Cette insertion favorise la collaboration entre le milieu de l'enseignement et les entreprises (92%) et est bénéfique pour une intégration rapide des jeunes ingénieurs (94%).

D'autres questions étaient également posées concernant les secteurs dans lesquels la pénurie d'ingénieur se fait sentir et les attentes en matière de formation des ingénieurs.

A l'évidence, les entreprises souhaitent continuer à rencontrer sur le marché de l'emploi des ingénieurs industriels et des ingénieurs civils. L'ADISIF a donc repris la réflexion relative à la formation d'ingénieur industriel afin de l'adapter au processus de Bologne tout en exploitant largement les résultats de l'enquête.

Adaptation de la formation au processus de Bologne

Comme partout en Europe, le processus de Bologne a créé une dynamique obligeant à repenser le système de l'enseignement supérieur belge, avec en particulier la problématique de faire entrer des formations de 4 ans (les actuelles licences appelées à disparaître) dans un système de type 3-5.

L'avis du Conseil Général des Hautes Ecoles

Le Conseil Général des Hautes Ecoles (organe représentatif des *Pouvoirs Organisateurs*, du personnel, des étudiants et du monde socio-économique ayant pour mission d'émettre des avis concernant toute matière relative à l'enseignement supérieur en Hautes Ecoles) recommandait en mai 2003 [4] de porter toutes les formations de type long à 5 ans, avec :

- un premier cycle de 3 ans (180 ECTS[3]) sanctionné par un grade de *Bachelier*[4], ce programme de premier cycle constituant une formation de base et assurant une transition vers un ou plusieurs domaines du deuxième cycle ;
- le deuxième cycle de deux ans (120 ECTS dont un stage et un mémoire comptant pour 30 ECTS au moins) étant une formation approfondie conduisant au grade de *Master*.

La nouvelle structure des études

Les 11 Directeurs des Instituts Supérieurs Industriels Francophones ont travaillé avec le concours de tous les Chefs de département de ces Instituts afin de mettre sur pied un programme de formation en 5 années qui intègre les évolutions technologiques récentes tout en maintenant une polyvalence certaine de la formation. [5]

Un premier cycle de 3 ans, le *Baccalauréat*, comporte 705 à 735h par an (60 ECTS) :

- La première année est totalement polyvalente.
- La deuxième année majoritairement polyvalente comporte une pré-orientation de 105 heures permettant à l'étudiant de s'essayer à l'un des 5 *secteurs industriels* décrits ci-dessous. Ce choix n'est pas déterminant pour la suite de ses études.
- La troisième est orientée vers un de ces 5 secteurs industriels et comporte une immersion professionnelle d'une durée de 6 semaines.

Au terme de ces trois années, l'impétrant portera le grade de *Bachelier en Sciences Industrielles*.

Le deuxième cycle de 2 ans, la *Maîtrise*, s'effectue dans les différentes *finalités* actuelles des études. Il reprend du DESS[5] en Sciences de l'Ingénieur, le stage long d'insertion en entreprise. Le stage de minimum 13 semaines et le travail de fin d'études correspondent à une durée totale d'un quadrimestre (30 ECTS).

Au terme des 5 ans, l'impétrant porte le grade de *Master Ingénieur Industriel* et le titre d'Ingénieur Industriel.[6]

Correspondance entre les secteurs du premier cycle et les finalités du second cycle

Dans la structure en 4 ans, le premier cycle de deux ans était considéré comme polyvalent. Bien que certains I.S.I. aient choisi de colorer quelque peu leur programme du premier cycle (les années de candidature), l'étudiant choisissait réellement sa section et sa finalité en troisième année.

Dans la nouvelle structure, il n'a pas été possible d'organiser autant de troisièmes années que de finalités de diplômes, et ce pour des raisons évidentes d'économies pédagogiques. Les différentes finalités ont dès lors été regroupées au sein de différents secteurs et une correspondance entre les 5 secteurs du 1^{er} cycle et les 14 finalités du 2^{ème} cycle a été définie (tableau 1).

Le choix d'un secteur en 3^{ème} année du 1^{er} cycle implique de facto de suivre une des finalités correspondantes au second cycle.

Secteur	Finalité
Secteur Chimie-Biochimie	Biochimie
	Chimie
Secteur Construction	Construction
	Géomètre
Secteur Electromécanique	Automatique
	Electromécanique
	Mécanique
Secteur Génie Electrique	Electricité
	Electronique
	Informatique
Secteur Génie Technologique	Emballage et conditionnement
	Génies physique et nucléaire
	Industrie
	Textile

Tableau 1 : Correspondance entre Secteurs (Bachelier) et Finalités (Master)

La formation au premier cycle

Le tableau 2 reprend les principaux intitulés des formations.

	Total	1BA	2BA	3BA
Formation commune	105	54,0	41,5	9,5
Sciences fondamentales	36	22,5	13,5	
Sciences appliquées	30	15,5	14,5	
Techniques de l'ingénieur	29	12,0	10,0	7,0
Formation interdisciplinaire	10	4,0	3,5	2,5
Cours au choix dans un secteur industriel	35		8,5	26,5
Non déterminants	8,2		8,5	
Déterminants (dont bureau d'études 4ECTS)	26,5			26,5
Activité d'immersion en entreprise (stage)	10			10,0
Liberté pédagogique de l'Institut	30	6,0	10,0	14,0
Total général	180	60,0	60,0	60,0

Tableau 2 : Formation de Bachelier en Sciences Industrielles exprimée en ECTS

On entend respectivement par :

- *sciences fondamentales* : mathématiques, physique, chimie, biologie et statistiques ;
- *sciences appliquées* : électricité, mécanique, sciences des matériaux, thermodynamique, électronique, mécanique des fluides ;
- *techniques de l'ingénieur* : électrotechnique et électronique appliquées, mécanique et thermodynamique appliquées, techniques des matériaux, techniques graphiques et techniques informatiques ;

- *formation interdisciplinaires* : méthodologie scientifique, communication et langue, gestion sociale, économique et financière.
- *cours au choix dans un secteur industriel* : ensemble de cours généraux d'un des 5 secteurs, y compris les activités de projets, bureaux d'études et séminaires.

La formation au second cycle

La grille de base de la formation des seconds cycles correspond au canevas du tableau 3.

Formation commune : interdisciplinarité	14
Cours de la finalité	46
Sciences fondamentales et appliquées	8
Techniques de la finalité	38
Activité d'insertion professionnelle (stage et T.F.E.)	30
Liberté pédagogique de l'Institut	30
Total général	120

Tableau 3 : Formation de Master Ingénieur Industriel exprimée en ECTS

La *formation commune interdisciplinaire* comporte des activités d'enseignement et des séminaires dans les domaines suivants : aspects environnementaux des techniques de production, communication et langues, gestion de projet et de la qualité, gestion entrepreneuriale, sciences humaines et gestion sociale.

Les *techniques de la finalité* ne sauraient être ici décrites pour chacune des 14 finalités du Master. Elles peuvent être consultées dans les annexes au moniteur du 21 juin 2004. A titre d'exemple, elles sont ici renseignées pour la *finalité électromécanique* (tableau 4) et la *finalité industrie* (tableau 5).

Techniques de la <i>finalité Electromécanique</i>		38
	Projets – Bureau d'études - Séminaires	5
	Automatique	2,5
	Construction de machines industrielles	5
	Electrotechnique et Electronique appliquées	6
	Mécanique et Thermodynamique appliquées	10
	Techniques d'exécution et de transformation	6
	Au choix dans une des disciplines précédentes	3,5

Tableau 4 : Contenus des techniques de la finalité Electromécanique (en ECTS)

Techniques de la <i>finalité Industrie</i>		38
	Projets – Bureau d'études - Séminaires	9,5
	Cours de la <i>finalité Chimie</i>	5
	Cours de la <i>finalité Construction</i>	5
	Cours de la <i>finalité Electricité</i>	5
	Cours de la <i>finalité Mécanique</i>	5
	Thermodynamique appliquée	5
	Au choix dans une des disciplines précédentes	3,5

Tableau 5 : Contenus des techniques de la finalité Industrie (en ECTS)

Conclusion : des « valeurs ajoutées »

La Ministre Fr. Dupuis n'avait accepté d'allonger la durée des études que dans les cas particuliers où la démarche apportait une valeur ajoutée certaine à la formation. Cette réforme des études d'ingénieur industriel apporte indéniablement une réelle valeur ajoutée à la formation des ingénieurs industriels. On citera notamment les éléments suivants :

- Les programmes de cours dont les assises ont été établies il y a plus de 25 ans ont été repensés notamment en vue de renforcer les compétences des futurs ingénieurs industriels dans le domaine des aspects non techniques du métier d'ingénieur. (L'enquête auprès des entreprises en avait mis en évidence la faiblesse par comparaison au bagage scientifique et technique jugé lui excellent.)
- L'allongement des études permet un meilleur étalement de la charge de travail des étudiants. La diminution de la charge annuelle de cours permettra d'exiger plus de travail personnel d'appropriation des matières, ce qui devrait amener un meilleur taux de réussite.
- Le report de sciences fondamentales et appliquées au 2^{ème} cycle et le retour de cours plus techniques au 1^{er} cycle permettront de mieux équilibrer l'acquisition des compétences tout au long des 5 années de formation.
- Une amplification de la spécificité de la formation d'ingénieur industriel complémentaire à celle de l'ingénieur civil permettra de répondre mieux encore au besoin exprimé par les entreprises. Le caractère opérationnel du jeune diplômé et son intégration rapide dans un emploi d'ingénieur industriel seront améliorés de façon catégorique en prévoyant dans sa formation :
 - un minimum de 40 % de travaux pratiques (exercices, laboratoires, pédagogie par projet et travail en équipe aux bureaux d'études, séminaires) ;
 - un renforcement de l'interdisciplinarité dans les matières entrepreneuriales, de communication et langues, de gestion socio-

économique des entreprises, de formation en management et dans le domaine de la qualité ;

- une insertion réelle en entreprises (contrairement au passé où elle se déroulait furtivement durant 3 semaines en période de vacances) : 6 semaines en 3^{ème} année et 13 semaines au moins en dernière année avec association à un projet industriel ;
 - une mobilité des étudiants entre Instituts[7] et au sein de l'Europe grâce aux stages de durée significative et à l'harmonisation à 5 ans ; cela permettra de s'inscrire dans les programmes européens de mobilité tels que Erasmus, Leonardo, Socrates, etc. avec plus de souplesse qu'actuellement.
- La réforme consolide la collaboration avec les entreprises et entre les Hautes Ecoles tant dans le domaine académique que dans les services à la société et dans la recherche appliquée dont elles ont la mission.
- La réforme rend possible une visibilité et une réelle restructuration dans l'organisation et l'offre de formation. Les 11 I.S.I. ont mis sur pied les détails des grilles de formation d'une manière jamais atteinte par le passé. Jusqu'à 90 % de la grille est commune en 1^{re} année, plus de 75 % en 2^e année et 60% en 3^e année tout en offrant des groupes de cours à choix organisés dans cinq secteurs industriels. Ceci est le gage d'une réelle volonté de synergie et de collaboration durable entre les Instituts, source d'économie, d'efficacité et de lisibilité des formations[8].

Références bibliographiques

- [1] Grenier Damien, Anciaux Paul, *Ingénieurs civils et industriels : l'enseignement supérieur de type long des sciences appliquées en Belgique francophone*, Colloque du CETSIS-EEA 2003, Toulouse.
- [2] *La formation de l'ingénieur industriel, Note de réflexion à l'intention du Conseil Supérieur de l'Enseignement supérieur technique*, 6 avril 2000, AGORIA WALLONIE.
- [3] *Enquête UFIIB-AGORIA-ADISIF, La formation de l'ingénieur industriel en Communauté française, Région de l'Union Européenne*, Réflexion et Enquête auprès des membres d'AGORIA, 25 octobre 2002.
- [4] Conseil Général des Hautes Ecoles, Avis du 15 mai 2003.
- [5] *Enseignement Supérieur Technique de Type Long ; Dossier de réforme des études d'ingénieur industriel*, Conseil Supérieur de l'Enseignement Supérieur Technique, 13 octobre 2003.

Remerciements

L'auteur tient à remercier tous les collègues avec lesquels il s'est entretenu dans le cadre de la préparation de cet article et notamment les directeurs des I.S.I. du réseau libre francophone pour les documents et les avis qui lui ont été transmis.

[1] Il est à noter que les 4 I.S.I. du réseau libre organisaient déjà avant 1977 les études d'ingénieur technicien en 4 années.

[2] Par rapport à toutes les formations dispensées en Hautes Ecoles, cette disposition est uniquement d'application pour les formations d'ingénieur industriel

[3] ECTS : Equivalent Credit Transfer System : Système de crédits transférables et capitalisables lorsqu'un étudiant effectue une partie de son cursus d'études dans une institution étrangère. Une année académique comprend 60 ECTS ce qui correspond à une charge de travail totale de 1440 heures, cours et étude personnelle comprise.

[4] Par analogie avec le *bachelor* anglo-saxon, *bachelor* étant la traduction littérale de *licence*, titre sanctionnant des études de 3 ans en France, de 4 ans en Belgique avant Bologne ou de 5 ans en Espagne !

[5] DESS : Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées : les I.S.I. sont actuellement habilités à délivrer un diplôme de troisième cycle : le DESS en Sciences de l'Ingénieur.

[6] Le grade de Master Ingénieur Industriel pourrait être sujet à modification dans les semaines à venir. En effet, il serait question de conférer le grade de *Master en Sciences de l'Ingénieur Industriel*.

[7] Par une convention cadre signée entre les Hautes Ecoles organisant la formation d'ingénieur industriel, les 11 I.S.I. ont convenu d'accepter une mobilité totale à l'étudiant qui souhaiterait changer d'institut durant ses études :

- après chacune des deux premières années d'étude, et ce, sans remise à niveau pour les cours qui seraient différents entre les Instituts ;
- après la troisième année pour autant qu'il choisisse une finalité de 2^{ème} cycle correspondant au secteur qu'il a suivi.

[8] Synergies et collaborations futures sont également envisagées dans la convention cadre citée plus haut.