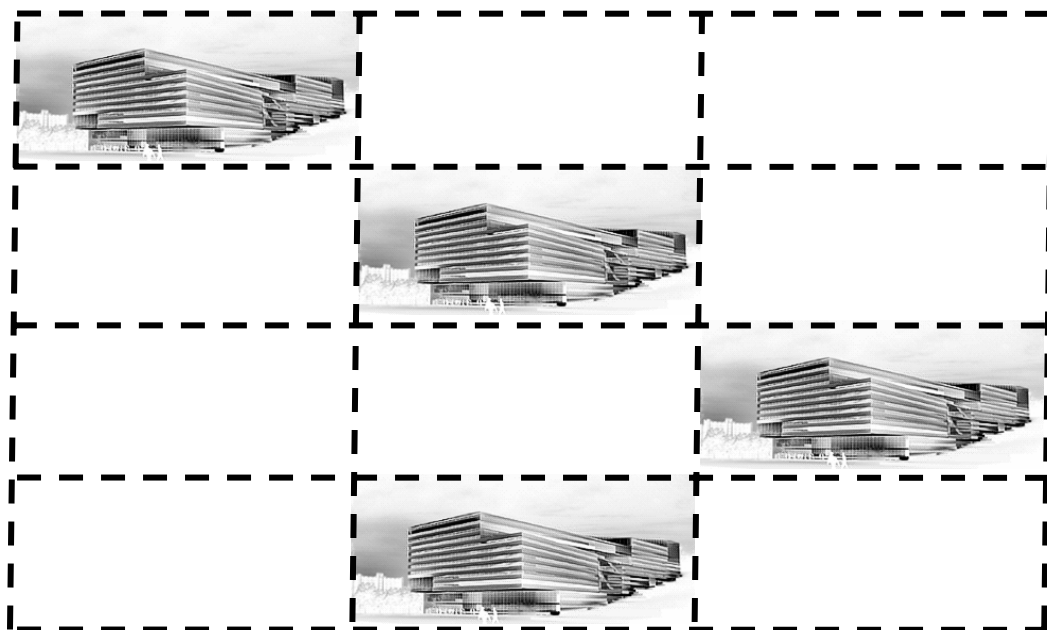




Projet de formation : baccalauréat en génie électrique

Ensemble des livrables F pour la
quatrième année du programme

Version approuvée par l'assemblée départementale

20 décembre 2006

Table des matières

1.	Introduction	3
2.	Récapitulatif du nouveau programme.....	4
2.1.	Cheminement complet des 4 années.....	5
2.2.	Modifications apportées au programme de génie électrique.....	8
2.3.	Normes quantitatives et qualitatives du BCAPL.....	8
2.4.	Le point sur les modalités associées à l'encadrement des étudiants.....	9
2.5.	Le point sur les modalités associées à l'intégration des matières.....	11
2.6.	Organisation des stages	12
2.7.	Le point sur les modalités associées aux méthodes d'évaluation et les moyens de contrôle de la charge de travail.....	14
2.8.	Le point sur les modalités associées aux mécanismes de gestion continue de la qualité sur l'ensemble des 4 années	15
2.9.	Les projets intégrateurs sur les 4 années	16
2.10.	Mise à jour des modalités de formation et d'intégration des HPR.....	18
2.11.	Compétences pour l'ensemble des cours de la 1 ^{ière} année à la 4 ^{ième} année.....	21
3.	Organisation spécifique de la 4 ^{ième} année du programme de génie électrique	23
3.1.	Modalités mises en place pour le projet intégrateur de 4 ^{ième} année (PIGE).....	23
3.1.1.	Encadrement des étudiants dans les PIGE.....	24
3.1.2.	Évaluation des projets.....	24
3.1.3.	Organisation	24
3.1.4.	Ressources, support et budget	25
3.2.	Orientations et concentrations	26
3.2.5.	Modifications apportées aux concentrations existantes.....	33
3.2.5.1.	Concentration Avionique.....	33
3.2.5.2.	Concentration Énergie électrique	33
3.2.5.3.	Concentration biomédicale	34
3.2.5.4.	Concentration microélectronique	34
3.2.5.5.	Concentration Télécommunications	35
3.3.	Moyens mis en œuvre pour l'internationalisation du cursus.....	35
3.3.1.	Projet de formation de spécialisation de dernière année à SUPELEC	35
3.3.2.	Examen des équivalences de formation DGÉ POLYTECHNIQUE vs SUPÉLEC	36
3.3.3.	Projet : formation de spécialisation de dernière année à SUPÉLEC	36
3.3.4.	Conditions à satisfaire	38
3.3.5.	Respect de la norme du BCAPL pour la dernière année à SUPÉLEC	42
3.4.	Modalités pour le passage aux études supérieures	42
4.	Conclusion.....	45
	Annexes	47

1. Introduction

Ce document présente les changements proposés principalement à la quatrième année du programme de baccalauréat en génie électrique. En particulier, les modifications apportées aux orientations et aux concentrations sont décrites. D'autre part, le dernier projet intégrateur en électrique, ELE4000 PIGE, y est aussi décrit. On y présente aussi les modifications et ajustements qui ont été apportés récemment aux trois premières années du programme. Notamment, une mise à jour de l'aspect concernant les habiletés personnelles et relationnelles (HPR) ainsi que les différentes phases d'évaluations des communications écrites et orales sont présentées. De plus, une section de ce document porte sur la question qui concerne l'encadrement des étudiants dans le programme de génie électrique. Ce présent document fournit une synthèse du nouveau programme de génie électrique. Ainsi, tout en reprenant plusieurs éléments déjà présentés dans le livrable D, on y retrouve l'ensemble des mises à jour du programme.

Les principales innovations sont :

- ✎ L'introduction du projet intégrateur de grande envergure en génie électrique PIGE, ELE4000.
- ✎ La concentration microélectronique.
- ✎ La concentration biomédicale
- ✎ La concentration énergie
- ✎ Les améliorations apportées aux volets HPR dans le programme de génie électrique
- ✎ Internationalisation du programme : SUPÉLEC

Le Comité de programme de génie électrique

*Romano DeSantis
Emilie Boulet, CÉGÉ
Christian Cardinal, président
Richard Gourdeau
Jean-Jacques Laurin
Michel Lemire
Roland Malhamé
Chuma Mugombozi, (représentant étudiants, ES)
Pierre Savard
Mohamad Sawan
Réjean Plamondon*

2. Récapitulatif du nouveau programme

L'objectif principal du nouveau programme de génie électrique est de former des ingénieurs diplômés qui ont des connaissances solides en mathématiques, en sciences fondamentales et en sciences appliquées. Le nouveau programme vise aussi à former de futurs ingénieurs afin qu'ils connaissent les règles d'éthique, de la santé et de la sécurité, les lois et règlements de la profession ainsi que le rôle de l'ingénieur dans la société et ce, tout en considérant les concepts de développement durable et de gestion environnementale. Le nouveau programme de formation en génie électrique a été modifié dans le but d'introduire des techniques et des outils modernes de conception de systèmes afin que nos diplômés soient capables de concevoir, de réaliser et d'analyser des systèmes complexes. De plus, afin de répondre aux objectifs visés, le nouveau programme introduit dans ces cours des méthodes de gestion de projet d'ingénierie et de communications écrites et orales efficaces afin que ces futurs ingénieurs soient aussi des personnes autonomes qui savent travailler en équipe.

Le tableau 1 montre un résumé des éléments et caractéristiques distinctives constituant le nouveau programme de baccalauréat en génie électrique.

Tableau 1 : Caractéristiques générales de la refonte du programme	
1. accroître le nombre de cours de génie électrique	→ pour pouvoir mettre à jour notre programme et assurer le développement de la discipline qui repose sur une grande variété de cours
2. offrir plus tôt une dizaine de cours de génie électrique	→ pour accroître la motivation des étudiants
3. créer de nouveaux cours spécialisés (physique des composants, microcontrôleurs)	→ pour mettre à jour notre programme aux points de vue scientifique et technique
4. adopter les modalités d'apprentissage par projet pour certains cours spécialisés	→ pour accroître la motivation des étudiants et développer leurs habiletés personnelles et relationnelles.
5. retirer du programme 4 cours du tronc commun et un cours de CAO.	→ pour rendre l'ensemble du programme plus intégré
6. créer un projet intégrateur de grande envergure de 6 crédits en dernière année et mettre à jour la chaîne des projets intégrateurs annuels	→ pour mieux développer les habiletés de conception → pour mieux intégrer les connaissances acquises → pour développer les habiletés personnelles et relationnelles
7. ajouter un stage obligatoire de 4 mois	→ pour mieux développer les habiletés personnelles et relationnelles des étudiants et accroître leur employabilité.
8. créer une pleine session d'été regroupant des cours de troisième année	→ pour faciliter les départs en stage industriel à l'automne et à l'hiver
9. apporter des changements à l'organisation du département	→ pour améliorer l'encadrement et réduire la charge de travail des étudiants

10. inclure un volet international en dernière année	→ pour améliorer l'ouverture d'esprit, les habiletés sociales et l'employabilité de nos étudiants
11. réorganiser les concentrations et les orientations	→ pour uniformiser la structure du programme C'est-à-dire maintenir un noyau identique pour toutes les concentrations et orientations
12. créer deux nouvelles concentrations en génie biomédical et en microélectronique	→ pour s'adapter à l'évolution de la discipline
13. créer une nouvelle orientation personnalisée de spécialisation non offerte en génie électrique	→ pour faciliter la détermination de cours équivalents pour les étudiants qui poursuivront des études à l'étranger

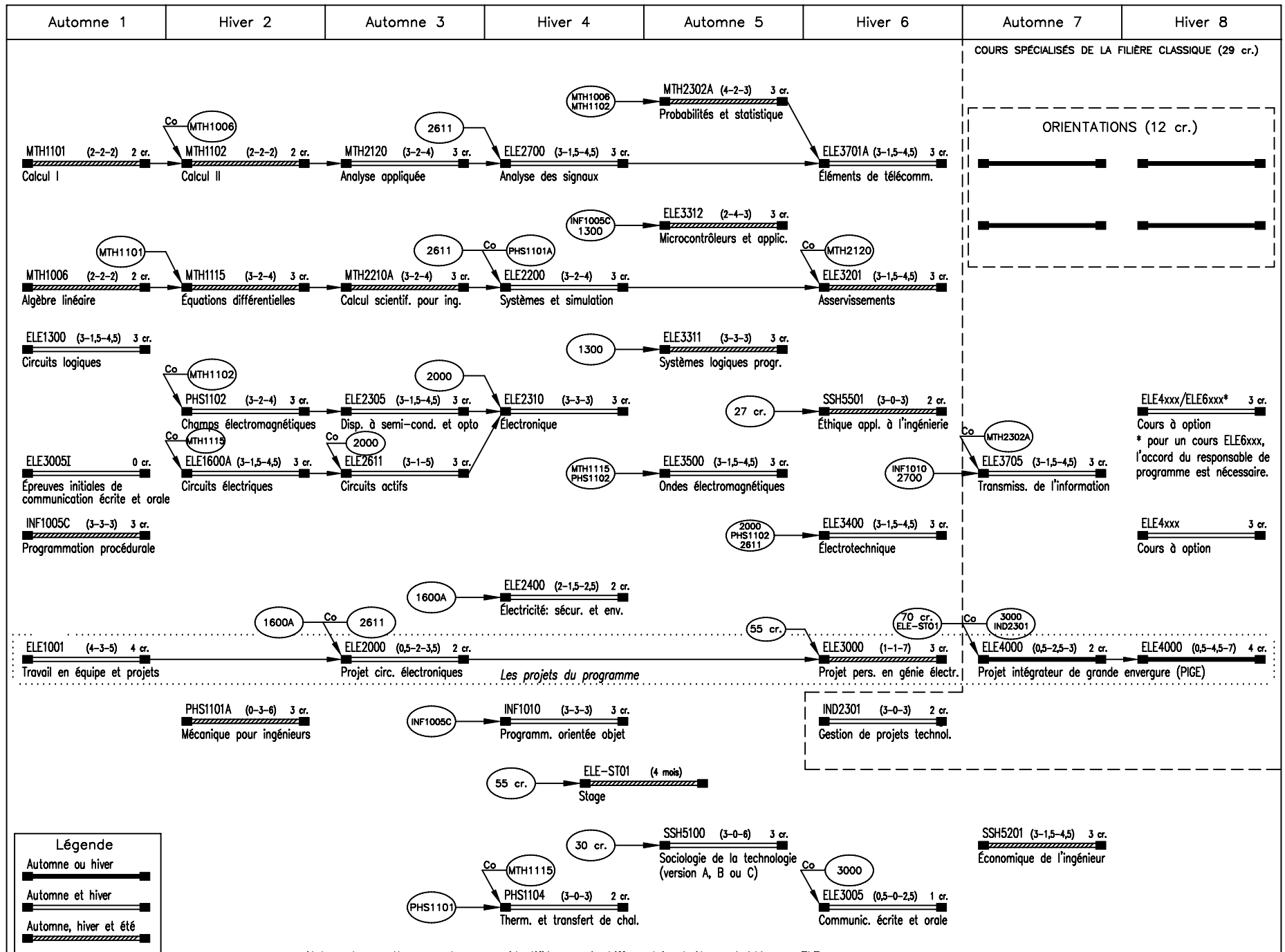
2.1. Cheminement complet des 4 années

Cheminement de la filière classique

La figure de la page suivante montre le cheminement de la filière classique du baccalauréat en génie électrique. Il est bon de souligner que les étudiants arrivant à une session d'hiver peuvent suivre un cheminement normal. En effet, pendant les deux premières années, tous les cours se donnent au moins deux fois par année, aux sessions d'automne et d'hiver (cours blanc). Ainsi, un étudiant qui débute ces études à une session d'hiver peut compléter son cheminement en 4 ans.

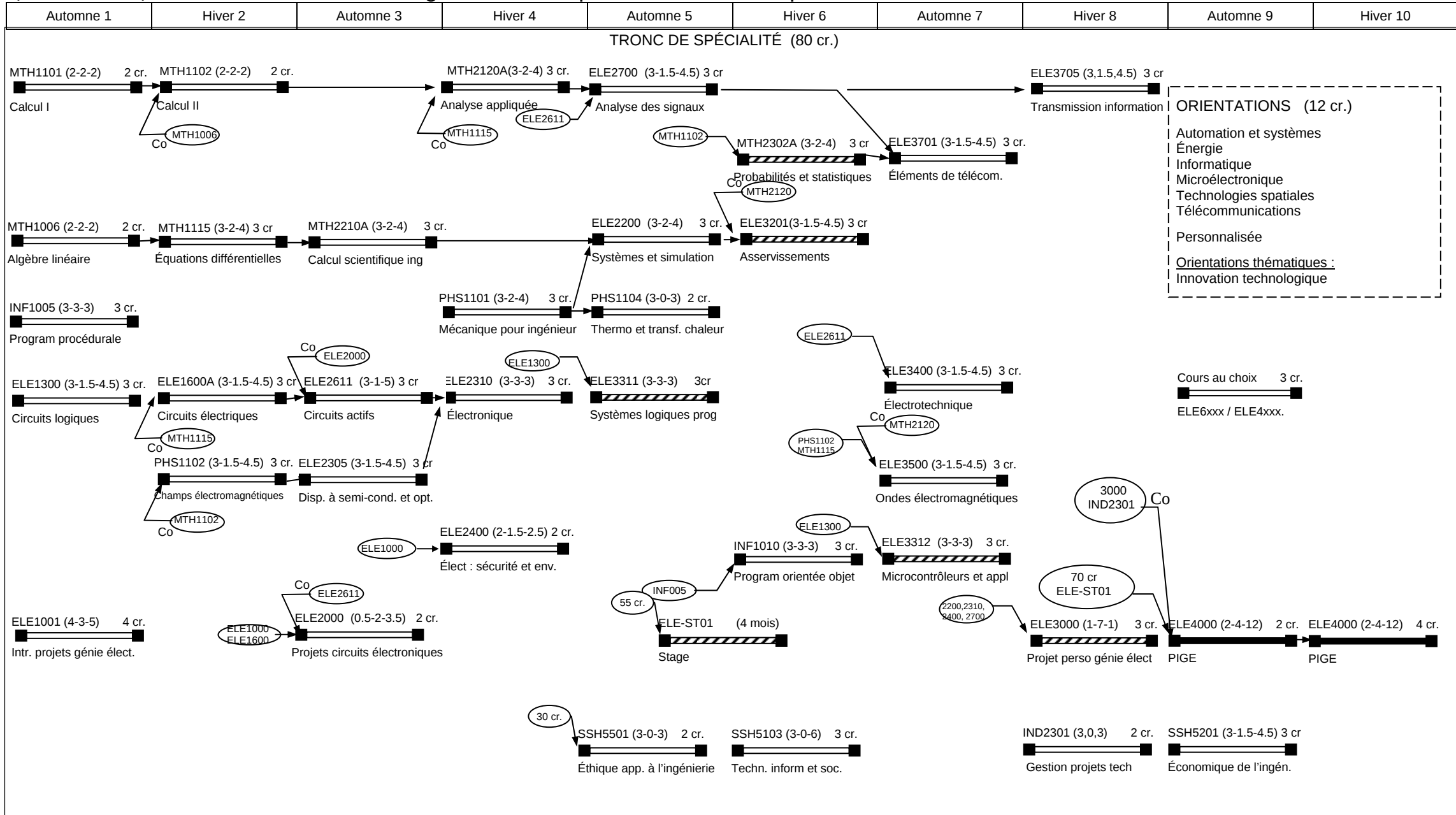
La filière classique a été modifiée afin d'avoir l'option d'un cheminement sur 5 ans, à 12 crédits par session. La filière classique ainsi modifiée est montrée à la page 7. Évidemment, ce cheminement *n'est disponible que sur demande*.

GÉNIE ÉLECTRIQUE



(5 mars 2007)

Baccalauréat en génie électrique : filière classique sur 5 ans



2.2. Modifications apportées au programme de génie électrique

Quelques changements ont été apportés au programme de génie électrique. La première modification concerne le cours PHS2700 Physique des composants électroniques. Suite à deux années d'expérience avec le nouveau programme, le cours PHS2700 Physique des composants électroniques est remplacé par le cours ELE2305 Dispositifs à semi-conducteur et optoélectronique. Ce cours est préalable au cours ELE2310 Électronique et doit également couvrir les éléments de base pour les cours de la nouvelle concentration microélectronique. Suite aux commentaires des étudiants, ce nouveau cours accorde plus de temps aux dispositifs à semi-conducteur et moins de temps à la physique fondamentale. Une place plus importante est également accordée aux laboratoires conformément aux pratiques pédagogiques en génie électrique. La pondération des laboratoires dans la note finale est donc de 40%. Une meilleure harmonisation du cours et des laboratoires rendra cette matière plus accessible aux étudiants de génie électrique. L'analyse du nouveau cours ELE2305 est fournie en annexe.

La deuxième modification concerne la fusion des deux cours, ELE1000 Introduction au Projet de génie électrique et ELE1201 Travail en équipe et Leadership pour en faire un seul cours ELE1001 Introduction au travail en équipe et à la réalisation de projet. Ceci permettra de mettre l'emphasis sur la mise en pratique des notions de travail en équipe dans le cadre d'un projet. Le cours ELE1001 qui a une capacité d'accueil de 30 étudiants respecte les mêmes objectifs que l'ancien cours ELE1000 tout en intégrant le contenu et les objectifs de l'ancien cours ELE1201. L'analyse de cours ELE1001 est fournie en annexe.

2.3. Normes quantitatives et qualitatives du BCAP

Cette section fait état de la situation par rapport aux normes quantitatives et qualitatives du BCAP. Ce tableau est une version revue et corrigée de celui présenté dans le livrable D. La ventilation des 6 crédits du cours projet ELE4000 *Projet intégrateur de grande envergure* de 4^{ème} année est la suivante : études complémentaires 1 cr. et conception en ingénierie 5 cr. Considérant cette ventilation du cours ELE4000 nous vérifions que les cours obligatoires de la filière classique (ce qui exclut 18 crédits : 12 de l'orientation et 6 des deux cours optionnels) permettent de respecter les normes quantitatives (Tableau 2) et qualitatives (Tableau 3) du Bureau canadien d'accréditation des programmes d'ingénierie (BCAP). Le détail des calculs des normes quantitatives est présenté à l'Annexe 1.

Tableau 2 : Respect des normes quantitatives du BCAP		
	minimum BCAP Unités Académiques : UA	cours <u>obligatoires</u> * de la filière classique en génie électrique Unités Académiques : UA
Total :	1800	2318
Mathématiques	195	388
Sciences fondamentales	195	267**
Maths. + sciences fond.	420	655
Études complémentaires	225	285***
Sciences du génie	225	619

Conception en ingénierie	225	448
Génie + conception	900	1066
*excluant 18 crédits (12 cr. orientation + 6 cr. des deux cours au choix) ** dont 112 au CÉGEP; *** dont 60 au CÉGEP Voir en annexe pour les détails des calculs		

Tableau 3 : Respect des normes qualitatives du BCAP	
Gestion de projets	IND2301 + projets intégrat.
Économie de l'ingénierie	SSH5201
Impact de la technologie sur la société	SSH5100
Méthodologies et cheminements intellectuels propres aux sciences humaines et aux sciences sociales	SSH5103, SSH5501
Communication orale et écrite	projets intégrateurs : ELE1001, ELE2000, ELE3000, ELE4000, ELE3005 ELE2400
Rôle et responsabilité de l'ingénieur dans la société, responsabilités légales et déontologiques, éthique, équité	SSH5501
Santé et sécurité du public et des travailleurs	ELE2400
Mesures de sécurité dans les laboratoires	ELE2400, ELE3400
Développement durable et gestion environnementale	ELE2400

2.4. Le point sur les modalités associées à l'encadrement des étudiants

Comme mentionné dans le livrable D, le Département de génie électrique a développé par essais successifs, une série d'activités d'encadrement qui s'adressent spécifiquement aux étudiants de chaque niveau. Ces activités remportent un grand succès et sont manifestement pertinentes pour les étudiants. À cause de la population importante d'étudiants dans notre programme, nous avons d'abord développé une approche basée sur des rencontres organisées conjointement avec le Comité étudiant de génie électrique (CEGE) pour rejoindre des groupes d'étudiants spécifiques :

- ✍ Pour les étudiants de première année, nous organisons au début de chaque session un dîner d'accueil durant lequel les membres du Comité de direction et les professeurs présentent **l'ensemble du programme**. Nous avons expérimenté cette formule depuis l'automne 2004 dans le cadre de la journée d'accueil de l'École et cette formule semble être bien appréciée par les étudiants.
- ✍ Pour les étudiants de deuxième année, nous organisons, à la session d'automne, un dîner durant lequel des représentants du service de placement et des membres du Comité de direction présentent de l'information sur les **stages et la session d'été** de façon à aider ces étudiants à planifier leur troisième année (stage ou étude à l'été, à l'automne, à l'hiver?).

- ✍ Pour les étudiants de troisième année, nous organisons un souper durant lequel des professeurs présentent de l'information sur les **concentrations et les orientations** de façon à aider ces étudiants à planifier leur quatrième année. Cette activité a lieu en automne.
- ✍ Pour l'ensemble des étudiants, nous poursuivons la formule du dîner **débat** que nous avons initiée depuis 2003 et qui se tient à la fin du mois de mars. Les sujets débattus sont déterminés avec le CEGE, par exemple, nous avons déjà traité de sujets comme la mise à jour du programme, l'évaluation de l'enseignement, la charge de travail des étudiants.
- ✍ Finalement, pour les finissants, vin et fromage est organisé conjointement par le Département et le CEGE. Ce vin et fromage permet de mettre en contact les étudiants, les industriels et les professeurs.

Nous avons également mis au point des méthodes ciblées d'encadrement personnalisé. Deux types d'encadrement sont disponibles : un encadrement de **type réglementaire** qui sera assuré par le coordonnateur du programme (Richard Gourdeau) et un encadrement de **type support au succès** qui est assuré par un groupe de professeurs informés (Brunilde Sanso et Michel Lemire).

- ✍ L'encadrement de **type réglementaire** a pour objectif d'aider l'étudiant à faire des choix de cours appropriés et à respecter les règlements académiques. Pour les étudiants ayant une moyenne faible, le choix de cours et les résultats seront contrôlés pour vérifier la pertinence de reprendre des cours. Ainsi, plutôt que d'émettre des suggestions de choix de cours, notre coordonnateur peut imposer des modifications au choix de cours. Ce contrôle est effectué, notamment, après la première session. Cependant, nous poursuivons notre réflexion en ce sens afin d'améliorer ce type d'encadrement.
- ✍ L'encadrement de **type support au succès** a pour objectif d'aider les étudiants à progresser dans leurs études selon leurs objectifs et leurs capacités. Les étudiants ayant des notes¹ soit faibles, soit élevées, sont identifiés et par la suite invités à rencontrer un professeur qui est bien au courant de notre programme ainsi que des ressources disponibles au SEP. Pour les étudiants ayant une moyenne faible, nous proposons des tuteurs (par exemple, des étudiants aux études supérieures) pour aider l'étudiant à maîtriser une matière plus difficile; pour les étudiants ayant une moyenne élevée, nous proposons des bourses UPIR, des stages de recherche, des programmes d'échange. D'autres activités organisées conjointement avec le CEGE ont pour but de mettre les étudiants en contact avec la profession d'ingénieur.

Ainsi, l'encadrement de type **règlementaire** effectué par le coordonnateur de programme permet de répondre rapidement aux questions des étudiants pour les cheminements académiques. En ce qui concerne l'encadrement de **type support au succès**, même si aucun étudiant n'a jusqu'à présent déposé de demande pour du support dans leurs études, les efforts pour inciter les meilleurs étudiants à appliquer aux différents programmes de bourses disponibles ont toutefois contribué augmenter le nombre de demandes de bourse UPIR. Les étudiants sont informés de ces deux types d'encadrement dès le début de leurs études lors d'une première rencontre organisée par le département de génie électrique à l'occasion de l'accueil des nouveaux étudiants.

¹ Avec l'aide de Roger Martin

2.5. Le point sur les modalités associées à l'intégration des matières

Dans le livrable D, la structure permettant une coordination de l'intégration des matières en génie électrique a déjà été présentée. Ainsi, pour chaque chaîne de cours du programme, des coordonnateurs ont été désignés en fonction de leurs affinités avec ces cours. Depuis, aucun changement n'a été fait sur cette structure. Les professeurs désignés comme coordonnateur composent le Comité de programme. Un travail de coordination se poursuit afin d'assurer en particulier, l'élimination de redondance de matières entre les cours d'une chaîne et une meilleure continuité dans l'intégration des matières. De plus, suite aux nombreux changements dans la matière des cours et aux évaluations des étudiants, il est pertinent de revoir la répartition de la matière dans les différentes chaînes de cours. D'autre part, comme annoncé dans le livrable D, la participation des professeurs dans les équipes pédagogiques responsables des projets intégrateurs de 1^{ère} et 2^e année s'avère essentielle pour s'assurer que ces projets favorisent effectivement une intégration des connaissances et des savoir-faire. Le tableau suivant présente la structure adoptée (référence livrable D).

Tableau 4 : Coordination des contenus de cours

Circuits et électronique : G. Roy
- ELE1600A Circuits électroniques - ELE2611 Circuits actifs - ELE2310 Électronique - ELE2400 Électricité : sécurité et environnement - ELE2305 Dispositifs à semi-conducteur et optoélectronique - ELE3400 Électrotechnique
Systèmes et signaux : M. Lemire
- MTH2120A Analyse appliquée - ELE2700 Analyse des signaux - ELE2200 Systèmes et simulation - ELE3201 Asservissements - ELE3701A Éléments de télécommunications
Sciences fondamentales : J.J. Laurin
- PHS1101A Mécanique pour l'ingénieur - PHS1102 Champs électromagnétiques - PHS1104 Thermodynamique et transfert de chaleur - ELE3500 Ondes électromagnétiques
Systèmes logiques et informatique : M. Sawan
- INF1005C Programmation procédurale - INF1010 Programmation orientée objet - ELE1300 Circuits logiques - ELE3311 Systèmes logiques programmables - ELE3312 Microcontrôleurs et applications
Mathématiques : J. Conan, C. Cardinal et R. Malhamé
- MTH1101 Calcul I - MTH1102 Calcul II - MTH1006 Algèbre linéaire - MTH1115 Équations différentielles - MTH2210A Calcul scientifique pour ingénieur - MTH2302A Probabilités et statistiques

SSH et HPR : P. Savard
- SSH5100 Sociologie de la technologie - SSH5501 Éthique appliquée à l'ingénierie - SSH5201 Économie de l'ingénieur - ELE3005 Communications écrites et orales
Projets intégrateurs: R. Plamondon
- ELE1001 Introduction au travail en équipe et à la réalisation de projet - ELE2000 Projets circuits électroniques - ELE3000 Projet personnel de génie électrique - ELE4000 Projet intégrateur de grande envergure (PIGE)
Laboratoires : R. M. DeSantis

2.6. Organisation des stages

Les modalités acceptées par le Conseil académique s'appliqueront au stage industriel obligatoire:

- ✓ Le stage est effectué après la réussite des 2 premières années (55 crédits).
- ✓ Le stage doit précéder le projet intégrateur de 6 crédits.
- ✓ Les stages additionnels seront reconnus.
- ✓ Les stages autres qu'industriels sont possibles par dérogation (stage de familiarisation à la recherche, stage humanitaire) ; le Service de placement assure le suivi de tous les stages (y compris les stages dérogatoires) ; l'autorisation de dérogation est donnée par le coordonnateur des stages ou le coordonnateur de programme.
- ✓ L'encadrement du stagiaire est réalisé par le superviseur en entreprise, celui-ci devant être préférentiellement un ingénieur. Les professeurs du département continueront à participer à l'évaluation des stages en utilisant un système de notation de type réussite ou échec.
- ✓ Les obligations de l'École et celles des étudiants sont reconnues: *le Service de placement est responsable de générer des offres de stage ; les étudiants sont responsables d'obtenir un stage.*
- ✓ Les mesures préventives sont appliquées par le Service de placement (rappels après 30 et 65 crédits, demande d'autorisation à 80 crédits).
- ✓ Une pleine session d'été favorise le départ en stage à l'automne et à l'hiver.

Une analyse détaillée des stages suivis par les étudiants de génie électrique durant les dernières 5 années a démontré qu'il est impossible d'offrir des stages d'été à tous les étudiants. Il est impératif que les étudiants puissent effectuer leur stage durant les sessions d'automne et d'hiver.

Pour favoriser les départs en stage à l'automne et à l'hiver sans que cela ne prolonge la durée des études au-delà de 4 ans, le département de génie électrique a créé depuis l'été 2006 une pleine session d'été de 15 semaines. Cette session regroupe des cours de troisième année qui sont offerts aux trois trimestres (automne, hiver, été) et un cours de mathématiques de deuxième année. Ces cours dits « tri-annuels » sont:

- ELE3000 Projet personnel en génie électrique
- ELE3201 Asservissement

- *ELE3311 Systèmes numériques programmables*
- *ELE3312 Microcontrôleurs et applications*
- *MTH2302A Probabilités et statistiques*

De cette façon, l'étudiant peut suivre les cours de la session d'automne en été et partir en stage à l'automne, ou suivre les cours des sessions d'automne et d'hiver en été et à l'automne pour partir en stage à l'hiver. Différentes modalités sont spécifiques à la session d'été :

- ✓ Les horaires sont construits pour une semaine de 4 jours : du lundi au jeudi inclusivement.
- ✓ La date limite pour l'acceptation d'un stage est avancée pour mieux planifier la session d'été.

Une première session d'été a été expérimentée durant la session d'été 2006 et sera répétée l'an prochain. Cet horaire qui a été confectionné pour une semaine de 4 jours, allant du lundi au jeudi est montré au tableau ci-dessous.

Horaire pour la session d'été 2007

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
8h30 à 11h 30 ELE3201 Asservissement	8h30 à 11h30 ELE3311 Syst. Logiques Programmables	8h30 à 11h30 ELE3201 Asservissement Laboratoire	8h30 à 11h30 ELE3312 Micro- contrôleur	Travail personnel
12h45 à 15h35 MTH2302A Probabilités et statistiques	12h45 à 15h35 Laboratoire ELE3311 Syst. Logiques Programmables	12h45 à 15h35 MTH2302A Probabilités et statistiques	12h45 à 15h35 ELE3312 Micro- contrôleur	Travail personnel
15h45 ELE3000 PPGE				

2.7. Le point sur les modalités associées aux méthodes d'évaluation et les moyens de contrôle de la charge de travail

Évaluations et charge de travail sur les trois premières années

Le tableau montré ci-dessous permet une première estimation de la charge de travail reliée aux méthodes d'évaluation pour les trois premières années. Toutefois, un nombre bas d'évaluations (colonne de droite) ne signifie pas nécessairement une faible charge de travail. En effet, comme l'indique le tableau 5, les projets et les laboratoires des cours de systèmes logiques programmables et de microcontrôleurs en automne 5 de la troisième année sont lourds.

Tableau 5 : Mécanismes d'évaluation des cours des trois premières années

Automne 1	Examen	Contrôle	miniquiz	Lab/TP	Devoir	Oral	Projet	total
ELE1001 Introduction au travail en équipe et à la réalisation de projet						1	1	2
ELE1300 Circuits logiques	1	1		6				8
INF1005C Programmation procédurale	1	2		6				9
MTH1101 Calcul I	1	1			2			4
MTH1006 Algèbre linéaire	1	1			3			5
								28

Hiver 2

ELE1600A Introduction circuits électroniques	1	1		4	2			8
MTH1102 Calcul II	1	1	6					8
MTH1115 Équat. diff. et dérivées partielles	1	2	5					8
PHS1101 Mécanique pour ingénieurs	1	2						3
PHS1102 Champs électromagnétiques	1	1		3	1		1	7
								34

Automne 3

ELE2000 Projet circuits électroniques	1			2		1	2	6
ELE2611 Circuits actifs	1	1			2			4
MTH2210 Calcul scientifique pour l'ingén.	1	2			2			5
MTH2120 Analyse appliquée	1	1						2
ELE2305 Dispositifs semi-conducteur et opto.	1	1		5				7
								24

Hiver 4

INF1010 Programmation orientée objet	1	1		8				10
ELE2200 Systèmes et simulation	1	1		4**				6
ELE2310 Électronique	1	1		4**				6
ELE2700 Analyse des signaux	1	1		6**	2			10
ELE2400 Électricité: sécurité, environnement	1			3	2	1		7
PHS1104 Thermo., transfert de chaleur	1	1						2
								41

Automne 5

ELE3311 Systèmes logiques programmables	1	1		3				5
ELE3312 Microcontrôleurs et applications	1			2			1	4
ELE3500 Ondes électromagnétiques	1	2			3			6
MTH2302A Probabilités et statistiques	1	1			1			3
SSH5100 (A, B, C) Sociologie de la technologie	1	1					1	3

Tableau 5 : Mécanismes d'évaluation des cours des trois premières années

								21
Hiver 6								
ELE3000 Projet personnel de génie électrique						1	1	2
ELE3201 Asservissements	1	1		5	(4)*			7
ELE3400 Électrotechnique	1	1		5	4			11
ELE3701A Éléments de télécommunications	1	1		5	5			12
IND2301 Gestion de projets technologiques	1	1			3			5
SSH5501 Éthique appliquée à l'ingénierie					1		1	2
(*)non obligatoire = 0 ** travaux remis en séance de laboratoire								39

Lorsque le nombre d'évaluation est élevé pour un cours, le comité de programme communique avec le professeur pour mieux comprendre le niveau de travail associé à ces évaluations et ainsi assurer l'adéquation entre la charge de travail réelle et celle prévue dans l'analyse du cours. Le but de cette approche est donc de limiter une « surenchère » d'évaluations entre les professeurs pour mieux « capter » la capacité de travail des étudiants. En particulier, le comité de programme met en place des mesures de suivi pour l'automne 5 de la 3^{ième} année afin d'équilibrer la charge de travail.

2.8. Le point sur les modalités associées aux mécanismes de gestion continue de la qualité sur l'ensemble des 4 années

Un autre mécanisme d'évaluation de la charge de travail est le **Comité qualité**. Ce comité a été créé récemment par le Comité Étudiant de Génie Électrique (CEGE) afin d'évaluer la qualité de la formation et de l'implantation du projet éducatif d'une manière indépendante. Ce comité qualité comporte des étudiants représentant chacune des quatre années de notre programme ainsi qu'un diplômé récent de l'École Polytechnique de Montréal et qui poursuit ses études aux grades supérieurs. Le mandat du comité est d'identifier et de documenter les problèmes existants dans notre programme, notamment la charge de travail, et ensuite de rencontrer le président du Comité de programme pour discuter de ces problèmes et de leurs solutions. Il est bon de souligner, que le Comité de programme est composé des professeurs responsables de la coordination des contenus de cours (voir tableau 4, p. 11).

Pour diminuer et mieux répartir la charge de travail des étudiants, le nouveau Comité de qualité poursuivra les évaluations entreprises cette année et fera des recommandations appropriées. Les évaluations actuelles montrent que pour l'ensemble de nos cours, la charge de travail est considérée comme étant assez adéquate par les étudiants. Le seul problème systémique semble être la rédaction des rapports de laboratoires qui demandent trop de temps. Nous considérons toutefois que ces rapports permettent de développer les compétences scientifiques et techniques ainsi que d'améliorer les habiletés de communication écrite.

Pour coordonner l'ensemble des projets intégrateurs annuels, un **comité de coordination des projets** composé des professeurs responsables de chaque projet intégrateur sera formé. Ce comité qui effectuera en quelque sorte une forme de coordination verticale prendra contact avec les professeurs des cours de l'année pour formuler les projets et les faire connaître à l'ensemble des professeurs. La composition de ce comité devrait être renouvelée chaque année.

Il est bon de mentionner que dans le mécanisme de gestion continue, le COCEP (Conseil consultatif de l'École Polytechnique) continuera à jouer son rôle important en apportant ses points de vue sur notre programme de génie électrique.

2.9. Les projets intégrateurs sur les 4 années

Les objectifs généraux des projets intégrateurs annuels sont de favoriser l'intégration de la matière vue dans les autres cours et de développer les habiletés de conception. Mais comme le montre le Tableau 6 qui présente une vue d'ensemble des quatre projets intégrateurs, chacun de ces projets a un objectif spécifique. L'objectif du projet intégrateur de 3^{ième} année est de développer l'initiative et l'autonomie de l'étudiant. Alors que dans tous les autres projets l'étudiant travaille en équipe, il travaille seul dans le projet de 3^{ième} année et ce, de la même manière que dans les anciens Projets de fin d'études (PFE). De plus, chaque étudiant définit son propre sujet, ce qui favorise le développement de l'initiative.

Pour déterminer si les étudiants ont une préparation suffisante en 3^{ième} année pour réaliser un projet intéressant, nous avons analysé les PFE réalisés lors de la dernière session d'été. Nous avons observé que l'origine du sujet provenant de l'industrie dans 48% des cas, des professeurs dans 35% des cas, et de l'étudiant lui-même dans le reste des cas (13% sujet personnel + 6% société technique). Les préalables nécessaires au projet sont : du niveau de la 3^{ième} année dans 45% des cas; le cours de microcontrôleurs dans 30% des cas; cours de télécommunications de 4^{ième} année dans 20% des cas; et cours de robotique dans 5% des cas.

Du point de vue de la préparation des étudiants, en faisant passer le PFE de la 4^{ième} à la 3^{ième} année, à condition d'avoir suivi le cours de microcontrôleurs, de 75% à 80% des étudiants ont les préalables nécessaires pour réaliser leur projet. Il est clair que tous les projets de télécommunication ne peuvent être réalisés.

Tableau 6: Les projets intégrateurs annuels			
PREMIÈRE ANNÉE (2004)	SECONDE ANNÉE (2005)	TROISIÈME ANNÉE (2006)	QUATRIÈME ANNÉE (2007)
<i>ELE1001 Introduction aux projets de génie électrique</i>	<i>ELE2000 Projet de circuits électroniques</i>	<i>ELE3000 Projet personnel de génie électrique</i>	<i>ELE4000 Projet intégrateur de grande envergure</i>
<u>Nouveau cours</u>	Modification du cours existant : <i>ELE2612 TP de circuits électriques</i> (passage de 3 à 2 crédits)	Modification du cours existant : <i>ELE4199 Projet de fin d'études</i>	Modification du cours existant : <i>ELE3100 Projet de génie électrique</i> (passage de 3 à 6 crédits)
Crédits : 2 Triplet : 2 / 2 / 2 Exposés et discussions en classe et travail au laboratoire	Crédits : 2 Triplet : 0.5 / 2 / 3.5 Surtout du travail au laboratoire	Crédits : 3 Triplet : 1 / 7 / 1 Travail personnel et au lab	Crédits : 6 Triplet : 2 / 14 / 2 Travail en équipe
Habilités à développer : travail en équipe et communication	Habilités à développer : Conception de circuits électroniques	Habilités à développer : Initiative et autonomie	Habilités à développer : mener à bien un projet d'envergure
Réaliser un robot en assemblant des blocs fonctionnels dont l'étudiant ignore encore le fonctionnement interne.	Réaliser un circuit électronique en assemblant des amplificateurs opérationnels et d'autres composantes dont les principes sont connus de l'étudiant.	Réaliser un projet individuel d'ingénierie proposé par l'étudiant sous la direction d'un professeur ou d'un ingénieur	Réaliser un travail de type professionnel en ingénierie dans le contexte d'une industrie ou d'une firme de génie conseil : besoins, problématique, état de l'art, conception, présentation, critique
Intégration de notions de physique élémentaires vues au CEGEP	Intégration de méthodes vues dans les cours <i>ELE1600 Introduction aux circuits électroniques</i> et <i>ELE2611 Circuits actifs</i>	Intégration de méthodes vues durant les 5 premiers trimestres	Intégration de méthodes vues durant les 7 premiers trimestres
Outils : système <i>Lego Mindstorm</i> et ordinateur pour la programmation	Outils : Logiciel d'analyse et de simulation de circuits ; oscilloscopes ; multimètres ; sources ; blocs d'alimentation.	Selon les projets : logiciels spécialisés, instrumentation, etc.	Selon les projets : logiciels spécialisés, instrumentation, etc.
Équipes de 5 étudiants	Équipes de 2 étudiants	Individuel	Équipes de 5 à 20 ét.
Évaluations des habiletés de communication : - Présentation orale - Rapports écrits	Évaluation des habiletés de communication : - Entrevue de laboratoire - Rapports écrits	Évaluation des habiletés de communication : - Posters - Rapport écrit	Évaluations des habiletés de communication : - Présentation orale - Rapports écrits
Évaluations de l'équipe et de l'individu	Évaluations de l'équipe et de l'individu (examen)	Évaluation de l'individu	Évaluations de l'équipe et de l'individu

Du point de vue des ressources requises pour encadrer les étudiants, environ 60% des projets sont réalisés à l'extérieur de Poly (industrie + projets personnels dirigés par un ingénieur), et 40% sont dirigés par des professeurs de Poly (incluant projet personnel ou société technique). Dans le futur, la proportion de sujets provenant de l'industrie va probablement s'accroître parce que le stage industriel est dorénavant obligatoire à partir du deuxième été (mais ce n'est pas sûr parce que le stage pourrait être réalisé après le projet, à l'hiver 6 ou au 3^{ième} été). En conservant la formule du PFE, les ressources pour l'encadrement des projets ne sont probablement pas plus importantes que celles qui sont actuellement requises.

Il est alors réaliste du point de vue de la préparation et des ressources d'adopter la formule du PFE en 3^{ième} année en créant un *Projet personnel de génie électrique* (ELE3000, PPGE), mais l'encadrement doit être plus serré :

- ✍ le coordonnateur du projet décide quels cours sont préalables ou co-requis en fonction du sujet proposé avant d'accepter le sujet;
- ✍ des ateliers seront intégrés dans le projet : atelier de préparation, analyse de besoins, définition de problèmes, normes et protocoles, développement durable, développement de la créativité, prise de brevets; des spécialistes (par exemple, des chargés de cours) de ces différents domaines sont invités à participer à ces ateliers.
- ✍ le cours de microcontrôleurs est déplacé de l'hiver 6 à l'automne 5 et le PPGE de l'automne 5 à l'hiver 6 pour s'assurer d'une préparation pertinente.

Dans la concentration avionique, le PPGE remplace le projet d'avionique AE4810. Le projet intégrateur de 4^{ième} année est détaillé à la section 3.1 de ce présent document.

2.10. Mise à jour des modalités de formation et d'intégration des HPR

Afin de développer les compétences HPR (Habiletés Personnelles et Relationnelles) de nos étudiants, des enseignements explicites sont introduits dès la première année. L'établissement et le maintien d'un portfolio par l'étudiant permettront par la suite de poursuivre le développement des compétences en matière d'habiletés personnelles et relationnelles. Tout au long des 3 premières années, l'analyse et le suivi de ce portfolio par un spécialiste du domaine des HPR assureront un développement continu des compétences HPR recherchées chez nos étudiants. À partir de la 3^{ième} année du baccalauréat, une évaluation et par la suite une certification des compétences acquises pourront être effectuées. Les habiletés personnelles et relationnelles recherchées chez nos étudiants du baccalauréat en génie électrique portent prioritairement sur **le travail en équipe** et **les communications orales et écrites**.

Travail en équipe

En ce qui concerne le **travail en équipe**, l'un des objectifs visés est de fournir à nos étudiants les outils nécessaires pour former une équipe capable de travailler de manière efficace. Cette partie de la formation en HPR est assurée par une portion du cours ELE1001, Introduction au travail en équipe et à la réalisation de projet sous la responsabilité du Professeur Paul Cohen, pour la partie

projet en génie électrique et France Claude Létourneau pour la partie HPR du cours. La portion HPR du cours ELE1001 porte principalement sur le travail en équipe et vise à (voir analyse de cours ELE1001 en annexe):

- o décrire les étapes de la formation d'une équipe, expliquer le fonctionnement d'une équipe, définir les rôles et les responsabilités de chaque membre au sein d'une équipe, tenir compte des caractères spécifiques de chaque membre de l'équipe;
- o contribuer efficacement en tant que membre d'une équipe à l'avancement d'un projet, établir les buts et les échéanciers, planifier et diriger une réunion et gérer un projet;
- o exercer de façon efficace son leadership au sein d'une équipe;
- o utiliser de manière appropriée le leadership des autres membres au sein d'une équipe;

Communications orales et écrites

Parmi les compétences HPR recherchées chez nos étudiants de baccalauréat en génie électrique, les habiletés en **communications orales et écrites** sont abordées principalement à travers l'établissement d'un portfolio pour chaque étudiant. Le cours certification ELE3005 (1cr) a été placé à l'hiver 6, soit à la fin de la troisième année du programme. Cette certification consiste en une évaluation des compétences en matière de communications orales et écrites et se base sur l'analyse du portfolio électronique constitué par l'étudiant. Cependant, afin d'assurer une évolution constante chez l'étudiant, une évaluation initiale des compétences en communications orales et écrites de l'étudiant est effectuée dès la première session du programme de génie électrique. Selon le résultat de cette évaluation, l'étudiant est dirigé vers des ateliers de perfectionnement offerts par l'École Polytechnique. La présence à ces ateliers est obligatoire. La constitution du portfolio par l'étudiant, lui permet de mesurer son évolution dans ce domaine. Afin de lui permettre de constituer ce portfolio, les rapports de projets ainsi que les présentations (ELE1001) y sont consignés. Le cours ELE2000 ne permettant pas de faire des présentations orales, le cours ELE2400 a été modifié afin de procurer aux étudiants de deuxième une occasion supplémentaire de mettre en pratique les techniques de communications orales et de constituer leur portfolio (voir l'analyse de cours ELE2400 en annexe).

L'évaluation finale se fait avant le projet PIGE. En particulier, en ce qui concerne la communication orale, l'évaluation finale s'effectue dans le cadre de la présentation du projet personnel en génie électrique, ELE3000. L'échelle de notation adopté pour l'évaluation finale est celle normalement utilisée dans les autres cours : A*, A, B... D, possiblement F.

Mise en œuvre de l'introduction des HPR dans le programme de génie électrique

Le département de génie électrique a adopté le scénario suivant afin d'intégrer dans le programme de génie électrique les notions d'habiletés personnelles et relationnelles (HPR)

- Déplacement du cours PHS1101 Mécanique pour l'ingénieur (3cr) de l'automne 1 à l'hiver 2.

- Intégration en première année du cours ELE1001 Introduction au travail en équipe et à la réalisation de projet.
- Le cours ELE1001 est donné en interaction étroite par les équipes pédagogiques concernées.
- Un processus de certification ELE3005 (1cr) a été mis en place dans le programme.

Poursuite du développement des HPR

Évidemment, des habiletés personnelles et relationnelles spécifiques seront développées en 3^{ième} année :

- ✍ Le *Stage industriel* est une autre occasion de développer l'**initiative** et l'**entregent**. L'étudiant doit commencer par identifier un employeur potentiel et, par la suite, suivre le processus normal d'engagement auprès de l'employeur. Les ateliers de rédaction de curriculum vitae et d'entrevue d'emploi organisés par le service de placement préparent les étudiants à cette tâche. Durant le stage, l'étudiant se doit d'entretenir de bonnes relations avec ses supérieurs, développer des contacts à l'intérieur de l'entreprise, démontrer de l'initiative et du dynamisme.
- ✍ Le cours SSH5501 *Éthique appliquée à l'ingénierie* joue un rôle important pour développer le **jugement**. L'**ouverture d'esprit** et la **persuasion** sont également développées par le biais de discussions sur des études de cas qui sont menées dans ce cours.

D'autre part, le cours ELE3000 *Projet personnel de génie électrique* développe l'**initiative** et la **curiosité** (pour prendre conscience de ses domaines d'intérêt, élargir et parfaire sa culture, identifier un problème) ainsi que l'**autonomie** (pour prendre des initiatives non dictées, planifier et organiser son travail pour rencontrer un échéancier; exécuter un travail de façon méthodique, exercer un jugement éclairé dans des processus de décision). Le cours ELE3000 est une occasion pour l'étudiant et l'équipe pédagogique en HPR du département de poursuivre le développement des habiletés de **communications écrites** (rédiger un rapport technique selon des normes professionnelles, préparer une affiche scientifique) et **orales** (présentation d'une affiche à un auditoire). D'autre part, le cours ELE3000 permet de développer la dimension **professionnelle** des habiletés à acquérir. Ce volet est réalisé grâce à l'introduction d'ateliers portant sur des aspects de la vie professionnelle d'un ingénieur électricien (voir section 3.6, projets intégrateurs). Rappelons que l'évaluation finale pour la certification en **communication orale** est réalisée dans le cadre de ce cours projet.

Personnels spécialisés pour les HPR au département de génie électrique

Afin de mettre en place, de coordonner et d'enseigner la portion HPR du cours ELE1001 une chargée de cours en été embauchée. Il s'agit de Mme France Claude Létourneau, spécialiste dans ce domaine. De plus, afin de permettre un suivi efficace des portfolios étudiants, le département fait appel à Mme Dominique Chassé, conseillère pédagogique du Bureau d'appui pédagogique de l'École Polytechnique.

2.11. Compétences pour l'ensemble des cours de la 1^{ière} année à la 4^{ième} année

Le tableau 7 (référence, livrable D) présente la liste des compétences générales que notre programme vise à développer. Cette liste a été traduite et adaptée de la liste des compétences que les programmes de génie doivent développer aux États-Unis selon l'*Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)* - le pendant américain du BCAP. Les 11 premières habiletés sont tirées de l'ABET, la douzième est issue des travaux du Conseil Académique qui l'a ajoutée à la liste de l'ABET.

Nous présentons également le tableau 8 qui indique dans quels cours de la filière de base de notre programme ces habiletés sont principalement développées. Nous avons indiqué dans ce tableau les cours pour lesquels le développement d'une habileté spécifique fait partie des objectifs du cours et il y a un travail important de l'étudiant avec évaluation. Par exemple, on s'attend à un comportement éthiquement acceptable de l'étudiant dans tous nos cours, mais c'est dans le cours *SSH5501 Éthique appliquée* que le sujet sera spécifiquement développé.

Tableau 7 : Habiletés que le programme de génie électrique vise à développer
1. Habileté à appliquer des connaissances en mathématiques, en sciences et en génie.
2. Habileté à concevoir et à réaliser des expériences, de même qu'à analyser et interpréter des données.
3. Habileté à concevoir un dispositif ou un système devant satisfaire des besoins exprimés, ainsi que des contraintes de nature économique, environnementale, sociale, éthique, manufacturière, santé sécurité et développement durable.
4. Habileté à travailler efficacement dans une équipe.
5. Habileté à identifier, formuler et résoudre des problèmes d'ingénierie.
6. Compréhension des responsabilités professionnelles et éthiques.
7. Habileté à communiquer efficacement.
8. Compréhension des impacts des réalisations de l'ingénieur dans un contexte global, économique, environnemental et sociétal.
9. Conscience du besoin et habileté de poursuivre l'acquisition de connaissances tout au long de sa carrière.
10. Connaissance des enjeux contemporains.
11. Habileté à utiliser les techniques et les outils modernes pour la pratique du génie électrique.
12. Habileté à gérer un projet d'ingénierie

Tableau 8 : Cours durant lesquels les habiletés spécifiques sont développées

<i>cours du cœur du programme</i> <i>Habiletés à :</i>	- 1 - appliquer des connaissances en maths, sciences et génie	- 2 - concevoir, réaliser des expériences et analyser des données	- 3 - concevoir des dispositifs/ systèmes avec des contraintes	- 4 - travailler en équipe (>2 étudiants)	- 5 - identifier, formuler et résoudre des problèmes d'ingénierie	- 6 - comprendre éthique et responsa- bilités de la profession	- 7 - communi- quer effica- cement, oralement et par écrit	- 8 - comprendre les impacts sociaux, économiques et environne- mentaux.	- 9 - poursuivre l'acquisition de connaissances au cours de sa carrière	- 10 - connaître les enjeux contemporains	- 11 - utiliser des techniques et outils modernes	- 12 - gérer un projet d'ingénierie
ELE1001 Intro. projets GÉ	X	X	X	X	X		X					X
ELE1300 Circuits logiques	X	X	X								X	
ELE1600 Circuits électriques	X	X	X								X	
INF1005C Prog. Procédurale	X	X	X								X	
INF1010 Prog. orientée objet	X	X	X								X	
MTH1101 Calcul I	X											
MTH1102 Calcul II	X											
MTH1115 Équa.différentielles	X											
MTH1006 Algèbre linéaire	X											
PHS1101A Mécanique ing	X											
PHS1102 Champs électroma	X	X	X								X	
ELE2000 Projet circuits électr	X	X	X		X		X				X	
ELE2200 Systèmes simulation	X	X									X	
ELE2310 Électronique	X	X	X								X	
ELE2400 Électricité, séc, envir	X	X	X			X	X	X		X		
ELE2611 Circuits actifs	X		X									
ELE2700 Analyse des signaux	X	X	X								X	
MTH2210 Calcul scientifique ing	X										X	
MTH2120A Analyse appliqué	X											
PHS1104 Thermo trans chaleur	X											
ELE2305 Disp. Semi-cond. et opt.	X	X										
SSH5100 Soc. de la technologie								X		X		
ELE3000 Projet personnel génie él.	X	X	X		X		X		X		X	
ELE3201 Asservissements	X	X									X	
ELE3311 Systèmes logiq. Prog	X	X	X								X	
ELE3312 Microcontrôleurs & ap	X	X	X	X							X	
ELE3500 Ondes électromagné.	X	X									X	
ELE3701 Éléments de telecom.	X	X							X	X	X	
ELE3400 Électrotechnique	X	X								X	X	
ELE3005 comm. orale et écrite							X					
IND2301 Gestion projets tech.			X		X			X			X	X
MTH2302A Probabilités et stat.	X	X										
SSH5501 Éthique appliquée ing						X	X			X		
ELE-ST01 Stage industriel	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
ELE4000 PIGE	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
ELE3705 Transmission informa.	X	X	X						X	X	X	
SSH5201 Économie pour ing	X		X					X				X

Le tableau 8 indique que l'ensemble des cours qui composent le cœur du programme de génie électrique répond parfaitement bien à la première habileté visé par le programme de génie électrique, c'est-à-dire celle qui vise à appliquer des connaissances en mathématique, en science et en génie. On remarque aussi que l'objectif qui vise à développer chez nos étudiants des habiletés en matière de conception, réalisation des expériences, analyse et interprétation des résultats est parfaitement atteint. D'autre part, on observe que la conception de dispositifs et de systèmes avec contraintes ainsi que l'utilisation de technique et d'outils modernes dans la pratique du génie électrique occupent une grande place dans notre programme baccalauréat. Bien que l'identification, la formation et la résolution de problèmes d'ingénierie soit présent dans plusieurs de nos cours c'est surtout dans les projets intégrateurs que ces aspects sont développés. Finalement, le tableau 8 nous indique que l'ensemble des objectifs visés par notre programme de génie électrique sont atteints.

3. Organisation spécifique de la 4^{ième} année du programme de génie électrique

3.1. *Modalités mises en place pour le projet intégrateur de 4^{ième} année (PIGE)*

Le projet intégrateur de 4^{ième} année en génie électrique, ELE4000, (PIGE) qui complète la chaîne de projets intégrateurs (ELE1001, ELE2000, ELE3000 et ELE4000) a pour objectif de développer chez les étudiants l'ensemble des habiletés leur permettant de mener à bien un projet de grande envergure en ingénierie. En plus de permettre une intégration des matières acquises au cours des trois premières années, le PIGE a aussi pour objectif de développer la capacité de solutionner des problèmes complexes en proposant des solutions innovatrices. Évidemment, la mise en place du PIGE dans le programme de génie électrique doit satisfaire les normes du BCAP (notamment la norme 2.2.3 du BCAP). Les notions de gestion de projet en ingénierie s'avèrent donc essentielles et devront être mises en application par les étudiants au cours de la réalisation du projet. Ce projet vise aussi à développer chez les étudiants l'autonomie au sein même d'une équipe de travail. Ce projet de 4^{ième} année consiste à réaliser un travail de type professionnel en ingénierie dans des contextes typiques rencontrés en industrie ou dans des firmes de génie conseil ou encore dans des laboratoires de recherche : besoins, problématique, état de l'art, conception, présentation, critique...

Afin d'atteindre ces objectifs, plusieurs types de projets peuvent être considérés :

- développements de produits (ou de services), de prototype, d'outils de recherche,
- élaborations de preuves de concepts,
- réalisations d'études de faisabilité,
- etc...

Chaque projet doit être réalisé en respectant les normes et les protocoles de conception propres à chaque secteur ou domaine du génie électrique (énergie, télécommunication, automatique, microélectronique...). Selon le type de projet, les étudiants devront établir les spécifications du

projet, rédiger le cahier des charges et élaborer ou mettre en œuvre une maquette sous forme virtuelle ou réelle.

Les projets pourront être proposés par les étudiants, les professeurs ou par les industriels et peuvent être possiblement aussi reliés aux sociétés techniques. Cependant, dans le département de génie électrique, l'offre de ces projets devra suivre un processus formel. Ainsi, en relation avec les orientations et les concentrations disponibles en génie électrique, quatre ou cinq projets par année devront être sélectionnés et offerts par un comité constitué des représentants de chaque section (ou sous domaine du génie électrique) chargé d'analyser l'ensemble de tous les projets offerts. Il est évident que certains projets peuvent nécessiter des contributions provenant de plusieurs orientations ou concentrations. Par exemple, un projet en télécommunication peut nécessiter la contribution d'étudiants spécialisés en microélectronique. Quant à l'aspect propriété intellectuelle, les règles habituelles à l'école (avec le support du BRCDT) s'appliquent.

3.1.1. *Encadrement des étudiants dans les PIGE*

L'encadrement des équipes d'étudiants peut être effectué à différents niveaux. En particulier, pour ce qui a trait à la gestion de projets, des spécialistes en gestion de projets venant par exemple de l'industrie pourront être appelés à appuyer l'encadrement des équipes. Sur les aspects scientifiques et techniques, les professeurs appuyés par des étudiants gradués ainsi que par les techniciens du département pourront contribuer à l'encadrement des étudiants et des équipes projets. D'autre part, des experts (par exemple, des professeurs) dans les domaines se rattachant aux différents projets ainsi que les clients qui offrent un projet particulier pourront aussi de façon *ponctuelle* contribuer à l'encadrement des équipes surtout sur les plans scientifiques et techniques.

3.1.2. *Évaluation des projets*

Des évaluations des projets seront effectuées périodiquement à l'aide d'un suivi du progrès réalisés au cours des différentes phases du projet. Les équipes d'étudiants devront fournir quatre livrables afin d'effectuer ces évaluations. Finalement, un comité d'experts composé de deux coordonnateurs du projet et des experts dans le domaine du projet (professeurs, clients, ...) examinera les projets pour une évaluation finale.

3.1.3. *Organisation*

Le cours projet ELE4000, PIGE se répartira sur deux trimestres consécutifs.

- Automne-Hiver (avec inscription obligatoire pour les finissants)

Pour assurer un démarrage adéquat de ce nouveau cours, le département de génie électrique offrira donc ce cours uniquement aux sessions Automne-Hiver et le cours ELE3000 projet

personnel en génie électrique devient corequis au cours ELE4000. D'autre part, les pourront s'inscrire à ce cours seulement après avoir complété leur stage ELE-ST01 et 70 crédits.

Afin d'augmenter la flexibilité dans le cheminement, nous regardons aussi l'éventuelle possibilité d'offrir le cours projet ELE4000 aux sessions Hiver-Été en plus de l'offrir aux sessions Automne-Hiver. Le nombre de crédits associés à chaque trimestre sera de 2 crédits pour la première session du cours projet et 4 crédits pour la deuxième session totalisant les 6 crédits prévus pour le PIGE. Au premier trimestre, les équipes se formeront en fonction des projets disponibles dans les différentes orientations/concentrations. De plus, dans ce même trimestre, selon le type de projet, l'étude ou l'élaboration d'un cahier des charges, la conception ainsi que le choix des composantes devront être effectués. La validation de la conception finale et la réalisation technique du projet pourront être effectuées au deuxième trimestre.

Les projets devront être réalisés en équipe de 5 étudiants minimum. Il est cependant prévu d'avoir un maximum de 30 étudiants par section de sorte que, plusieurs projets pourront être réalisés en parallèle.

À moyen terme, afin de mieux répondre aux aspects concernant la gestion de projet en ingénierie, il serait très avantageux que le cours ELE4000 PIGE (6 cr.) et le cours IND2301 Gestion de projet (2 cr.) puissent être regroupés pour former un bloc de 8 crédits. D'autre part, il est préférable que le stage soit effectué avant même le début du projet PIGE de sorte à éviter qu'un étudiant puisse partir en stage à la deuxième session de la réalisation du PIGE.

3.1.4. *Ressources, support et budget*

➤ Allocation de locaux pour les projets

Il est nécessaire d'allouer des locaux pour permettre la réalisation des projets. À cet effet, un premier local a été identifié par le département de génie électrique : M-5502 au pavillon Lassonde. Dans ces locaux, des équipements de bases (ordinateurs, oscilloscopes, alimentations, générateurs de signaux....) seront mis à la disposition des étudiants. Selon les besoins particuliers des projets et sur demande, des laboratoires avec des équipements spécialisés pourront être mis à la disposition des étudiants pour une période déterminée.

➤ Budget

Un budget de 200 \$ maximum par étudiant sera disponible (sujet à approbation) pour les différentes dépenses engendrées par la réalisation du projet (achat de matériels, composantes électronique,). Le matériel développé ou utilisé pour un projet sera disponible pour les projets de l'année suivante, de façon à maintenir les coûts à un niveau acceptable.

➤ Support technique

Si les équipes en font la demande, un budget pourra leur être alloué pour le support technique (par exemple le temps de technicien). Finalement, un système de «ticket

modérateur» pourrait être mis en place pour la consultation auprès d'experts (professeurs du département ou experts externes).

➤ **Ressources professorales**

Sur le plan des ressources professorales, le département a identifié le besoin de deux professeurs à pleine charge d'enseignement pour planifier et organiser le démarrage du cours ELE4000 PIGE dont le démarrage se fera au trimestre d'automne 2007.

3.2. Orientations et concentrations

Dans cette section, les orientations et les concentrations sont présentées. Certaines modifications ont été apportées aux concentrations. Les détails des modifications sont expliqués à la section 3.2.5 *Modifications apportées aux concentrations existantes*. Les cheminements des orientations et des concentrations sont montrés aux pages suivantes. Dans le cas des concentrations, les cheminements montrés incluent les dernières modifications apportées.

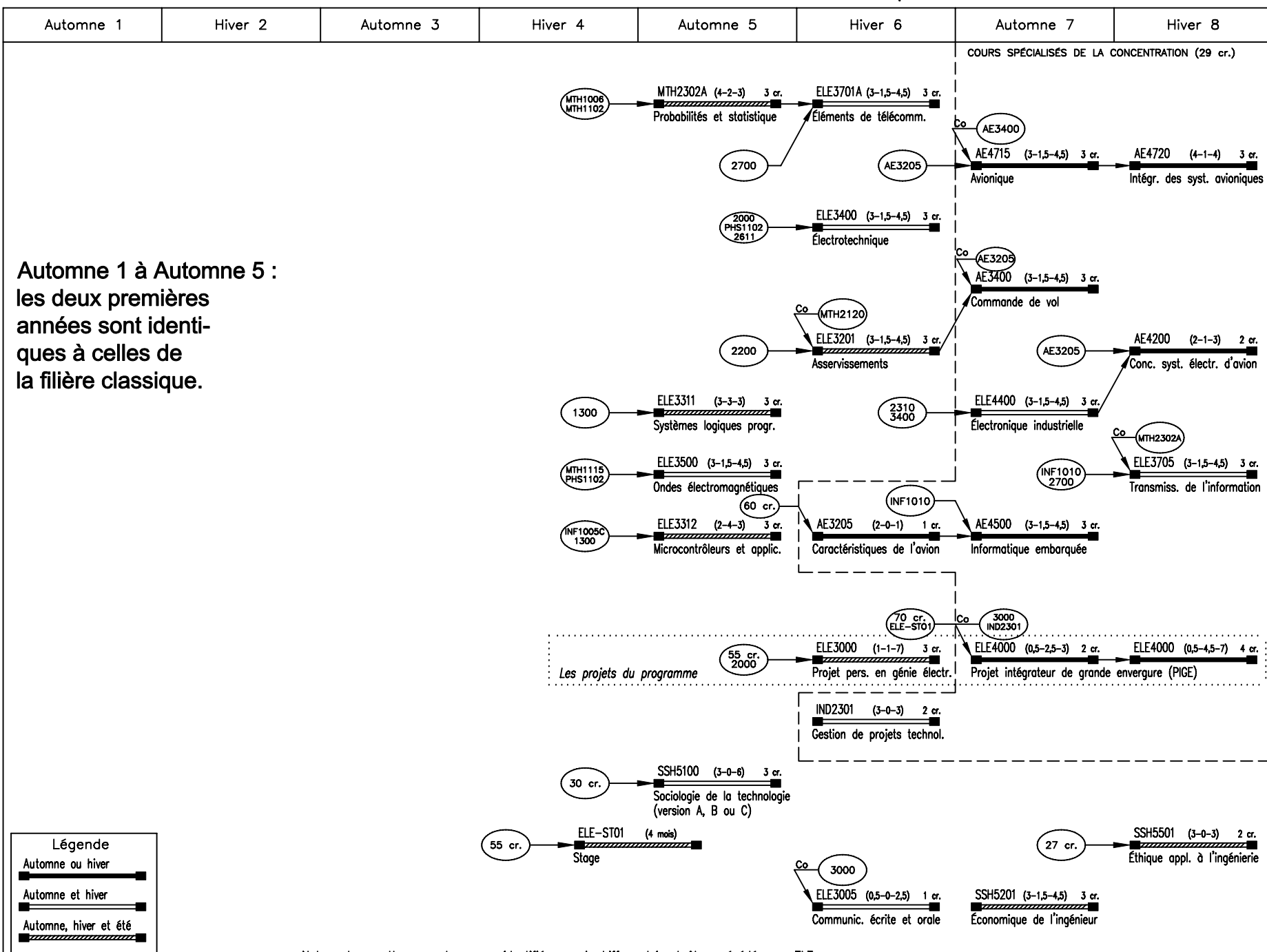
GÉNIE ÉLECTRIQUE – Orientations (12 cr.)

Automne		Hiver		Automne		Hiver		Automne		Hiver	
ÉNERGIE ÉLECTRIQUE				INFORMATIQUE				AUTOMATION ET SYSTÈMES			
A				B				C			
3201 → ELE4455 (3-1,5-4,5) 3 cr. → ELE8401 (3-1-5) 3 cr. Systèmes électromécaniques → Machines et entraîn. électr. 3400 → ELE4400 (3-1,5-4,5) 3 cr. Électronique industrielle 3201 3400 → ELE4452* (3-1,5-4,5) 3 cr. → Réseaux électriques 3201 3400 → ELE4458 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Électricité industrielle 3400 → ELE8459 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Protection des réseaux * cours offert en anglais				1300 INF1005C → INF1600 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Architect. des micro-ordin. 3311 → INF1010 → INF2610 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Noyau d'un syst. d'exploit. 3311 → ELE4307 (3-3-3) 3 cr. → Prototypage rap. syst. num. 75 cr. → INF4200 (3-0-6) 3 cr. → Intellig. artific. et perception INF1005C → LOG1000 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Ingénierie logicielle				3201 → ELE4203 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Robotique 2200 → ELE4200 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Intr. commande par ordinat. 3201 → ELE4202 (2-3-4) 3 cr. → Comm. processus industr. 3 cr. à option 3201 → ELE4455 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Systèmes électromécaniques 3400 → ELE4400 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Électronique industrielle 2310 → AE3205 → AE3400 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Commande de vol 75 cr. → INF4200 (3-0-6) 3 cr. → Intellig. artific. et perception 2310 → ELE4300A (3-1,5-4,5) 3 cr. → Électronique analogique			
MICROÉLECTRONIQUE				TÉLÉCOMMUNICATIONS							
D				E							
80 cr. → PHS4310 (3-1-5) 3 cr. → Microfabrication 2310 3311 → ELE4304 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Principes des circuits ITGÉ 1300 2310 Co 3701A → ELE4306 (3-3-3) 3 cr. → Electr. des communications 3311 → ELE4307 (3-3-3) 3 cr. → Prototypage rap. syst. num. 2310 → ELE4300A (3-1,5-4,5) 3 cr. → Électronique analogique				3500 → ELE4500 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Circuits passifs micro-ondes 3500 3701A → ELE4702 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Syst. de communications MTH2302A Co 3705 → ELE4704 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Transm.donn.rés.comm.num. 3701A → ELE4501A (3-3-3) 3 cr. → Circ. syst. communic. RF 3701A → ELE4700A (3-1,5-4,5) 3 cr. → Transmission numérique 3500 3701A → ELE4705 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Télécomm. mobiles							
TECHNOLOGIES SPATIALES pour le génie électrique				TS							
60 cr. → TS3100 (3-2-4) 3 cr. → Introd. aux syst. spatiaux 3500 → TS4500 (3-2-4) 3 cr. → Introd. antennes satellites 2310 → TS4600 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Équip. spat. de communic. 3500 3701A → ELE4702 (3-1,5-4,5) 3 cr. → Syst. de communications 2310 → ELE4300A (3-1,5-4,5) 3 cr. → Électronique analogique PHS6501 (2,5-0,5-6) 3 cr. → Bases phys. de télédétection (offert tous les deux ans)											
Note 1 : les stages associés à cette orientation sont contingentés Note 2 : les 3 cours TS sont obligatoires Note 3 : le cours PHS6501 est réservé aux étudiants du baccalauréat-maîtrise intégré.								AUTRES ORIENTATIONS DISPONIBLES – PERSONNALISÉE (À L'ÉTRANGER) (les cours doivent être approuvés) et les orientations thématiques – INNOVATION TECHNOLOGIQUE – OUTILS DE GESTION – PROJETS INTERNATIONAUX			
L'étudiant doit réussir 12 crédits parmi les cours de cette page											
S'il réussit neuf crédits associés à une même orientation de spécialité, le nom de cette orientation sera mentionné sur son bulletin.											
Après approbation du département, l'étudiant fort a la possibilité de choisir des cours de niveau supérieur.											

ele07b

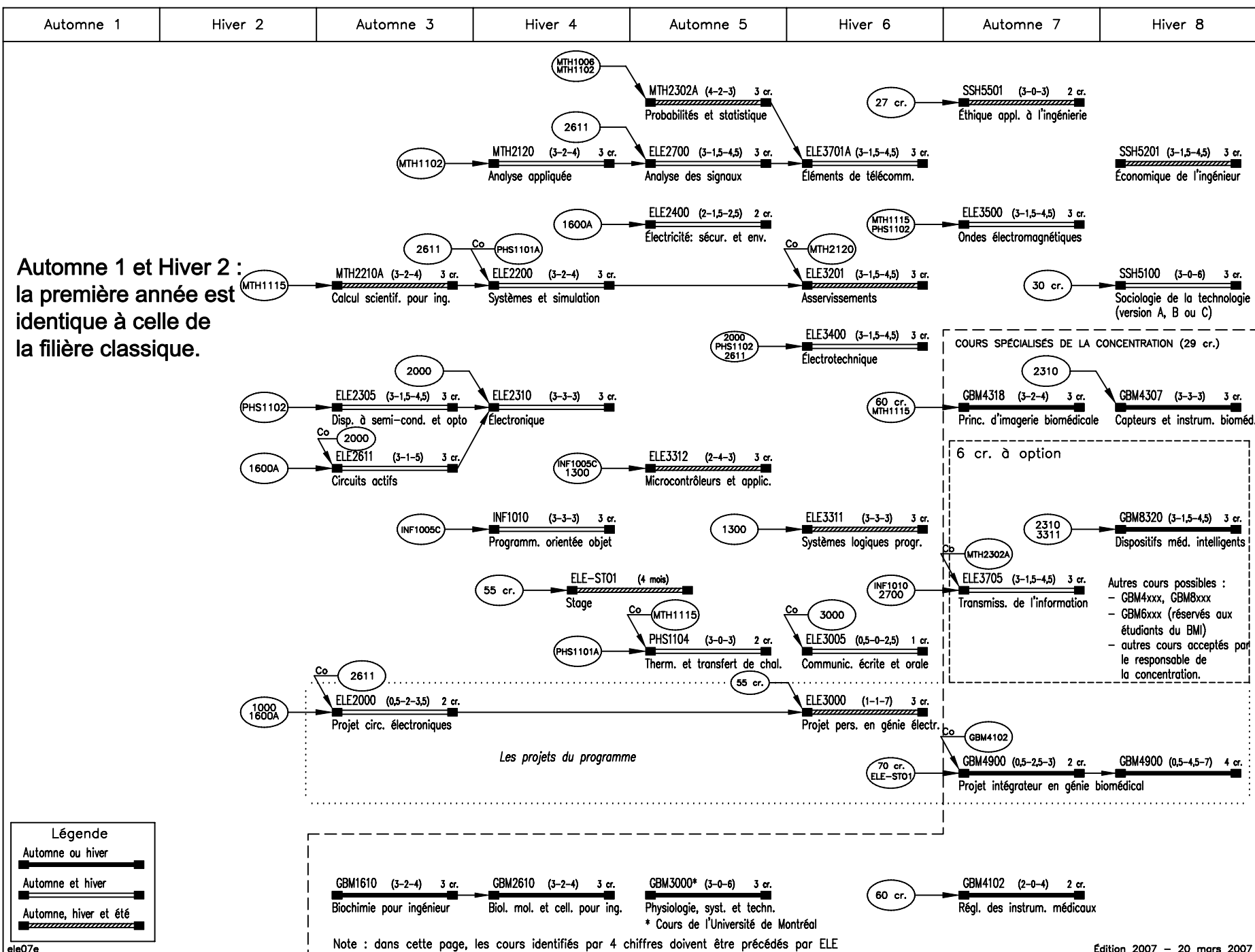
Edition 2007 – 20 mars 2008

GÉNIE ÉLECTRIQUE – Concentration Avionique

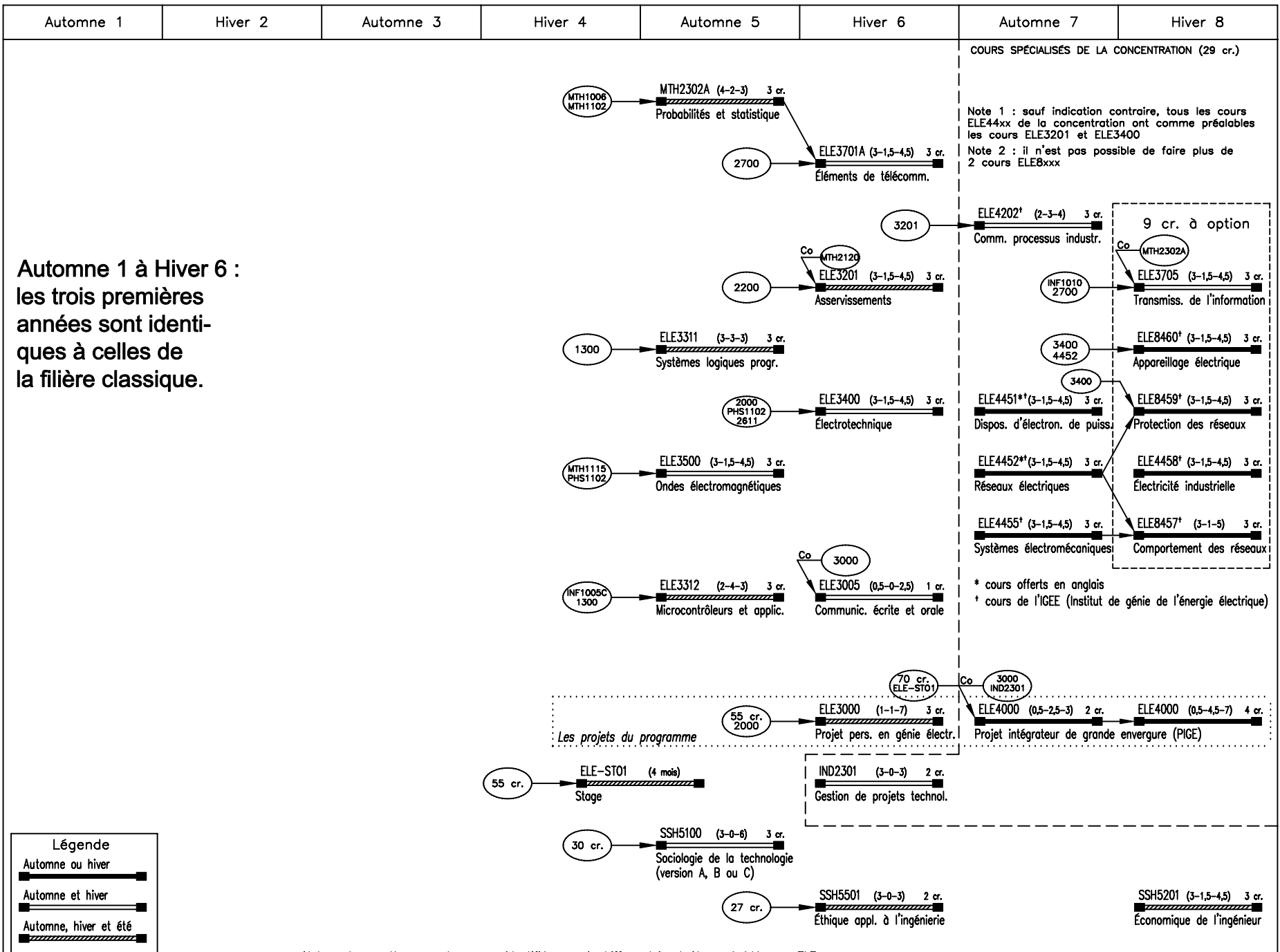


Note : dans cette page, les cours identifiés par 4 chiffres doivent être précédés par ELE

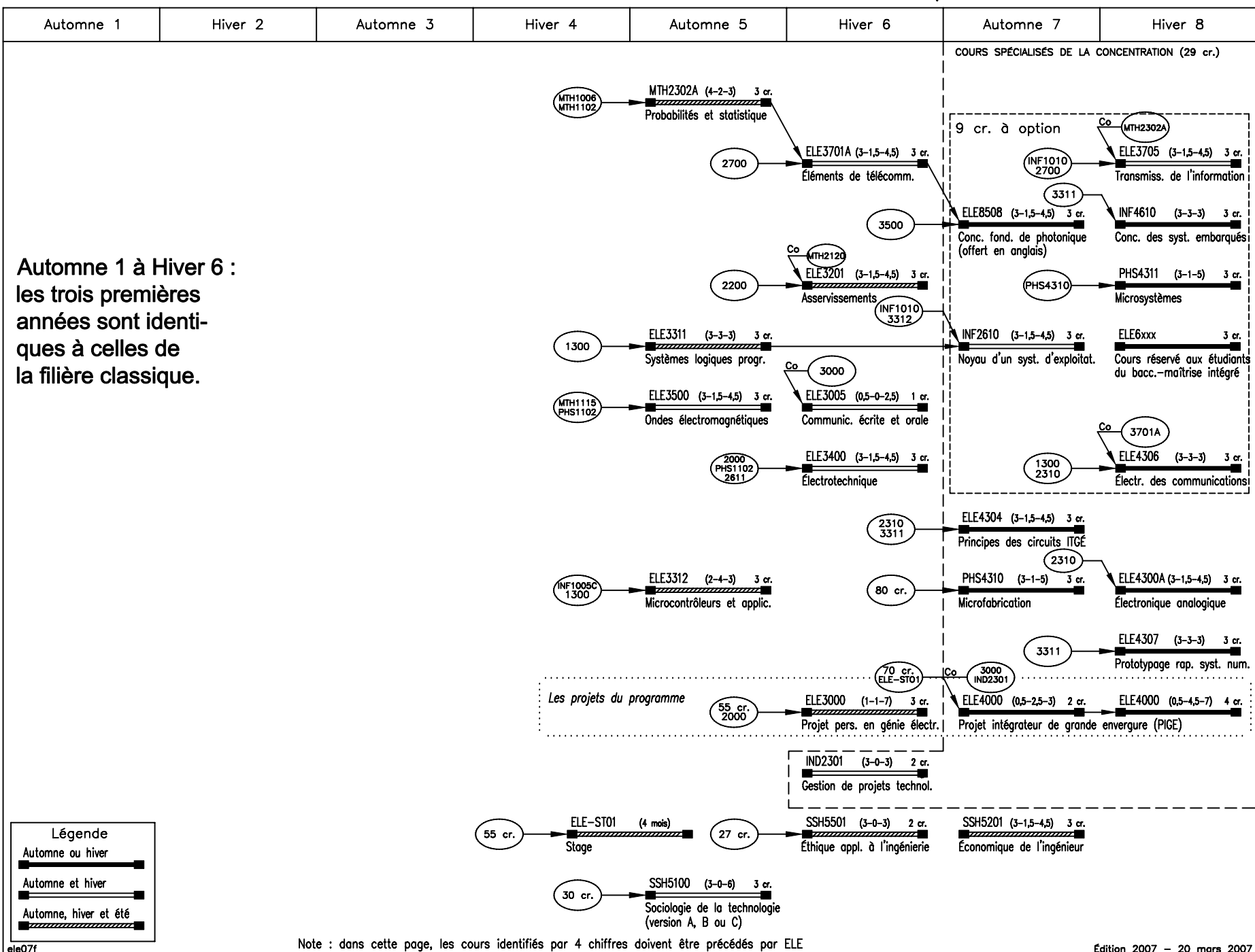
GÉNIE ÉLECTRIQUE – Concentration Génie biomédical



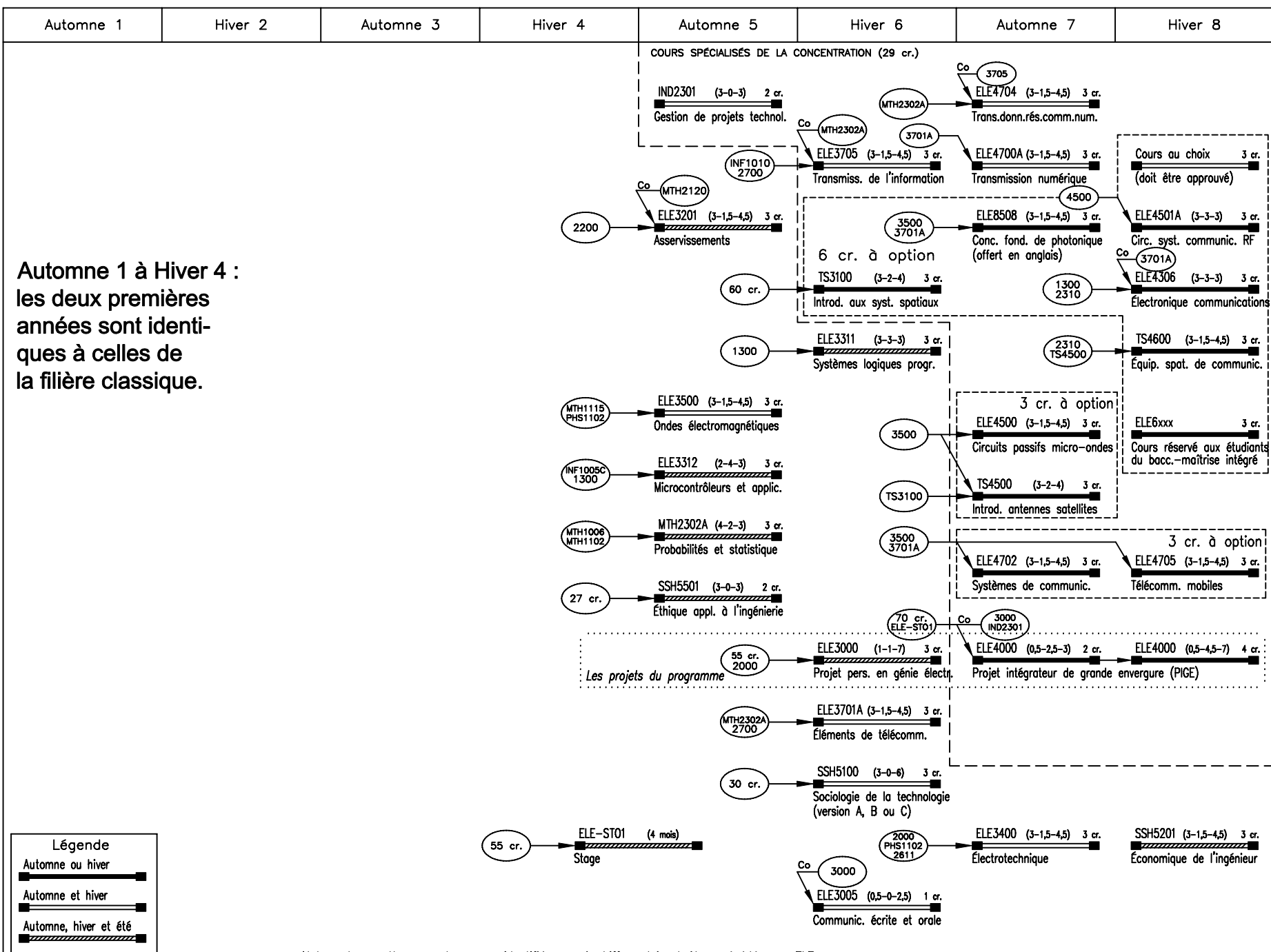
GÉNIE ÉLECTRIQUE – Concentration Énergie électrique



GÉNIE ÉLECTRIQUE – Concentration Microélectronique



GÉNIE ÉLECTRIQUE – Concentration Télécommunications



3.2.5. Modifications apportées aux concentrations existantes

Cette section décrit les modifications apportées aux cinq concentrations déjà existantes :

- **Concentration Avionique**
- **Concentration Énergie électrique**
- **Concentration Génie Biomédical**
- **Concentration Microélectronique**
- **Concentration Télécommunications**

3.2.5.1. Concentration Avionique

Dans la concentration avionique, le cours AE4710 Avionique passe de 2 à 3 crédits et devient AE4715 alors que le cours AE3200 Caractéristiques de l'avion passe de 2 à 1 crédit. La nouvelle analyse de cours pour AE4715 est fournie en annexe de ce présent document.

3.2.5.2. Concentration Énergie électrique

Le cheminement de la concentration Énergie électrique a été modifié à chaque année, et ce depuis quatre ans. Afin de stabiliser le cheminement académique et l'offre de cours de la concentration Énergie électrique, les changements suivants ont été apportés : les cours du programme de la concentration sont répartis en un bloc de quatre cours obligatoires et un bloc à option comprenant six cours, dans lequel trois cours doivent être choisis par l'étudiant inscrit dans la concentration Énergie électrique. Les cours faisant partie du programme IGEE sont identifiés par le sigle IGEE. La répartition des cours obligatoires et à option se fait selon le tableau suivant :

Cours obligatoires (12 cr)
IGEE401/ELE4451 Dispositifs d'électronique de puissance (3 cr)
IGEE402/ELE4452 Réseaux électriques (3 cr)
IGEE404/ELE4202 Commande des processus industriels (3 cr)
IGEE405/ELE4455 Systèmes électromécaniques (3 cr)
Cours à options (9 cr)
ELE3705 Transmission de l'information
IGEE407/ELE8457 Comportement des réseaux électriques (3 cr)
IGEE408/ELE4458 Électricité industrielle (3 cr)
IGEE409/ELE8459 Protection des réseaux (3 cr)
IGEE410/ELE8460 Appareillage électrique (3 cr)

Il est à noter que dans ce nouveau cheminement, le cours spécial ELE4xxx est supprimé et le cours SSH5201 Économie de l'ingénieur est déplacé du trimestre Automne 7 à Hiver 8. Le cheminement montré à la page 31 reflète ces derniers changements.

Les étudiants faisant la concentration Énergie électrique et inscrits à l'IGEE devront respecter les contraintes particulières du programme IGEE. Par exemple, pour l'année 2006-07 et au niveau des cours à option, ces étudiants devaient choisir un cours parmi les cours ELE4453 ou ELE8457, les deux autres cours pouvant être choisis parmi les six autres cours à option. Pour l'année 2007-08, le programme IGEE n'est pas encore déterminé. Cependant, il se présentera sous forme d'une contrainte particulière au programme proposé pour la concentration Énergie électrique.

3.2.5.3. Concentration Génie Biomédical

Les changements apportés à la concentration biomédicale sont les suivants :

- GBM1610 Biochimie pour ingénieur est déplacé de la session Hiver 2 à Automne 3
- GBM2610 Biologie moléculaire et cellulaire pour ingénieur est déplacée de la session Automne 3 à Hiver 4
- PHS1101A Mécanique pour ingénieur est déplacé de la session Hiver 4 à Hiver 2

Ces changements impliquent que la concentration débute à la deuxième année du baccalauréat.

3.2.5.4. Concentration Microélectronique

Le cheminement de la concentration microélectronique présenté dans le livrable D a été modifié. Les modifications apportées sont les suivantes :

- Le cours ELE4307 «Prototypage rapide et systèmes numériques» (3 cr.) devient obligatoire
- Le cours INF6501 «Spécification et Conception de Systèmes Embarqués» est remplacé par le cours INF4610 «Méthode de conception pour systèmes embarqués» lequel devient optionnel.
- Le cours PHS4201 «Optoélectronique» est remplacé par le cours ELE8508 «Concepts fondamentaux de photonique»
- Ajout du cours ELE3312 comme préalable au cours INF2610.
- Le cours ELE8xxx «Circuit intégrés RF» est retiré de la concentration et remplacé par le cours ELE4306 Électronique des communications.

Mentionnons aussi que les deux cours, ELE4304 (en automne) et ELE4300A (en hiver) qu'une seule fois par année. Le tableau de la page 32 reflète les changements proposés.

3.2.5.5. Concentration Télécommunications

Une première modification apportée à la concentration télécommunications concerne le cours de physique PHS4201 «Optoélectronique» lequel est remplacé par le cours ELE8508 «Concepts fondamentaux de photonique» (anciennement ELE6508). Cette modification est nécessaire afin de tenir compte des changements de préalables récemment apportés au cours PHS4201. En effet, ces changements de préalables ne permettent plus aux étudiants de génie électrique de suivre ce cours. Le cours ELE8508 dont le responsable est Raman Kashyap est donc modifié dans le but d'harmoniser son contenu à celui de la concentration télécommunications.

Une deuxième modification concerne le changement de trimestre du cours ELE4306 :

- ELE4306 Électronique des communications (3 cr) est déplacé de l'automne 7 à l'hiver 8

Le cheminement de la concentration Télécommunications montré aux pages précédentes reflète ces modifications.

3.3. Moyens mis en œuvre pour l'internationalisation du cursus

Pour favoriser l'internationalisation des études en 3^{ème} année, nous avons créé en 4^{ème} année une nouvelle **orientation personnalisée** qui permettra de créditer certains cours suivis durant une période d'échange à l'étranger pour lesquels il n'y a pas de cours équivalents dans le cœur de notre programme, mais qui ont une pertinence pour la formation en génie électrique (e.g. métrologie, acquisition de données, etc.) et qui auront été acceptés préalablement par le coordonnateur du programme.

Des démarches auprès d'institutions tel que SUPÉLEC (École Supérieure d'Électricité) en France ont conduit à l'internationalisation du programme de génie électrique. Une orientation thématique internationale pourrait être aussi considérée.

3.3.1. Projet de formation de spécialisation de dernière année à SUPELEC

Depuis quelques années, une entente entre Polytechnique et SUPELEC est en vigueur. En effet, le département de Génie électrique reçoit des étudiants de dernière année de SUPELEC dans le cadre d'un programme BMI (passage du baccalauréat à la maîtrise). En particulier dans l'année 2005-2006, 10 étudiants de SUPELEC ont été accueillis au département de Génie électrique. D'autre part, deux étudiants sont actuellement à SUPELEC pour une double

diplômation. Il y a donc un intérêt d'établir une certaine réciprocité dans les échanges d'étudiants : des étudiants de 4^{ième} année du DGÉ-Polytechnique pourraient aller compléter leur 4^{ième} année d'études à SUPELEC. SUPELEC offre des programmes de spécialisation en 3^{ième} année, complémentaires aux orientations ou concentrations offertes au DGÉ. Il est donc pertinent pour nos étudiants en Génie électrique de réaliser une dernière année de formation à SUPÉLEC.

3.3.2. Examen des équivalences de formation DGÉ POLYTECHNIQUE vs SUPÉLEC

Après 2 années de classe préparatoire, SUPÉLEC offre une formation de 3 ans. En comparaison, le département de Génie électrique de Polytechnique procure une formation sur 4 ans et ce, après deux ans de CEGEP. Selon notre analyse, les cours obligatoires du programme de génie électrique de Polytechnique sont concentrés sur les 3 premières années et couvrent environ 90 % à 95 % de la formation en 1^{ière} et 2^{ième} années à SUPÉLEC. En particulier, trois cours offerts dans le programme de SUPÉLEC (Électronique HF, Traitement et conversion de l'énergie électrique) n'apparaissent pas dans les 3 premières années du programme de génie électrique de Polytechnique. Afin de compenser les différences de formation entre les deux institutions, il a été convenu de compléter la formation des étudiants par des lectures dirigées supervisées par des professeurs et à partir des documents suivants :

- Méthodes d'optimisation : livre de P.G. Ciarlet, «Introduction à l'analyse numérique et à l'optimisation», Ed. Masson
- Systèmes d'information : livre de G. et O. Gardarin, «Le client-Serveur», Ed. Eyrolles
- Représentation et analyse statistique des signaux : livre de A. Papoulis, S.Unnikrishna, «Probability, Random Variables and Stochastic Process». Mise à niveau sur les aspects stochastiques
- Polycopié du professeur pour le cours Traitement et conversion de l'énergie électrique.

Il serait donc possible pour nos étudiants possédant une moyenne cumulative suffisante (> 3.0, comme pour le BMI), de compléter leur 4^{ième} année à SUPÉLEC en tenant compte des différences entre les deux programmes. Cependant, afin de s'assurer que ces étudiants ont un niveau adéquat en mathématique, leur dossier académique devra être examiné.

3.3.3. Projet : formation de spécialisation de dernière année à SUPÉLEC

Selon notre analyse, deux programmes de formation sont à privilégier :

1. Signaux, Images et Formes (Campus Metz) : ce programme est complémentaire aux orientations et concentrations proposées à Polytechnique. Le professeur Yves Goussard serait le responsable de cette collaboration.

2. Systèmes énergétiques (Campus de Gif) : ce programme est complémentaire à la concentration «énergie électrique» offerte par Polytechnique. À cet égard, il existe déjà une collaboration au niveau recherche avec Polytechnique. Le professeur J. Mahseredjian serait le responsable de cette collaboration.

Ces deux programmes offerts par SUPÉLEC sont montrés dans les tableaux ci-dessous.

SIGNAUX, IMAGES ET FORMES Professeur responsable : Patrick TURELLE	SIF
---	------------

COURS	TD / BE	EXAMENS	MATIÈRES	Crédits ECTS
15 h 30 h	6 h 18 h	EE 1 {	1 - THÉORIE DES SIGNAUX ET DES SYSTÈMES Transformations et outils discrets Traitement statistique du signal 2 - MÉTHODES ET ALGORITHMES DE TRAITEMENT NUMÉRIQUE DES SIGNAUX	4
18 h	6 h	EE 2	Traitement du signal en télécommunications	2
12 h	6 h	PR 1	Analyse temps-fréquence et analyse polyspectrale	2
18 h	6 h	EO 1	Modélisation et analyse spectrale	2
12 h	3 h	EO 2	Reconnaissance des formes	2
18 h 22,5 h 12 h 27 h		PR 2 EO 3 * {	3 - TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SON ET DE L'IMAGE Traitement de la parole Traitement des images Morphologie mathématique et analyse des images	2 2 2
15 h	3 h	EXP 1 EO 4	Composants et outils informatiques pour le traitement du signal Traitement et compression des données multimédias	2 2
12 h 7,5 h 7,5 h 15 h		EO 5 ** EO 3 * EO 5 ** {	4 - APPLICATIONS DU TRAITEMENT DU SIGNAL Applications du traitement du signal et de l'image aux signaux radar Imagerie médicale Télévision numérique Son numérique	2
	(70 h)		5 - ÉTUDES ET PROJET 2 études 1 projet	4 8
30 h 21 h			6 - ENSEIGNEMENT ÉLECTIF Cours électifs 1 et 2 Langues vivantes	4 2
	avril à septembre		7 - TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES	20
292,5 h	48 h (70 h)	2 EE + 5 EO 2 PR + 1 EXP		

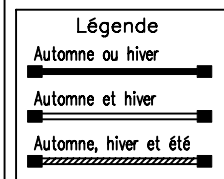
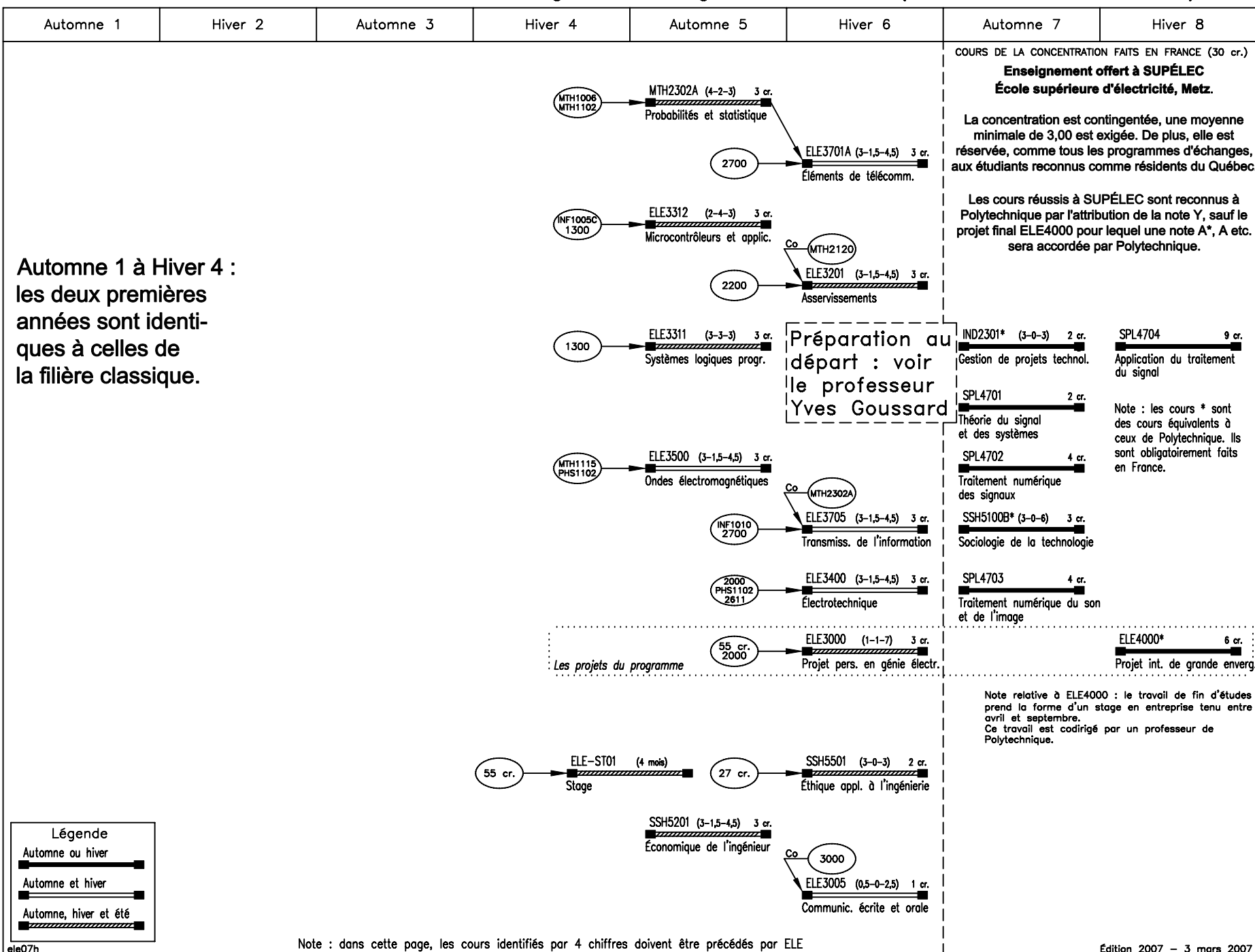
SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES Professeur Responsable : Jean-Claude VANNIER	SE
--	-----------

COURS	TD / BE	EXAMENS	MATIÈRES	Crédits ECTS
21 h	6 h	EO 1	1 - PRODUCTION, TRANSPORT ET DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE	
18 h	6 h	EE 1	Production d'énergie électrique	2
21 h		EE 2	Réseaux de transport et de distribution d'électricité	2
15 h	9 h	EO 2	Économie et organisation des industries de réseaux	2
			Perturbations, protections, capteurs	1,5
			2 - MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET APPLICATIONS	
12 h	9 h & 4 EL	EO 3	Automatique	2
21 h	3 h	EE 3	Électronique de puissance	2
12 h	9 h	EO 4	Systèmes à vitesse variable	1,5
15 h	6 h	EE 4	Machines électriques en régime dynamique	1,5
18 h	3 h	EE 5	Énergie électrique dans les systèmes embarqués	1,5
			3 - PHYSIQUE ET MODÈLES POUR LES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES	
15 h	3 h	EXP 1	Outils informatiques scientifiques	1
	18 h	EO 5	Modèles numériques en énergétique	1
18 h	6 h	EE 6	Matériaux isolants et décharges électriques	2
	3 EL		4 - RAPPELS SUR LES MACHINES ET CONVERTISSEURS	
	300 h		5 - ÉTUDE INDUSTRIELLE	14
			6 - ENSEIGNEMENT ÉLECTIF	
30 h			Cours électifs 1 et 2	4
21 h			Langues vivantes	2
	avril à septembre		7 - TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES	20
237 h	78 h & 7 EL	6 EE + 5 EO + 1 EXP		

3.3.4. Conditions à satisfaire

Pour s'inscrire à cette dernière année, les étudiants de DGÉ-POLY doivent avoir complété 91 crédits. Afin d'implémenter cette dernière année, un certain nombre de modifications au cheminement régulier des étudiants sont nécessaires. Les deux tableaux des pages suivantes montrent les cheminements pour les concentrations «Signaux, Images et Formes» et «Systèmes Énergétiques».

GÉNIE ÉLECTRIQUE – Concentration Signaux, images et formes (une année en France)



GÉNIE ÉLECTRIQUE – Concentration Systèmes énergétiques (une année en France)

Automne 1	Hiver 2	Automne 3	Hiver 4	Automne 5	Hiver 6	Automne 7	Hiver 8
Automne 1 à Hiver 4 : les deux premières années sont identiques à celles de la filière classique.						COURS DE LA CONCENTRATION FAITS EN FRANCE (30 cr.) Enseignement offert à SUPÉLEC École supérieure d'électricité, Gif-sur-Yvette. La concentration est contingentée, une moyenne minimale de 3,00 est exigée. De plus, elle est réservée, comme tous les programmes d'échanges, aux étudiants reconnus comme résidents du Québec. Les cours réussis à SUPÉLEC sont reconnus à Polytechnique par l'attribution de la note Y, sauf le projet final ELE4000 pour lequel une note A*, A etc. sera accordée par Polytechnique.	
MTH1006 MTH1102 → MTH2302A (4-2-3) 3 cr. Probabilités et statistique 2700 → ELE3701A (3-1,5-4,5) 3 cr. Éléments de télécomm. INF1005C 1300 → ELE3312 (2-4-3) 3 cr. Microcontrôleurs et applic. 2200 → ELE3201 (3-1,5-4,5) 3 cr. Asservissements 1300 → ELE3311 (3-3-3) 3 cr. Systèmes logiques progr. MTH1115 PHS1102 → ELE3500 (3-1,5-4,5) 3 cr. Ondes électromagnétiques INF1010 2700 → ELE3705 (3-1,5-4,5) 3 cr. Transmiss. de l'information 2000 PHS1102 2611 → ELE3400 (3-1,5-4,5) 3 cr. Électrotechnique 55 cr. 2000 → ELE3000 (1-1-7) 3 cr. Projet pers. en génie électr. 55 cr. → ELE-ST01 (4 mois) Stage 27 cr. → SSH5501 (3-0-3) 2 cr. Éthique appl. à l'ingénierie SSH5201 (3-1,5-4,5) 3 cr. Économique de l'ingénieur 3000 → ELE3005 (0,5-0-2,5) 1 cr. Communic. écrite et orale						IND2301* (3-0-3) 2 cr. Gestion de projets technol. SPL4401 4 cr. Production, transport et distribution SPL4402 5 cr. Maîtrise de l'énergie électrique et applications SSH5100B* (3-0-6) 3 cr. Sociologie de la technologie SPL4403 2 cr. Modélisation de syst. énergét. SPL4404 8 cr. Étude industrielle ELE4000* 6 cr. Projet int. de grande enverg. Note : les cours * sont des cours équivalents à ceux de Polytechnique. Ils sont obligatoirement faits en France. Note relative à ELE4000 : le travail de fin d'études prend la forme d'un stage en entreprise tenu entre avril et septembre. Ce travail est codirigé par un professeur de Polytechnique.	
Préparation au départ : voir le professeur Jean Mahseredjian							
Les projets du programme							
Légende Automne ou hiver Automne et hiver Automne, hiver et été							

Note : dans cette page, les cours identifiés par 4 chiffres doivent être précédés par ELE

Les cours ELE3705 Transmission de l'information et SSH5201 Économique pour l'ingénieur devront être complétés avant de débiter un programme à SUPÉLEC. Par conséquent, ces deux cours ont été déplacés en 3^{ième} année (automne 5 et Hiver 6) et le cours IND2301 Gestion de projets technologiques est déplacé en 4^{ième} année.

Pour rencontrer les normes du BCAP, l'étudiant complétant la 3^{ième} année de SUPÉLEC et réalisant son Travail de fin d'études devra être inscrit simultanément à l'École Polytechnique de Montréal au cours ELE4000 Projet intégrateur de grande envergure (avec un co-directeur à Polytechnique). Son travail devra être évalué dans les deux institutions. Ce travail de fin d'études devra également comprendre une formation pratique en gestion de projets en équivalence au cours IND2301 Gestion des projets technologiques. Le cours SSH5100 Sociologie de la technologie ou un cours équivalent sera pris à SUPÉLEC dans le cadre des enseignements électifs de 3^e année.

La structure de formation typique à SUPÉLEC en 3^{ième} année comprend les cours et les activités suivantes :

- Cours : 22 cr.
- Études et projet : 6 cr.
- Enseignement électif : 3 cr.
- Travail de fin d'études : 10 cr.

Comme l'indique le tableau d'équivalence suivant, les étudiants du DGÉ-Poly, devront prendre 3 cours électifs et le Travail de fin d'études devra comporter une composante de gestion de projets.

SUPÉLEC 3^e année	Crédits ECTS	Crédits POLY	Équivalence DGÉ-Polytechnique 4^e année
Cours	22	11	Cours à option
Études et projet	12	6	Cours à option
Enseignement électif : Cours électif 1,2 et 3	6	3	SSH à option ou SSH5100 Sociologie de la technologie
Travail de fin d'études	20	10	ELE4000 Projet intégrateur de grande envergure IND2301 Gestion de projets technologiques
Total	60	30	

3.3.5. Respect de la norme du BCAPI pour la dernière année à SUPÉLEC

Comme le montre le Tableau suivant, la norme quantitative du BCAPI pour la dernière année à SUPÉLEC est respectée.

Respect des normes quantitatives du BCAPI pour la dernière année à SUPÉLEC

	minimum BCAPI	cours <u>obligatoires</u> * de la filière classique en génie électrique
	Unités Académiques : UA	Unités Académiques : UA
Total :	1000	1378
Mathématiques	----	335
Sciences fondamentales	----	112
Maths. + sciences fond.	----	446
Études complémentaires	----	94
Sciences du génie	----	575
Conception en ingénierie	225	262
Génie + conception	600	837

Remarque : Exigence BCAPI : ce sont les exigences pour études faites à l'étranger = UA minimales qui doivent être faites dans l'établissement accrédité².

3.4. Modalités pour le passage aux études supérieures

Les modalités de passage du baccalauréat à la maîtrise (BMI) s'appliquent très facilement à notre filière classique puisqu'elle contient une orientation ainsi que deux cours au choix, ce qui correspond à 18 crédits de cours optionnels dont 15 pourront être retranchés du programme de baccalauréat.

Pour ce qui est des concentrations, il s'avère difficile d'appliquer directement les modalités de passage du baccalauréat à la maîtrise du fait, qu'il n'est pas toujours possible de retrancher 15 crédits de cours sans altérer profondément l'essence même des concentrations. En effet, en excluant les 9 crédits de projets intégrateurs, retrancher 15 crédits de cours correspond à retirer 70% de leurs crédits de cours. Cependant, nous avons examiné cette question plus en profondeur afin de satisfaire aux exigences de l'École en ce qui concerne le BMI.

On remarque cependant, que pour les deux concentrations, Génie biomédical et Énergie électrique, le nombre de cours aux études supérieures (sous le sigle ELE8xxx) déjà prévu est suffisant pour rencontrer les critères du passage du baccalauréat à la maîtrise. D'autre part, de légères modifications ont été apportées aux deux concentrations microélectroniques et

² Données obtenues de Roger Martin.

télécommunications afin de permettre l'application des modalités du BMI. Ces modifications consistent à ajouter un cours d'études supérieures aux choix dans ces deux concentrations. Pour la concentration avionique, les modalités d'application du BMI sont plus difficiles puisqu'aucun cours de cycles supérieurs ne fait partie de cette concentration. Toutefois, si un étudiant désire vraiment effectuer le BMI dans cette concentration, deux cours de la série 4000 pourraient lui être comptabilisés dans le cadre d'une maîtrise recherche ou trois dans le cadre d'une maîtrise cours.

Ainsi, pour chaque concentration (sauf Avionique), le passage du baccalauréat à une maîtrise recherche pourra se faire en choisissant deux cours de premier cycle et deux cours aux études supérieures (soit ELE8xxx ou ELE6xxx). D'autre part, pour l'étudiant qui désire faire une maîtrise cours, trois cours du premier cycle et deux cours d'études supérieures devront être choisis. Évidemment, le choix de tous ces cours devra être approuvé par le directeur d'études ou de recherche de l'étudiant. De plus, le choix ne peut comprendre le projet intégrateur. Soulignons aussi que pour le passage du baccalauréat à la maîtrise recherche fait à l'intérieur d'une concentration, trois crédits de cours supplémentaires aux études supérieures devraient être effectués afin de compléter les 15 crédits nécessaires à la maîtrise. Dans les quatre tableaux suivants, on montre les modalités du BMI pour chaque concentration (sauf pour la concentration Avionique).

Concentration Génie biomédical
Maîtrise recherche ➤ 2 cours du baccalauréat ➤ 2 cours études supérieures (spécifier le choix des cours....)
Maîtrise cours ➤ 3 cours du baccalauréat ➤ 2 cours études supérieures (spécifier le choix des cours....)
Dans ce cas, la maîtrise sera obtenue soit en génie électrique ou soit en génie biomédical.

Concentration Énergie électrique
Maîtrise recherche ➤ 2 cours du baccalauréat ➤ 2 cours études supérieures parmi ELE8460, ELE8459, ELE8457
Maîtrise cours ➤ 3 cours du baccalauréat ➤ 2 cours études supérieures ELE8460, ELE8459, ELE8457
Dans ce cas, la maîtrise ne peut être obtenue qu'en génie électrique.

Concentration Microélectronique
Maîtrise recherche ➤ 2 cours du baccalauréat ➤ 2 cours études supérieures parmi ELE8508, un cours au choix : ELE6xxx/8xxx.
Maîtrise cours ➤ 3 cours du baccalauréat ➤ 2 cours études supérieures ELE8508, un cours au choix : ELE6xxx/8xxx.
Dans ce cas, la maîtrise ne peut être obtenue qu'en génie électrique.

Concentration Télécommunications
Maîtrise recherche ➤ 2 cours du baccalauréat ➤ 2 cours études supérieures parmi ELE8508, un cours au choix : ELE6xxx/8xxx.
Maîtrise cours ➤ 3 cours du baccalauréat ➤ 2 cours études supérieures ELE8508, un cours au choix : ELE6xxx/8xxx.
Dans ce cas, la maîtrise ne peut être obtenue qu'en génie électrique.

Il est important de souligner que l'étudiant **devra obligatoirement faire valider et approuver** son choix de cours dans le programme BMI par le **coordonnateur du programme du baccalauréat et le coordonnateur des études supérieures** ainsi que par le **directeur du programme d'études**.

3.5. Double diplôme

La possibilité d'offrir un double diplôme a été examinée et des institutions Européennes ont été identifiées pour ce programme. Le tableau suivant donne la liste de ces institutions.

Institutions identifiées pour le programme avec double diplôme
École Nationale Supérieure des Mines de Paris (ENSMMP)
École Nationale Supérieure de Techniques Avancées (ENSTA)
École Nationale Supérieure d'Électricité (SUPÉLEC)
École Nationale Supérieure d'Aéronautique et de l'Espace (SUPAÉRO)
École Polytechnique de Paris (L'X)
École Centrale de Paris (ECP)
École Centrale de Lyon (ECL)
École Centrale de Nantes (ECN)
École Centrale de Marseille (ECM)

4. Conclusion

Le présent document finalise le projet d'implantation du nouveau programme de génie électrique qui s'inscrit dans le projet de formation pour le baccalauréat en ingénierie à l'École Polytechnique. Amorcé en 2003, le projet de renouvellement du programme de génie électrique s'est appuyé sur une réflexion concernant le rôle et les compétences de l'ingénieur electricien d'aujourd'hui. Une large consultation a permis de résumer ce rôle dans les termes suivants :

Le rôle de l'ingénieur en génie électrique est de concevoir des systèmes qui ont trait à la production, au transport, à la distribution et à l'utilisation de l'électricité dans des secteurs aussi variés que l'industrie de la fabrication, l'électronique et ses applications multiples, les communications terrestres et spatiales, les contrôles automatiques et le génie biomédical.

La formation de l'ingénieur electricien doit donc s'appuyer sur l'acquisition de solides connaissances scientifiques et techniques, sur le développement de compétences professionnelles et sur la sensibilisation aux responsabilités de la profession. Cette vision de la formation de l'ingénieur electricien constitue les objectifs du nouveau programme de formation en génie électrique qui ont été présentés dans l'ensemble des livrables.

Ainsi, le nouveau programme de génie électrique vise à former des ingénieurs diplômés qui ont des connaissances solides en mathématiques, en sciences fondamentales et en sciences

appliquées. Il vise aussi à former ces futurs ingénieurs afin qu'ils connaissent les règles d'éthique, de la santé et de la sécurité, les lois et règlements de la profession ainsi que le rôle de l'ingénieur dans la société tout en considérant les concepts de développement durable et de gestion environnementale. Le nouveau programme de formation en génie électrique a été modifié dans le but d'introduire des techniques et des outils modernes de conception de systèmes afin que nos diplômés soient capables de concevoir, de réaliser et d'analyser des systèmes complexes. De plus, afin de répondre aux objectifs visés, le nouveau programme introduit dans ces cours, des méthodes de gestion de projet d'ingénierie et de communications écrites et orales efficaces afin que ces futurs ingénieurs soient aussi des personnes autonomes qui savent travailler en équipe.

Il est bon de mentionner que l'implantation de ce nouveau programme a débuté en 2004 soit un an avant le démarrage du projet de formation (PDF) de l'École Polytechnique. Depuis, des modifications et ajustements ont été apportés aux trois premières années du programme afin de répondre le plus efficacement possibles aux objectifs visés par l'implantation du PDF. Ce document présente donc ces dernières modifications et ajustements. Tout d'abord, une mise à jour de l'aspect concernant les habiletés personnelles et relationnelles (HPR) ainsi que les différentes phases d'évaluations des communications écrites et orales ont été présentées. La question qui concerne l'encadrement des étudiants dans le programme de génie électrique a été également abordée dans ce document. Ce présent document fournit alors une synthèse et une vue d'ensemble des objectifs du nouveau programme de génie électrique.

Une grande partie de ce document porte sur les changements proposés pour la quatrième année du programme de baccalauréat en génie électrique. En particulier, ce document fait état des modifications apportées aux cinq concentrations du programme de génie électrique.

Le dernier projet intégrateur en génie électrique, ELE4000 Projet Intégrateur de Grande Envergure, a été défini. Ce projet sera réalisé en deux trimestres (Automne (2 cr.)-Hiver (4 cr.)). D'autre part, les aspects concernant les ressources, le support et le budget alloué pour la réalisation d'un tel projet ont été définis et présentés. L'internationalisation du programme de génie électrique a été aussi abordé en présentant les développements concernant l'entente entre les deux institutions SUPÉLEC et Polytechnique.

Dans le souci de poursuivre l'atteinte des objectifs visés par le nouveau programme de formation en génie électrique, un suivi de l'évolution du nouveau programme permettra des ajustements adéquats afin d'assurer une formation et un enseignement de qualité en génie électrique.