

Evaluation du concept des filières de bachelor

Filière GÉNIE ÉLECTRIQUE

1. Intégration dans la planification stratégique

Le modèle de gouvernance développé par la HES-SO (Annexe 1) pour répondre aux exigences du conseil fédéral représente la base de la justification de l'offre de formation proposée dans l'ensemble de l'institution. On y lit notamment, concernant la formation de base, qu'elle

- privilégie une approche basée sur les tronc communs et les orientations, déterminées en fonction de l'excellence, de l'adéquation avec le tissu local et des infrastructures existantes (ch. A.1.1, al. 4) ;
- regroupe les formations au travers de six domaines (ch. A.1.1, al. 4) ;
- crée les conditions cadre favorisant la mobilité des étudiant-e-s et des professeur-e-s (ch. A.1.1, al. 9)

1.1. Intégration de la filière dans le profil global de la HES et de l'école membre

La filière Génie Electrique fait partie des formations offertes par le domaine des technologies industrielles, au même titre que les filières Mécanique, Microtechniques et Systèmes Industriels. Elle est proposée sur les sites de l'Ecole d'Ingénieurs et d'Architectes de Fribourg (EIA-FR), de la Haute Ecole de l'Arc Jurassien au Locle et à St-Imier (HE-Arc) et de la Haute Ecole d'Ingénieurs et de Gestion du Canton de Vaud à Yverdon-les-Bains (HEIG-VD).

Pour répondre au souci d'adéquation avec le tissu économique local exprimé par la direction de la HES-SO, elle propose une formation sur plusieurs sites, chaque site offrant plusieurs orientations de la filière. Afin de permettre à l'étudiant-e d'enrichir son projet de formation, elle favorise un échange entre sites pour tout ou partie de la phase de spécialisation, du travail de bachelor et durant les cours HES d'été.

1.2. Synergie avec d'autres filières de la HES

La filière partage une partie des champs d'études techniques et professionnels avec les autres filières du domaine. Toutefois, bien que certains enseignements soient communs, il n'est pas possible de grouper ces éléments au sein de mêmes modules, car les compétences et le degré d'approfondissement visés sont dans la plupart des cas différents. En revanche, certains modules de connaissances générales (langue, communication, gestion) et scientifiques (mathématiques, physique), sont communs selon les sites avec d'autres filières du même domaine, voire d'autres domaines.

2. Nombre d'étudiant-e-s / demande

2.1. Effectifs recensés et attendus

Le nombre prévisionnel d'étudiant-e-s dépasse largement la valeur indicative de 75 étudiant-e-s (25 par année) fixée par la Confédération.

Totaux des étudiant-e-s dans les 3 écoles-sites			Nouvelles inscriptions à la rentrée 05	Nouvelles inscriptions attendues à la rentrée 06
15.11.2002	15.11.2003	15.11.2004		
328	303	305	149	160

2.2. Adéquation offre / demande

Grâce à l'organisation modulaire et à l'exploitation des synergies avec les filières voisines, la filière Génie Electrique est en mesure d'accueillir tous-toutes les candidat-e-s à cette formation qui ont les capacités requises. Les variations d'effectifs entre les orientations et d'une année à l'autre sont absorbées sans difficultés majeures. L'examen d'entrée auquel sont soumis-es les porteurs-euses d'un CFC sans maturité fédérale est uniquement destiné à vérifier le niveau de compétences et non à réguler les effectifs.

2.3. Mesures relatives à la thématique genre¹

La gent féminine demeure insuffisamment représentée au sein de la population estudiantine de la filière (5,2% selon le relevé des étudiant-e-s au 15.11.04).

Briser le stéréotype qui consiste à penser que les formations et les métiers techniques sont une affaire d'hommes, permettre aux jeunes femmes d'envisager et d'entreprendre une formation d'ingénieure, tel est l'objectif des différentes mesures mises en place au sein de la filière.

Outre l'utilisation d'un langage épique dans ses campagnes promotionnelles, la filière participe activement au plan d'action mis en place à l'échelon fédéral pour augmenter la représentation des femmes dans les HES par le biais de projets cofinancés par l'OFFT :

- Le journal et le site internet *l'Ingénieuse* présentent des portraits d'étudiantes et d'ingénieures, des produits technologiques. Partant d'exemples concrets, *l'Ingénieuse* décrit le métier, retrace les filières de formation

Concept Bachelor de la filière Génie électrique

- d'ingénieur-e HES qui y préparent. <http://egalite.eivd.ch/web/ing/home/>
- Les stages WINS (Women in science) sont proposés à des étudiantes de treize à dix-huit ans. Ce programme permet aux jeunes filles d'effectuer un stage dans une des écoles d'ingénieur-e-s de la HES-SO afin d'y découvrir une des filières techniques proposées.
<http://egalite.eivd.ch/wins/> - <http://www.hevs.ch/wins/> - <http://www.unifr.ch/wins/> - <http://www.eig.unige.ch/images/wins.pdf>
- L'année préparatoire « Future ingénieure » est destinée aux détentrices d'une maturité fédérale ou d'un titre jugé équivalent ou d'un diplôme de l'Ecole de degré diplôme (EDD). Ce programme leur permet de mûrir leur choix professionnel, d'expérimenter un certain nombre de filières techniques avant d'effectuer le choix définitif de leur future formation d'ingénieure HES. <http://www.future-ingenieure.ch>
- Un programme de Mentoring et de mise en réseau avec des femmes actives est mis en place dans les écoles afin d'accompagner les étudiantes jusqu'au terme de leurs études, dans un cadre propice aux échanges, à la réflexion sur la place et le rôle de l'ingénieure dans la société, de sorte à préparer au mieux leur insertion professionnelle.
<http://www.fem-tec.ch> - <http://egalite.eivd.ch/mentoring/>
- Le projet Arc-Ideé vise à mettre en situation professionnelle de mixité des étudiant-e-s HES des quatre domaines ingénierie, arts appliqués, économie et santé pour développer une « montre pour personnel soignant ». <http://www.he-arc.ch/ingenierie>

¹ Le genre est le sexe social. Il se distingue du sexe biologique (différence d'anatomie et de chromosomes).
Le genre définit le rapport socialement construit entre les femmes et les hommes.

3. Internationalisation et mobilité

Dans le contexte de la filière Génie Electrique, la mobilité vise à permettre à l'étudiant-e d'acquérir, outre des compétences techniques particulières, des compétences sociales (ouverture d'esprit, autonomie) et linguistiques supplémentaires. Dans la mesure du possible, cette expérience doit pouvoir se faire sans occasionner de retard dans le cursus de l'étudiant.

3.1. Moyens axés sur l'internationalisation et la mobilité

Afin de faciliter la mobilité des étudiant-e-s, la filière dispose des mesures pédagogiques, administratives et financières suivantes :

- Enseignement :
 - La filière dispense un **enseignement en langues** (anglais et/ou allemand).
 - La filière offre, sur le site de Fribourg, un **enseignement bilingue** français-allemand donnant lieu à une mention dans le supplément au diplôme.
 - La mobilité est possible dans le cadre d'un ou plusieurs semestres ou du travail de bachelor.
- Transparence des acquis :
 - Chaque module fait l'objet d'une **fiche descriptive** indiquant entre autres les objectifs de formation et le nombre de crédits ECTS associés.
 - L'étudiant-e reçoit chaque semestre un **relevé de notes** détaillant les résultats obtenus dans chaque module réussi.
 - L'ingénieur-e obtient avec son bachelor un **supplément au diplôme** spécifiant les connaissances et compétences particulières acquises durant ses études.
- Relations internationales :
 - La filière dispose d'**accords de coopération** sur des programmes d'échange signés avec des institutions partenaires en Suisse et à l'étranger.
- Finances :
 - La HES-SO dispose d'un **fonds « relations internationales »** constitué dans le but d'aider au financement des échanges internationaux des étudiant-e-s et des professeur-e-s.
 - La HES-SO est partenaire du programme international d'échanges **Erasmus**.

Sur chaque site, des responsables désigné-e-s informent régulièrement les étudiant-e-s sur les possibilités d'échanges, les encouragent et accompagnent les démarches administratives d'inscription et d'accueil. Pour la HES-SO, le bureau central MOVE (<http://move.hevs.ch>) coordonne et soutient ces actions.

3.2. Projets internationaux avec des institutions partenaires

Au niveau international, les partenaires de la filière Génie Electrique sont d'autres hautes écoles à l'étranger, ainsi que, dans le cas particulier de certains travaux de bachelor et de projets de recherche, des entreprises étrangères.

Les accords de collaborations avec les hautes écoles assurent la réciprocité des prestations d'échange : travail de bachelor, études de master, séjours sabbatiques et échanges de professeur-e-s, accueil d'étudiant-e-s pour leur thèse de master ou de doctorat.

Concept Bachelor de la filière Génie électrique

Un nombre toujours croissant de projets de Ra&D dans lesquels des étudiant-es sont impliqués est mené avec des hautes écoles et entreprises étrangères. Les professeur-e-s de la filière, dans le contexte de leurs activités de Ra&D, encadrent également des étudiant-e-s de master et doctorant-e-s de l'étranger.

L'implication dans l'enseignement des participant-e-s à ces échanges contribue à l'enrichissement de la formation tant du point de vue technique que socioculturel.

En résumé, le tableau ci-dessous rapporte un bilan des activités internationales de la filière pour les années 04 et 05. L'annexe 2 fournit une liste détaillée des accords en vigueur et des différents échanges.

Activités internationales de la filière pour les années 04 et 05 :

Type d'activité :	Institution partenaire :	IN	OUT
Travail de diplôme	Canada (uni Laval, Moncton, Calgary), Norvège (uni Bergen), USA (uni Berkeley), Suède (uni Uppsala), Italie (poly Turin), France (ESSAM Mulhouse, ESME Paris)	7	29
Stage ou formation de base	Belgique (Melexis), Canada (uni Laval, Calgary), France (uni Franche-Comté, Toulouse, Limoges, ESSAM Mulhouse, ESME Paris), Chine (uni North China Electrical Power), Inde (IIT Dehli)	9	12
Master	Pologne (poly Krakow), Allemagne (FH-Münich), Canada (uni Laval, Calgary), France (uni Franche-Comté)	5	4
Travail de doctorat	Colombie (uni del Valle – Cali, de Caldas – Manizales), France (uni Franche-Comté)	5	
Participation à des projets de recherche internationaux	F-NL-D-B-PL: Silicon Platforms for Wireless Advanced Networks of Sensors (Eureka) I-F-GB-D: projet TAICHI Chine: Rapid Application Development Tool for Audio DSP Singapour-USA: Pile à combustible pour petites embarcations		

4. Concept de la filière

4.1. Concept centré sur les compétences

Les Hautes Ecoles Spécialisées (HES) s'inscrivent dans une volonté de la Confédération de former des ingénieur-e-s en adéquation directe avec le marché de l'emploi. La très grande majorité des entreprises en Suisse, de l'ordre de 99%, occupe entre 10 et 250 collaborateurs et collaboratrices. Les dispositifs destinés à revitaliser l'économie suisse et stimuler la croissance doivent donc être orientés vers les besoins des PME. Le titre de "bachelor en génie électrique" est décerné à des étudiant-e-s qui ont acquis les compétences personnelles, sociales, spécialisées et méthodologiques ainsi que les savoir-faire nécessaires à l'exercice de la profession d'ingénieur-e dans les applications techniques pour lesquels l'électricité est une énergie ou un signal porteur d'information.

Le concept de filière Bachelor de génie électrique s'appuie sur le référentiel de compétences décrit dans l'annexe 3. Ces compétences sont exprimées selon les différentes phases du traitement d'un projet technique, cœur de l'activité professionnelle de l'ingénieur-e. Le plan de formation, le choix des connaissances et des savoir-faire à acquérir visent à ce que les jeunes diplômé-e-s soient aptes à exercer les compétences définies dans le référentiel. Les unes, principalement techniques, méthodologiques et de communication possèdent une forte composante pratique. Elles assureront aux porteurs et porteuses du titre une **attractivité immédiate pour les entreprises**. Les autres, principalement scientifiques, possèdent une forte composante théorique et incluent l'exercice de l'apprentissage autonome. Elles leur permettront de **poursuivre en permanence leur formation** et de s'épanouir dans leur carrière.

4.2. Principes didactiques

Les principes didactiques mis en œuvre dans nos plans d'études sont les suivants :

- viser l'intégration de connaissances plutôt que l'accumulation de connaissances : projets pluridisciplinaires, état d'esprit pluridisciplinaire dans tous les enseignements, intervention conjointe d'enseignants des diverses disciplines
- viser un apprentissage efficace et durable: faire pour apprendre (8 fois plus efficace que lire, 4 fois plus efficace qu'un exposé audio-visuel), alterner les activités, alternance optimale des matières afin d'éviter tout autant la dispersion que la saturation, contrôle continu induisant un travail régulier, contrôle « sommatif » en fin de module
- viser un apprentissage par immersion : exercices et projets tirés d'applications industrielles et inspirés des activités Ra&D des professeur-e-s de la filière, environnement et méthodes de travail de type industriel (outils professionnels, cahiers des charges, délais, documentation à produire au fur et à mesure, vérifications en continu, recherche de solutions multiples, évaluation et choix des solutions); dans la majorité des cas, le travail de bachelor est proposé et conjointement supervisé par des entreprises ou des instituts de Ra&D
- viser le développement de la créativité: forte proportion de travaux pratiques sous forme de projets avec des spécifications laissant beaucoup de place pour l'imagination; recherche systématique de plusieurs solutions; valorisation de la réalisation concrète d'un prototype fonctionnel (créer = imaginer + réaliser)

Concept Bachelor de la filière Génie électrique

- viser l'autonomie dans l'apprentissage : taux d'encadrement diminuant au cours des études, forte proportion de travail personnel (imposée initialement par un contrôle continu serré), apprentissage par résolution de problèmes, modules à choix en fin de cursus

4.3. Pré requis

Les cursus et les objectifs fixés pour les cours prennent en compte les connaissances acquises dans le cadre d'une formation professionnelle (CFC) dans les domaines de l'électricité et de l'électronique et de la maturité professionnelle technique. Il est recommandé aux étudiants qui ne disposent pas des connaissances requises (autres CFC, diplômes étrangers, diplômes EDD) de suivre une mise à niveau.

5. Structure des études

La formation en trois ans au niveau bachelor représente 180 crédits ECTS. Le total est réparti en 6 grandes subdivisions couvrant l'ensemble des champs d'études propres au Génie électrique. La désignation des subdivisions et le nombre de crédits attribués sont largement inspirés des règles proposées par l'ASIIN (Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik), une des agences allemandes d'accréditation des formations d'ingénieurs. Le détail du plan d'études cadre est donné dans l'annexe 4.

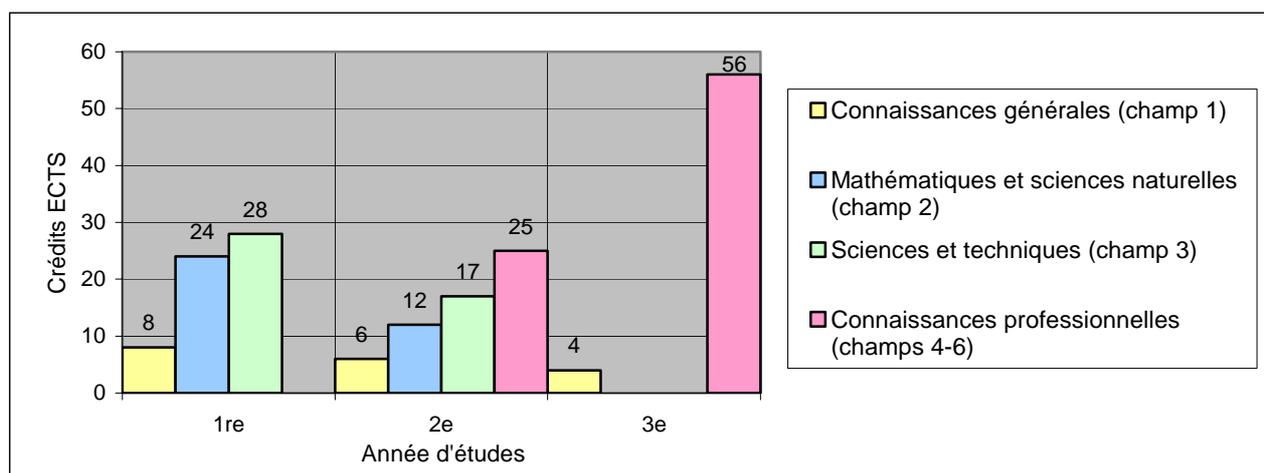
Plan d'études cadre – Filière Génie électrique			
Champs d'études		Part en %	ECTS
1	Connaissances générales	10 %	18
2	Mathématiques et sciences naturelles	20 %	36
3	Sciences et techniques	25 %	45
4	Connaissances professionnelles	30 %	54
5	Connaissances professionnelles au choix des écoles-sites	8 %	15
6	Travail de bachelor	7%	12
Total		100%	180

Les champs 1-3 (environ 100 ECTS) constituent la formation de base de l'ingénieur-e en génie électrique.

Concernant les connaissances professionnelles (champ 4), la grande diversité des domaines d'application du génie électrique exige des choix en ce qui concerne les matières pour lesquelles les connaissances seront approfondies et les savoir-faire acquis. En fonction du choix, appelé option ou orientation selon l'ampleur, la formation sera profilée pour couvrir un champ d'applications particulier (voir « Profils de compétences et niveaux d'approfondissement des connaissances professionnelles », Annexe 4.C).

Les crédits alloués à la subdivision "Connaissances professionnelles au choix des écoles-sites" (champ 5) représentent la marge de manœuvre dont dispose chaque école-site pour composer le plan d'études du bachelor en Génie électrique. Elle comprend notamment des matières spécialisées qui constituent un point fort de l'école-site, le plus souvent offertes au choix.

5.1. Répartition de l'acquisition des compétences selon les grandes subdivisions du plan d'études cadre et les années d'études



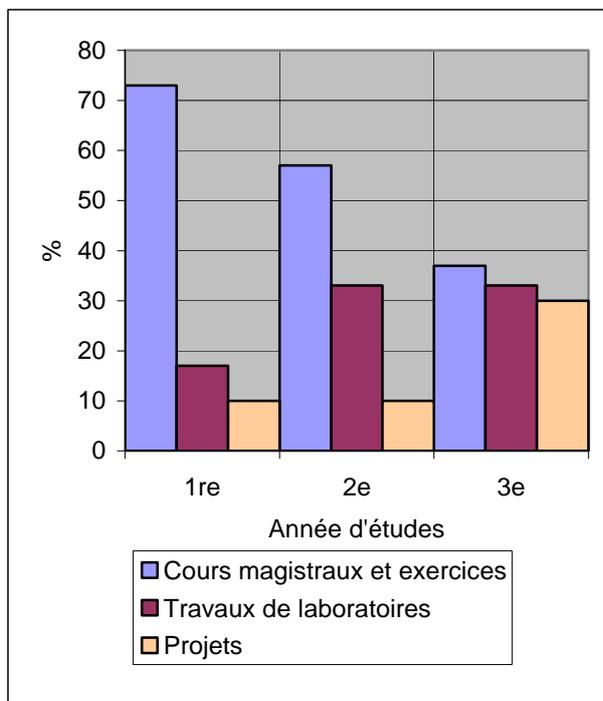
Concept Bachelor de la filière Génie électrique

Le graphique montre bien l'importance de la formation scientifique et technique en 1^{ère} et 2^{ème} année d'études et la montée en puissance des connaissances professionnelles qui occupent près de 90% de la 3^{ème} année. Une telle répartition permet d'atteindre les qualifications professionnelles attendues.

Les chiffres et les graphiques correspondent à la répartition nominale. La marge d'appréciation laissée aux écoles-sites est de $\pm 10\%$ de chaque subdivision, à laquelle s'ajoutent les 15 crédits alloués au titre des "connaissances professionnelles au choix des écoles-sites".

5.2. Organisation du travail personnel / nouvelles méthodes

Répartition de l'effort de formation selon le type d'activité et les années d'études



Cours magistraux et exercices

Sous cette rubrique est comptabilisé le travail accompli par l'étudiant-e en suivant les cours et en effectuant les exercices proposés.

Travaux de laboratoire

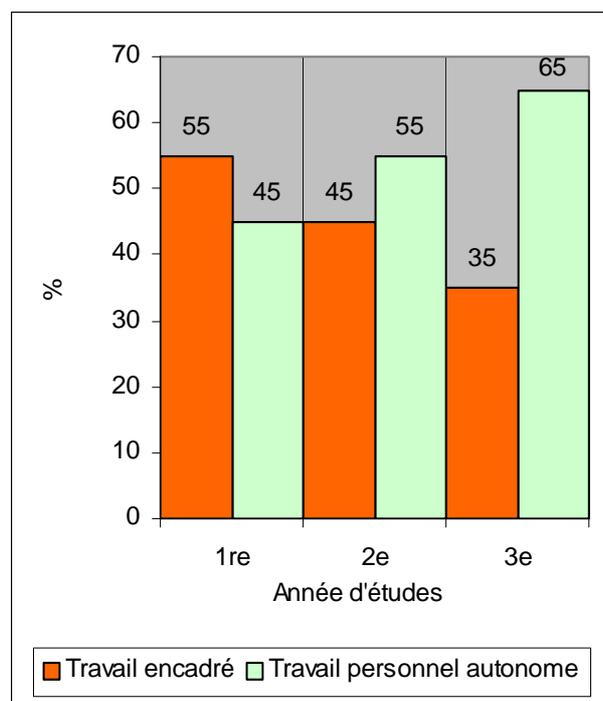
Sous cette rubrique est comptabilisé le travail accompli par l'étudiant-e pour le traitement des travaux pratiques au laboratoire.

Projets

Sous cette rubrique est comptabilisé le travail accompli par l'étudiant-e pour le traitement de travaux pratiques sous la forme de projets. La notion de projet doit être prise au sens large et désigne tous les travaux pour lesquels l'étudiant-e reçoit un cahier des charges, un délai et la description d'un résultat à livrer au terme du projet.

L'étudiant-e a notamment l'occasion de réaliser un projet en équipe pluridisciplinaire, faisant appel aux compétences complémentaires d'enseignant-e-s de branches différentes.

Répartition de l'effort de formation selon la forme de travail et les années d'études



Le travail encadré

Sous cette rubrique est comptabilisé le travail accompli par l'étudiant-e pendant les heures durant lesquelles les enseignant-e-s sont présent-e-s et encadrent de manière continue les activités.

Le travail personnel autonome

Cette rubrique représente le travail accompli par l'étudiant-e pendant les heures durant lesquelles il travaille de manière autonome (travail personnel), avec l'appui sur appel des enseignant-e-s.

Le taux d'encadrement moyen est d'environ 45% en ne prenant en compte que la présence obligatoire. Il est cependant de 55% en 1^{ère} année d'études et décroît pour n'atteindre plus que 35% en dernière année. Cet encadrement dégressif facilite et accompagne la maturation des étudiant-e-s. Ils-elles sont encouragé-e-s à faire leur travail personnel à l'école, en petits groupes, et à mettre à profit la disponibilité des enseignant-e-s, des équipements et des locaux.

Outre les modes d'encadrement précités, un encadrement personnalisé (tutorat) est organisé.

Autres moyens d'apprentissage

Pour soutenir efficacement les étudiant-e-s dans leur travail personnel, la filière préconise le recours à l'enseignement hybride (blended learning). La HES-SO soutient financièrement, avec l'OFFT, le projet Cyberlearn (www.cyberlearn.ch), développé dans le cadre de Campus Virtuel Suisse. Avec la constitution de

Concept Bachelor de la filière Génie électrique

ce centre de compétences en e-learning (ou blended learning), elle entend fédérer les besoins et les initiatives e-learning émanant des domaines et encadrer les professeur-e-s pour l'intégration de ces nouveaux modes d'enseignement. Les étudiant-e-s ont accès à un campus virtuel sur chaque école-site et disposeront ainsi des outils utiles à leur formation et à la réalisation de leurs travaux personnels.

5.3. Organisation de l'année académique

L'année académique est organisée selon les directives de la HES-SO, qui respectent les récents accords entre HES et universités. Ses principales caractéristiques sont:

- 32 semaines effectives d'enseignement (les jours de congé sont compensés)
- débuts de semestre coordonnés, situés aux semaines 38 et 8, favorisant les échanges
- une session d'examens de repêchage située entre les vacances d'été et la rentrée d'automne

Il est prévu d'organiser des cours d'été (4 crédits ECTS) s'ajoutant aux 32 semaines ci-dessus. Chacun de ces cours pourra être suivi par des étudiants provenant des trois écoles-sites.

La forme, la durée et le placement des examens est du ressort des écoles-sites.

Le travail de bachelor (annexe 4.B.6) débute au plus tôt la semaine 8 et se termine au plus tard la semaine 36. Sa durée correspond à 360 heures de travail. Pour une des écoles-sites, à titre d'exemple, l'annexe 5.3 montre un travail de bachelor placé au 12^{ème} et dernier trimestre, couplé à un pré-projet situé au trimestre 11.

6. Aptitudes professionnelles/caractère scientifique

La filière collabore très étroitement avec les entreprises actives dans les divers domaines relevant du génie électrique. Elle le fait dans le cadre de projets de Ra&D et de mandats qu'elle réalise pour et avec ces entreprises. Elle cultive également ses contacts avec les milieux économiques en incluant de nombreux membres des entreprises dans ses jurys d'experts. Elle le fait aussi par son offre de formation continue, ses journées scientifiques et d'autres activités à l'attention des entreprises.

6.1. Organisation de l'acquisition des compétences

Du référentiel de compétences (Annexe 3) découle un plan d'études cadre (Annexe 4) qui permet l'acquisition de **compétences spécialisées** (applications industrielles), **methodologiques**, **sociales** centrées sur les compétences nécessaires au travail collaboratif et **personnelles** axées sur les compétences nécessaires à l'apprentissage autonome.

L'acquisition des compétences professionnelles est soutenue par des travaux pratiques, dans le cadre desquels les étudiant-e-s mettent en oeuvre équipements, outils et méthodologies correspondant à l'état de l'art dans les entreprises. Ces activités ont une dimension professionnalisante avérée.

Le travail de bachelor effectué en fin de cursus, le plus souvent proposé par des entreprises, doit attester du haut niveau de qualification professionnelle atteint par nos diplômé-e-s. Pour le mener à bien, l'étudiant-e en aura recours aux connaissances théoriques et pratiques acquises durant toute sa formation. Les nombreuses activités menées, de caractère professionnalisant comme par exemple le projet en équipes pluridisciplinaire, l'auront aguerri et préparé de manière adéquate pour cette tâche qui exige la mise en oeuvre de capacités d'analyse et de synthèse et une bonne maîtrise des techniques de travail et de recherche de solutions.

6.2. Concordance entre profil de compétences et aptitude professionnelle

Le référentiel de compétences rend compte de l'exercice du métier d'ingénieur-e en génie électrique. Les activités de Ra&D ainsi que les réseaux de contacts avec les milieux industriels et scientifiques qu'entretiennent les professeur-e-s de la filière garantissent que les compétences des ingénieur-e-s formé-e-s sont en phase (dans certains domaines, en avance de phase) avec les besoins des entreprises.

Pour laisser aux étudiant-e-s le temps de bénéficier d'une plus grande maturité, d'une meilleure conscience de leurs compétences propres ainsi que d'une meilleure connaissance du métier visé, afin qu'ils effectuent le meilleur choix possible, le choix d'une orientation ou d'une option ne s'effectue qu'au terme d'une première partie d'études à caractère généraliste (une année au minimum).

Pour répondre à l'évolution des attentes des milieux professionnels et tirer immédiatement profit des nouvelles avancées technologiques, la filière doit être en mesure d'adapter facilement et rapidement ses plans d'études. Cette flexibilité est fournie par les modules à choix. Les orientations ne permettent pas en effet de couvrir toute la variété des combinaisons de connaissances que demande le marché de l'emploi. Pour cette raison, nos cursus comportent des enseignements à choix (de l'ordre de 10 crédits ECTS) qui permettent de personnaliser le profil de formation selon les inclinations de l'étudiant-e et les besoins du marché. Ces choix supplémentaires offrent la possibilité d'approfondir ses connaissances ou de les élargir dans des domaines connexes.

6.3. Prise en compte de la recherche dans l'enseignement

Pour garantir la qualité scientifique et technique de la formation, la filière s'appuie sur un corps professoral composé de spécialistes qui peuvent justifier d'une expérience pratique de plusieurs années en entreprise.

Concept Bachelor de la filière Génie électrique

Ces professeur-e-s travaillent au sein d'instituts ou groupes de recherche mis sur pied par les écoles-sites de la filière. Ces instituts ou groupes font partie des réseaux de recherche régionaux RCSO-ISYS¹ et RCSO-TE² ainsi que du réseau de compétences national reconnu par la Confédération RCN – Microswiss Network.

Les professeur-e-s de la filière, secondé-e-s par des ingénieur-e-s de Ra&D en nombre croissant (voir chap. 8), déploient des activités importantes dans les secteurs de la recherche et de la prestation de service. Ils-elles mènent des projets avec et pour les entreprises, assurant ainsi un transfert de savoir et de technologie en direction de l'économie, en même temps que l'actualisation de leurs connaissances. Les résultats de leurs travaux sont intégrés à l'enseignement, inclusion garantissant la qualité scientifique des cours dispensés.

En plus de l'incidence directe sur les contenus des cours, les activités de recherche profitent également aux étudiant-e-s, par l'implication des ingénieur-e-s de recherche qui secondent les professeur-e-s pour les travaux de laboratoire et par l'intermédiaire des projets de semestre et travaux finaux de bachelor.

7. Organisation modulaire / crédits ECTS

En prévision de la mise sur pied du bachelor, la filière a déjà introduit une organisation modulaire sur ses trois écoles-sites depuis plusieurs années. Cette expérience a permis de rôder le système.

L'organisation modulaire des études a été conçue pour

- assurer l'atteinte des objectifs de formation, et cela en un temps optimum,
- permettre aux étudiant-e-s d'augmenter progressivement leur degré d'autonomie.

Là où le nombre d'étudiant-e-s le permet, des enseignements de mise à niveau peuvent être offerts en début de formation. Tout en assurant des bases solides, cela permet à une proportion maximale d'étudiant-e-s d'atteindre les objectifs de formation, particulièrement parmi celles et ceux qui n'ont pas acquis au préalable un bagage professionnel correspondant aux besoins de cette filière (exemple dans l'annexe 5.3).

7.1. Structuration des modules et attribution des crédits ECTS

Les principes cadres édictés par la HES-SO fixent, à partir des 180 crédits ECTS alloués pour la formation bachelor, la correspondance de 30 heures de travail de l'étudiant-e pour 1 crédit ECTS, soit au total 5400 heures. La part d'enseignement présentiel (cours, séminaires, travaux pratiques) ne doit pas excéder 2175 heures, soit 2900 périodes de 45 minutes. En conséquence les 3225 heures restantes correspondent au travail personnel d'un-e étudiant-e (en moyenne).

Des objectifs de formation ambitieux peuvent être visés sans risquer des taux d'échec excessifs, en basant la promotion sur la réussite de groupes d'unités d'enseignement appelés modules, permettant ainsi une compensation limitée entre unités (matières). C'est pourquoi, pour chaque année d'études, les divers champs d'étude sont découpés en modules, eux-mêmes composés d'un ensemble d'unités d'enseignement, selon les recommandations suivantes :

- pour un même ensemble d'unités d'enseignement, la désignation des modules sera harmonisée entre écoles-sites;
- un module s'étend sur un ou deux semestres d'une année académique n'excédant pas en principe 15 ECTS;
- chaque année comprend entre 4 et 8 modules de volume comparable;
- les modules et unités d'enseignement font l'objet de fiches descriptives précisant notamment le nombre de crédits alloués, les pré requis et objectifs de formation, les contenus, les modes d'apprentissage et d'évaluation. En attendant le format de référence que la HES-SO compte adopter (décision des comités directeurs du 2 septembre 2005), l'annexe 6 fournit un exemple de fiches d'un module et de ses unités.

Grâce à un découpage en modules et unités d'enseignement de taille modeste, à une véritable promotion par modules et à un nombre de périodes d'encadrement décroissant au long du cursus, une répétition due à un échec partiel peut espérer s'intégrer dans la durée de formation minimale de 3 ans.

7.2. Evaluation des prestations et octroi des crédits ECTS

Les descriptifs de modules, à disposition des étudiant-e-s dès le début de l'année académique, fixent les règles appliquées pour la validation de chaque module. Les prestations fournies par l'étudiant-e dans chacun des modules font l'objet d'une évaluation. Les écoles-sites peuvent utiliser une échelle de notation usuelle locale (notes de 1 à 6 par exemple) mais lors de l'attribution de crédits ECTS à un module, celle-ci doit être convertie à l'échelle de notation ECTS (de A excellent à F insuffisant). Pour acquérir les crédits affectés à un module, l'étudiant-e doit obtenir au minimum la qualification E.

L'étudiant-e qui obtient à un module la qualification FX (insuffisant) peut s'inscrire à un examen de rattrapage, s'il est proposé. En cas de réussite à l'examen de rattrapage, l'étudiant-e obtient la qualification E et les crédits correspondants. Chaque module ne peut être répété qu'une seule fois. Les abandons sont considérés

¹ Réseau de compétences de Suisse occidentale – Intégration et Systèmes

² Réseau de compétences de Suisse occidentale – Techniques Energétiques

Concept Bachelor de la filière Génie électrique

comme des échecs.

La filière délègue aux directions des écoles-sites les aspects relatifs à l'évaluation des prestations, à l'organisation du travail de bachelor, à l'organisation de l'articulation interne des modules et aux conditions d'acquisition d'équivalences.

8. Equipement et ressources

Sous réserve d'une augmentation du corps intermédiaire, les ressources en personnel et en matériel mises en place pour la formation HES sont en mesure de répondre aux besoins de la formation bachelor.

8.1. Ressources matérielles

La filière Génie Electrique dispose d'une trentaine de laboratoires dans ses trois écoles-sites, dont les équipements sont de type professionnel et correspondent à l'état de l'art. Elle engage annuellement plus de CHF 1'000'000.- pour leur entretien et leur mise à jour. Ses équipements et laboratoires sont également utilisés par les filières de télécommunications, d'informatique, de microtechniques et de mécanique, qui lui mettent leurs propres ressources matérielles à disposition.

Les étudiant-e-s disposent de salles de cours et de laboratoire connectées au réseau universitaire Switch, d'un réseau sans fil dans les zones de travail personnel, de logiciels et d'outils professionnels (matériel et logiciel), d'une bibliothèque connectée au réseau Nebis, de l'accès libre à Internet.

8.2. Ressources humaines

Pour ses enseignements spécifiques, la filière dispose d'enseignant-e-s spécialistes au bénéfice d'une solide expérience professionnelle et qui mettent constamment à jour leurs connaissances, notamment par le biais de leurs travaux de Ra&D. Pour les matières des télécommunications et de l'informatique, elle a recours aux enseignant-e-s des filières correspondantes, afin de bénéficier des meilleur-e-s spécialistes.

Le ratio est de 20 à 30 étudiant-e-s par enseignant-e pour les exposés et les exercices, et de 10 à 15 pour les travaux pratiques. Ces ratios relativement élevés (économies obligent) sont compensés par la mise en place d'un système de tutorat offrant aux étudiant-e-s une aide individualisée.

Afin que les étudiant-e-s atteignent les taux de travail personnel visés et qu'ils-elles puissent utiliser les équipements de laboratoire en toute sécurité, un encadrement en dehors des heures de cours devra être mis en place. Cet encadrement demandera une augmentation du corps intermédiaire.

9. Système qualité / encadrement

A l'instar de ses consœurs, tous domaines confondus, la filière Génie Electrique est intégrée dans le système qualité de la HES-SO. La qualité de la formation est évaluée au moyen d'indicateurs relevés dans toute la HES-SO. Ces derniers devront être adaptés progressivement afin de tenir compte des aspects propres à la Déclaration de Bologne.

Une fois par année au moins, la filière procède à une auto-évaluation de la qualité des prestations fournies en utilisant les informations provenant de différents canaux :

- Corps professoral : bilan des cours/modules ; évaluation annuelle, par le-la supérieur-e, des prestations fournies dans l'exécution des missions HES
- Etudiant-e-s : sondage annuel sur leur appréciation de l'enseignement, séances entre délégué-e-s des étudiant-e-s et membres de la direction.

La HES-SO a émis des directives et mis en place une procédure visant à l'attestation des qualifications didactiques du personnel d'enseignement et de recherche. En outre, les professeur-e-s disposent du 10% de leur charge annuelle totale pour assurer leur formation continue (ce droit leur est garanti). De surcroît, ils-elles peuvent faire appel aux services du conseiller pédagogique de la HES-SO.

Des fiches décrivant de façon détaillée les divers enseignements contribuent au système qualité (annexe 6).

La filière a effectué épisodiquement une enquête auprès des employeurs, afin de vérifier l'adéquation du profil de formation aux besoins du marché. Cette démarche sera systématisée ces prochaines années, pour garantir la qualification professionnelle des diplômé-e-s qui obtiendront le bachelor.

Un conseiller personnel apporte aide et conseils à chaque étudiant-e.

10. Annexes

Annexe 1 : Domaines HES-SO : modèle de gouvernance, missions et pilotage des domaines

Annexe 2 : Internationalisation et mobilité

Annexe 3 : Référentiel de compétences pour les bachelors HES en génie électrique

Annexe 4 : Plan d'études cadre

Annexe 5 : Exemples de plans d'études bachelor de diverses orientations

Annexe 6 : Exemples de fiches d'un module et des unités d'enseignement qui le composent

Nouveau modèle de gouvernance HES-SO et HES-S2

Extrait de la demande de renouvellement de gérer la HES-SO présentée à
l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie

chapitre A 2.2, pages 19 à 26

PERSPECTIVES CONCERNANT L'ORGANISATION ET LA STRUCTURE DE CONDUITE

approuvée par les Comités stratégiques HES-SO et HES-S2 le 4 juillet 2003

Table des matières

NOUVEAU MODÈLE DE GOUVERNANCE.....	3
RÔLE ET COMPOSITION DES INSTANCES POLITIQUES ET STRATÉGIQUES.....	5
COMITÉ STRATÉGIQUE	5
COMMISSION INTERPARLEMENTAIRE	6
CONSEIL CONSULTATIF	6
ORGANE DE RÉVISION.....	6
RÔLE ET COMPOSITION DES INSTANCES OPÉRATIONNELLES.....	7
EN PRÉAMBULE : IMPORTANCE DE LA NOTION DE CONVENTION D’OBJECTIFS	7
LES CONVENTIONS D’OBJECTIFS (CONTRATS DE PRESTATIONS).....	7
LA DIRECTION GÉNÉRALE	8
LES SERVICES CENTRAUX COMMUNS.....	8
LES DOMAINES DE FORMATION	8
LES ORGANES DE PILOTAGE DES DOMAINES DE FORMATION	10
LES ÉCOLES	10
LES DIRECTIONS D’ÉCOLE	10
LES STRUCTURES COORDONNATRICES ET DE PROJET	11
CALENDRIER DE MISE EN PLACE.....	11

Nouveau modèle de gouvernance

Conformément aux articles 49 du concordat HES-SO et 54 de la convention HES-S2, les Comités stratégiques doivent procéder à l'évaluation de ces textes fondateurs. C'est dans ce cadre que doit être concrétisée la fusion HES-SO et HES-S2. Le groupe d'étude ad hoc s'est vu confier divers mandats en relation avec l'organisation et la conduite, à savoir :

- définir le type de réseau ;
- définir le rôle des écoles et des établissements cantonaux ;
- définir la structure de conduite, ses organes et leurs compétences ;
- mettre en place un statut unique pour l'ensemble du personnel ;
- favoriser la conduite de la Ra&D et des études et cours postgrades en relation directe avec les options stratégiques définies ;
- etc.

Un projet de nouveau texte conventionnel est attendu le 1^{er} juillet 2005 au niveau des deux Comités stratégiques.

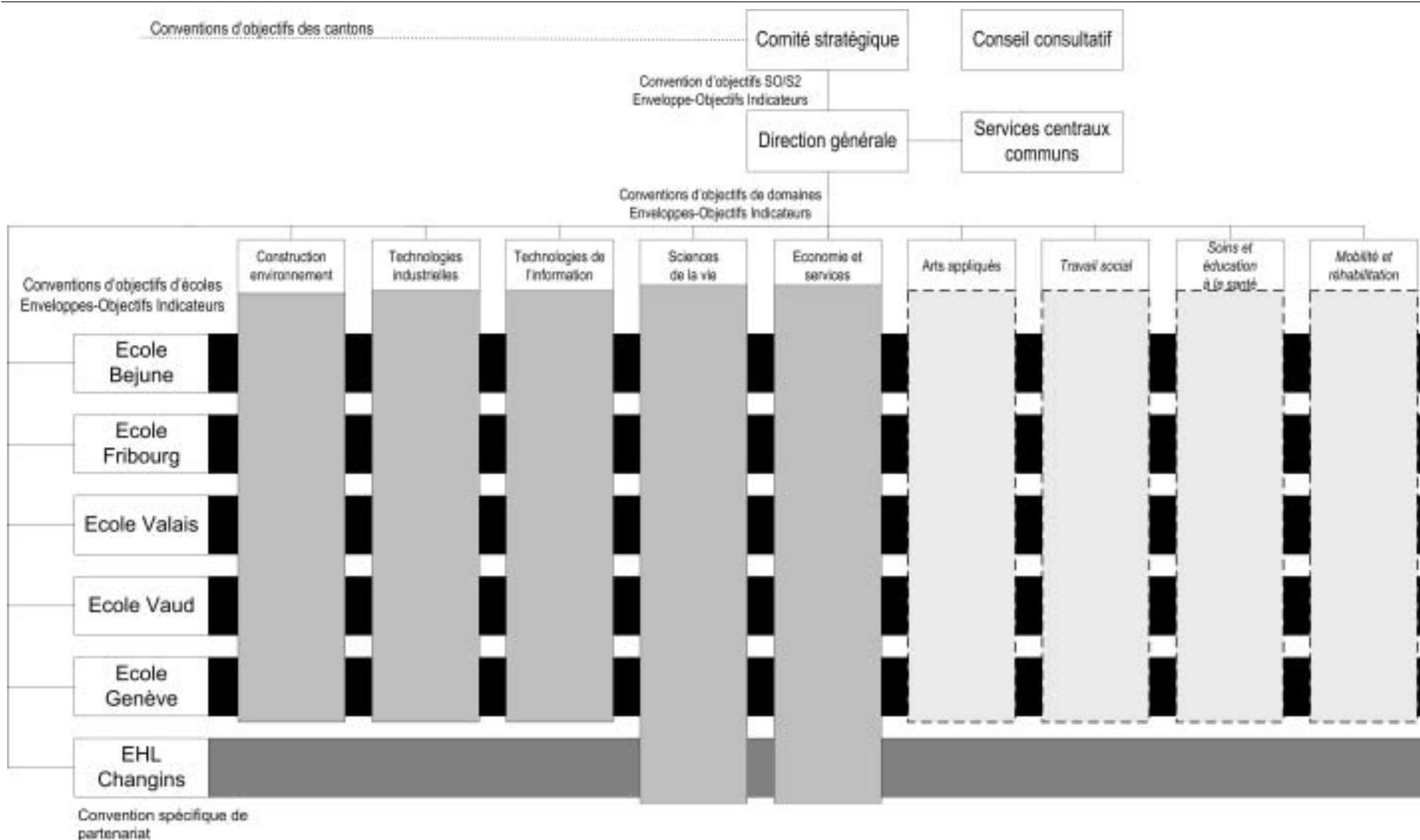
Le nouveau modèle de gouvernance de la HES doit répondre de manière adaptée aux attentes de la Confédération et garantir le développement à long terme de l'institution sur les plans qualitatif, quantitatif et financier. Caractérisé par une concurrence internationale grandissante, le marché de la formation supérieure ne peut plus être abordé de manière régionalisée ou partielle. Il s'agit de construire une entité forte, répondant aux critères d'autonomie des hautes écoles internationales de même rang, capable d'assurer conjointement le rôle de proximité que lui confère son statut de service public.

Afin de garantir une conduite coordonnée et homogène, la HES est dotée d'une direction générale et de services centraux communs (Back Office). Sur le plan académique, la HES est structurée par domaines de formation chargés du développement des produits offerts. Ces domaines sont dotés à terme d'une direction académique disposant de prérogatives élargies.

Le pilotage opérationnel des activités sur les marchés (régions) est assuré par une organisation en écoles (Front Office). Le nombre des écoles est diminué de manière drastique et passera de 32 à 5, voire 7 (y compris la fusion avec les secteurs de la santé et du travail social) ! En revanche, le nombre de lieux d'activité reste de la compétence des cantons.

Le pilotage stratégique de la HES répond conjointement à des besoins globaux et à des attentes régionales spécifiques. Des conventions d'objectifs définissent les buts à atteindre tant sur le plan régional que global. L'arbitrage de ces objectifs est assuré par le Comité stratégique de la HES qui bénéficie du soutien d'un conseil externe formé de représentants de l'économie et des milieux académiques.

Plutôt que de centraliser ses activités, la HES les intègre par une gouvernance de type matriciel combinant la coordination des métiers aux impératifs géographiques.



NB: Pour des raisons de lisibilité, la commission interparlementaire de contrôle et l'organe de révision ne sont pas représentés dans ce graphique.

Rôle et composition des instances politiques et stratégiques

Actuellement, les cantons concordataires jouent un rôle déterminant dans le financement des hautes écoles spécialisées, à savoir :

- 65 % en HES-SO (hors conditions locales particulières) ;
- 90 % en HES-S2 (hors conditions locales particulières).

Dès lors, les Comités stratégiques cumulent les rôles politique et stratégique dans la conduite des hautes écoles spécialisées.

Pour ce premier niveau, les organes suivants seront mis en place :

- un Comité stratégique ;
- une commission interparlementaire ;
- un conseil consultatif ;
- un organe de révision.

Comité stratégique

Composé des conseillers d'Etat ou ministres en charge du dossier HES et délégués par leur gouvernement respectif, le Comité stratégique constitue l'organe suprême de la Haute école spécialisée.

Ses compétences sont les suivantes :

- décider des statuts de la HES ;
- conclure les accords et conventions particulières, adopter les règlements de nature normative par rapport aux lois et à la convention ;
- arrêter de la stratégie générale de la HES ;
- décider des accords, conventions ou règlements de nature stratégique ;
- définir l'offre de formation ;
- conclure un contrat de prestations (convention d'objectifs) et un plan financier et de développement avec les autorités de tutelle, cantons et Confédération ;
- arrêter les objectifs et le budget de la HES et conséquemment négocier la part cantonale à l'enveloppe budgétaire annuelle de la HES ;
- approuver les comptes annuels, le rapport d'activités et le rapport à l'intention de la commission interparlementaire ;
- nommer les membres du conseil consultatif et le directeur général ;
- désigner l'organe de révision ;
- réexaminer régulièrement la convention ;
- faire appliquer les décisions des autorités fédérales.

Commission interparlementaire

La constitution de la commission de contrôle interparlementaire HES-SO est en voie de finalisation. Elle a été d'ores et déjà intégrée dans la convention HES-S2.

On se référera donc aux articles 56 à 61 de cette dernière convention pour comprendre les prérogatives de cette instance.

Conseil consultatif

Le conseil est un organe consultatif du Comité stratégique composé de quinze personnalités représentatives des organismes et entreprises privés et publics intéressés par les missions HES.

Il émet des recommandations relatives à la politique générale de la HES, à sa stratégie, à ses objectifs, à son offre de formation (base et postgrade), à la qualité de sa recherche appliquée et de ses transferts de technologie et de services.

Il agit sur demande du Comité stratégique ou de sa propre initiative.

Il peut désigner des commissions spécialisées.

Organe de révision

L'organe de révision a pour tâche de vérifier les comptes et de contrôler la gestion de la HES.

Il présente son rapport au Comité stratégique.

Rôle et composition des instances opérationnelles

En préambule : importance de la notion de convention d'objectifs

Les relations entre les organes politiques, stratégiques et opérationnels sont précisées par des conventions d'objectifs qui définissent les buts à atteindre, les délais de réalisation, les indicateurs de mesure et les enveloppes budgétaires liées.

L'organe de pilotage stratégique de la HES définit l'ensemble des buts à atteindre. Ces derniers représentent les attentes cantonales en matière de prestations de proximité et de développement économique « local » ainsi que les axes de développement principaux de la HES en tant qu'institution commune.

Des conventions spécifiques d'exécution règlent la distribution des objectifs et des enveloppes entre les domaines et les écoles de la HES.

Les conventions d'objectifs (contrats de prestations)

Les conventions d'objectifs règlent les rapports entre les différentes instances de la HES et définissent, sur la base de critères mesurables, la répartition d'enveloppes financières spécifiques. Ils précisent également les indicateurs de mesure de résultat pour chacun des objectifs à atteindre.

Les cantons établissent à l'intention du Comité stratégique, en collaboration avec leurs écoles, leurs propositions de conventions d'objectifs (budget). Ils y définissent leurs attentes en matière de missions à assurer sur le territoire cantonal en relation avec leur participation financière.

Les domaines de formation établissent à l'intention de la direction générale leurs propositions de convention d'objectifs pour ce qui concerne les missions qui leurs sont dévolues.

Le Comité stratégique établit avec l'appui de la direction générale une convention d'objectifs globale arbitrant les diverses propositions des cantons et des domaines. Cette dernière inclut notamment le budget global de fonctionnement de la HES pour une période donnée en relation avec le modèle financier de référence.

La direction générale établit les conventions d'objectifs des écoles et des domaines de formation sur la base des décisions du Comité stratégique.

La direction générale

Organisée actuellement en structure de projet, la HES doit disposer à l'avenir d'un véritable organe de pilotage central.

La HES se dote d'une direction générale forte chargée d'assurer le pilotage opérationnel de l'ensemble des domaines et des écoles de la HES.

La direction générale propose le plan de développement financier de la HES.

La direction générale coordonne les activités de services centraux communs (Back Office), assure la responsabilité du système qualité commun, représente la HES dans les organes nationaux et internationaux concernés. Elle propose au Comité stratégique les conventions d'objectifs spécifiques aux domaines et écoles de la HES, les fait appliquer et assure le controlling des indicateurs de mesure.

La direction générale dispose de prérogatives hiérarchiques définies et effectives sur l'ensemble de la structure organisationnelle et en coordonne globalement les activités.

Les services centraux communs

Les services centraux communs reprennent les tâches assumées par l'actuel secrétariat général : gestion budgétaire et financière, communication, systèmes d'information et de gestion, gestion des missions HES et progressivement ressources humaines.

Les domaines de formation

Un domaine de formation est un regroupement homogène de filières de formation implantées dans différentes écoles de la HES. Au stade initial, le domaine contribue à la mise en oeuvre coordonnée de la stratégie du portefeuille pour ce qui concerne la formation de base.

En raison de leurs spécificités, les hautes écoles d'arts appliqués ne sont pas intégrées pour l'instant au dispositif des domaines. Les échéances pour les secteurs de la HES-S2 seront précisées ultérieurement.

Progressivement, tous les composants du « modèle de Bologne » et les missions de recherche appliquée seront intégrés aux domaines. Les prestations de services ainsi que le soutien économique de proximité demeurent dans la sphère d'activité des écoles.

A court terme, les domaines de formation sont placés sous la responsabilité de conseils composés de responsables de filières délégués par les écoles. Un de ces derniers est nommé responsable pour une durée limitée selon le principe du tournus appliqué dans les centres de compétences.

De manière générale, le conseil de domaine de formation propose toutes les mesures utiles au développement qualitatif et quantitatif des filières qui le composent :

- il coordonne la modularisation des filières de formation en application des décisions prises par la direction générale avec la collaboration des directions d'écoles concernées ;
- il soutient la répartition des orientations de formation sur les différentes écoles en relation avec la gestion du portefeuille de compétences de la HES ;
- il propose des objectifs de développement communs (quantitatifs et qualitatifs) en collaboration avec les directions d'écoles concernées afin d'alimenter régulièrement le plan de développement financier de la HES ;
- il soutient le développement d'une veille pédagogique et technologique commune dans ses métiers ;
- il favorise l'animation pédagogique des filières du domaine.

Sur le plan de la formation continue et postgrade :

- il développe une « stratégie produits » commune pour les filières qui le composent et intensifie le travail en réseau ;
- il préavise les projets de cours et études postgrades à l'intention de la commission compétente ;
- il veille à la qualité des activités réalisées.

Progressivement le domaine :

- prend en charge la mission Recherche appliquée et Développement et propose une politique de Ra&D pour le domaine en collaboration avec les directions d'écoles ;
- stimule le travail en réseau à l'intérieur et à l'extérieur du domaine en favorisant l'interdisciplinarité et les collaborations nationales et internationales ;
- contribue à la concentration progressive des compétences en relation avec les orientations d'étude, la politique de recherche proposée et la stratégie du portefeuille ;
- développe les filières de master et en assure la coordination.

Les organes de pilotage des domaines de formation

A terme et conformément aux décisions du Comité stratégique en matière d'offre de formation, les domaines seront dotés de directions chargées de la coordination des missions académiques et du portefeuille de compétences du domaine. Proche d'un modèle facultaire, ces directions seront amenées à collaborer étroitement avec les directions d'écoles avec lesquelles elles partageront certaines prérogatives selon un cahier des charges précis.

Les écoles

La HES-SO se caractérise aujourd'hui par une quinzaine d'écoles très dynamiques et fortement indépendantes en matière de développement. La multiplicité des statuts et des cultures ne peut être ignorée. Certaines écoles (ou parties d'écoles), pointues dans leur domaine, devront disposer d'une visibilité particulière.

Au terme du processus de concentration local, la HES disposera de 5 à 7 écoles chargées de la mise en œuvre des missions, dotées de contrats d'objectifs, d'enveloppes budgétaires et actives dans les régions constitutives de la HES. Les écoles conserveront une certaine latitude dans leur organisation locale mais appliqueront un modèle coordonné de structuration du portefeuille de produits (domaines-filières-orientations).

Les directions d'école

Les directions des écoles de la HES participent à la direction de cette dernière et en assurent notamment le relais local. A ce titre, elles pilotent l'engagement des ressources locales, tant humaines que financières, assurent la qualité des prestations réalisées dans la région concernée, prennent toutes les mesures nécessaires au développement des activités locales en harmonie avec les politiques de développement de la HES. Elles participent à la rédaction des conventions d'objectifs que les cantons proposent au Comité stratégique, gèrent leurs enveloppes budgétaires, pilotent les filières locales placées sous leur responsabilité et disposent de l'autonomie nécessaire. Elles mettent en œuvre les conventions d'objectifs d'écoles. Des cahiers des charges précis définissent les relations que les directions d'école entretiennent avec la direction de la HES et les domaines de formation.

Les structures coordonnatrices et de projet

La mise en place de domaines spécialisés peut conduire à une segmentation trop forte des activités. Afin d'assurer le développement d'une culture transversale, la HES maintient le fonctionnement de commissions thématiques chargées de soutenir des activités communes et de veiller à l'application des règles normatives générales.

Ces commissions et groupes de projets ne sont pas permanents et apportent la souplesse et la flexibilité nécessaire au pilotage d'une institution soumise à un environnement technologique et financier en évolution rapide.

Calendrier de mise en place

Échéance	Travaux à conduire
04.07.2003	Adoption du texte de la demande de renouvellement de l'autorisation de gérer une HES.
30.09.2003	Relance du groupe ÉVALUATION DE L'APPLICATION DU CONCORDAT HES-SO ET DE LA CONVENTION HES-S2 dans une composition modélisée.
30.10.2003	Mise en place des domaines, étape N° 1.
05.12.2003	Adoption du rapport IDHEAP, intégration au mandat du groupe ÉVALUATION DE L'APPLICATION DU CONCORDAT HES-SO ET DE LA CONVENTION HES-S2 ou mesures spéciales.
30.06.2004	Avant-projet de texte d'une convention unique SO + S2 aux Comités stratégiques.
30.10.2004	Mise en place des domaines, étape N° 2.
30.12.2004	Projet définitif d'une convention unique. Début de la procédure interparlementaire.
30.06.2005	Approbation par les Comités stratégiques du texte définitif de la nouvelle convention intercantonale après débats interparlementaires.
30.10.2005	Mise en place des domaines, étape N° 3.
31.12.2005	Adoption du texte définitif de la convention par les gouvernements et rapport aux parlements.
30.09.2006	Fin des débats parlementaires.
30.10.2006	Mise en place des domaines, étape N° 4.
30.12.2006	Approbation de la convention par la Confédération.
01.01.2007	Entrée en vigueur de la nouvelle convention intercantonale.
30.10.2007	Mise en place des domaines, étape N° 5.
30.12.2007	Mise en place de toutes les instances prévues par la nouvelle convention intercantonale unique.

Secrétariat général HES-SO / HES-S2
Service Ressources et Logistique - Communication

info@hes-so.ch - info@hes-s2.ch
www.hes-so.ch - www.hes-s2.ch

Tél. : 032 424 49 00
Fax : 032 424 49 61

Delémont, décembre 2003

Annexe 2

Génie électrique

Internationalisation et mobilité

1. Accords en vigueur

Institution partenaire	Date
Allemagne - Fachhochschule Regensburg	2000
Canada - Université du Québec	2002
Canada - Université de Moncton	2003
Canada - Université Laval	2004
Canada - University of Toronto	2003
France - ESSAIM Université de Haute-Alsace Mulhouse	2003
France - Université Claude Bernard Lyon	2004
France - Université de Rennes I	2005
France - Université de Savoie Chambéry	2003
France - Université du Havre, ISEL	2005
France - Université Joseph Fourier Grenoble	2003
France - UTBM Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	2001
France - ENSAM - Metz	2005
France - ENSEM - Nancy	2005
France - Université de Bourgogne	2005
Japon - Chuo University	2004
Liban - Université St Joseph	2005
Lituanie - Kauno Technologijos Universitetas	2003
Lituanie - Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas (Vgtu)	2002
Mexique - Tecnológico de Monterrey	2005
Norvège - Université de Bergen	2002
Pologne - Politechnica Krakowska	2003
Roumanie - Universitatea Politehnica din Timisoara	2004
Slovénie - Univerza V Ljubljani	2002
Suède - Uppsala Universitet	2002

2. Echanges, 2004

Institution partenaire/pays	Prof/étu	Type de projet (selon libellé de la commission échanges internationaux)	IN/OUT
Université de Moncton, Canada	1 Prof	Formation de base	IN
Politechnica Krakowska, Pologne	2 Etu	Master	IN
Université du Québec, Canada	3 Etu	Travail de diplôme	IN
Université de Moncton, Canada	2 Etu	Travail de diplôme	IN
Melexis Microelectronic Integrated System, Belgique	6 Etu 2 Prof	Stage	OUT
Université de Calgary, Canada	1 Etu	Formation de base	OUT
Fachhochschule München, Allemagne	1 Etu	Master	OUT
Université Laval, Canada	1 Etu	Master	OUT
Université de Moncton, Canada	2 Etu	Travail de diplôme	OUT
Université de Calgary, Canada	5 Etu	Travail de diplôme	OUT
Université Laval, Canada	4 Etu	Travail de diplôme	OUT
Université de Moncton, Canada	2 Etu	Travail de diplôme	OUT
Université de Franche-Comté, Belfort, France	1 Etu	Double diplôme (DESS)	OUT
Université de Franche-Comté, Belfort, France	3 Etu	Stage DESS	IN
Université Paul Sabatier, Toulouse, France	1 Etu	Double diplôme (DESS)	OUT
Université de Franche-Comté, Belfort, France	2 Etu	Doctorat	IN
ESME Sudria, Paris, France	1 Etu	Projet d'études	IN

Concept bachelor Génie électrique – Annexe 2 – Internationalisation et mobilité

ESSAIM, Mulhouse, France	2 Etu	Projet d'études	IN
Université d'Uppsala, Suède	2 Etu	Travail de diplôme	IN
University of Toronto, Canada	1 Prof	Défense Travail de diplôme	OUT
Université d'Uppsala, Suède	1 Prof	Défense Travail de diplôme	IN
ESME Sudria, Paris, France	2 Prof	Défense Travail de diplôme, séminaire	OUT
University of Chuo, Japon	1 Prof	Visite préparatoire	OUT
Politecnico Torino, France	1 Prof	Visite préparatoire	IN
René Descartes, Paris V, France	1 Prof	Visite préparatoire	IN
ENSSAT, Lannion, France	1 Prof	Visite préparatoire	OUT

3. Echanges, 2005 (jusqu'au 30 septembre)

Institution partenaire/pays	Prof/étu	Type de projet (selon libellé de la commission échanges internationaux)	IN/OUT
Université Laval, France	1 Prof	Formation de base	IN
Politechnica Krakowska, Pologne	2 Etu	Master	IN
North China Electric Power University, Chine	1 Prof	Formation de base	OUT
Université de Calgary, France	1 Etu	Master	OUT
Université Laval, France	1 Etu	Master	OUT
Université Laval, France	1 Etu	Travail de diplôme	OUT
Université de Moncton, France	2 Etu	Travail de diplôme	OUT
Université de Bergen, Norvège	2 Etu	Travail de diplôme	OUT
Université de Calgary, France	4 Etu	Travail de diplôme	OUT
University of California, Berkeley, USA	2 Etu	Travail de diplôme	OUT
St Petersburg Polytechnical University, Russie	1 Prof	Visite exploratoire	OUT
Université St Joseph, Liban	2 Prof	Visite exploratoire	OUT
University of Technology, Sydney, Australie	1 Prof	Visite exploratoire	OUT
Faculté des Sciences et Techniques de Limoges, Limoges, France	1 Etu	Double diplôme (DESS)	OUT
Indian Institute of Technology, Dehli, India	1 Etu	Stage Bachelor	IN
Indian Institute of Technology, Dehli, India	1 Prof	Visite exploratoire	OUT
Roorkee, India	1 Prof	Visite exploratoire	OUT
Université de Franche-Comté, Belfort, France	1 Etu	Double diplôme (DESS)	OUT
Université de Franche-Comté, Belfort, France	1 Etu	Stage Master	IN
Tecnologico de Monterrey, France	1 Prof	Visite exploratoire	OUT
University of Uppsala, Suède	1 Etu	Travail de diplôme	OUT
University of Arizona, Tucson, USA	2 Etu	Travail de diplôme	OUT
Politecnico di Torino, France	2 Etu	Travail de diplôme	OUT
ESSAIM Mulhouse, France	1 Etu	Projet d'études	IN
ESME Sudria, Paris, France	1 Etu	Projet d'études	IN
University of Arizona, Tucson, USA	1 Prof	Travail de diplôme	OUT
ESME Sudria, Paris, France	2 Prof	Travail de diplôme, cours	OUT
INSA, Rennes, France	1 Prof	Travail de diplôme	IN
University of the Basque Country, Espagne	1 Prof	Visite exploratoire	OUT
Universidad del Valle - Cali, Colombie	3 Etu	Doctorat	IN

Annexe 3

Génie électrique Référentiel de compétences

1. Le bachelor en Génie électrique – un ingénieur responsable de projets techniques

Le titre de “bachelor en Génie électrique” est décerné à des étudiant-e-s qui ont acquis les compétences personnelles, sociales, spécialisées et méthodologiques ainsi que les savoir-faire nécessaires à l'exercice de la profession d'**ingénieur-e** dans les applications techniques pour lesquels l'électricité est une énergie ou un signal porteur d'information.

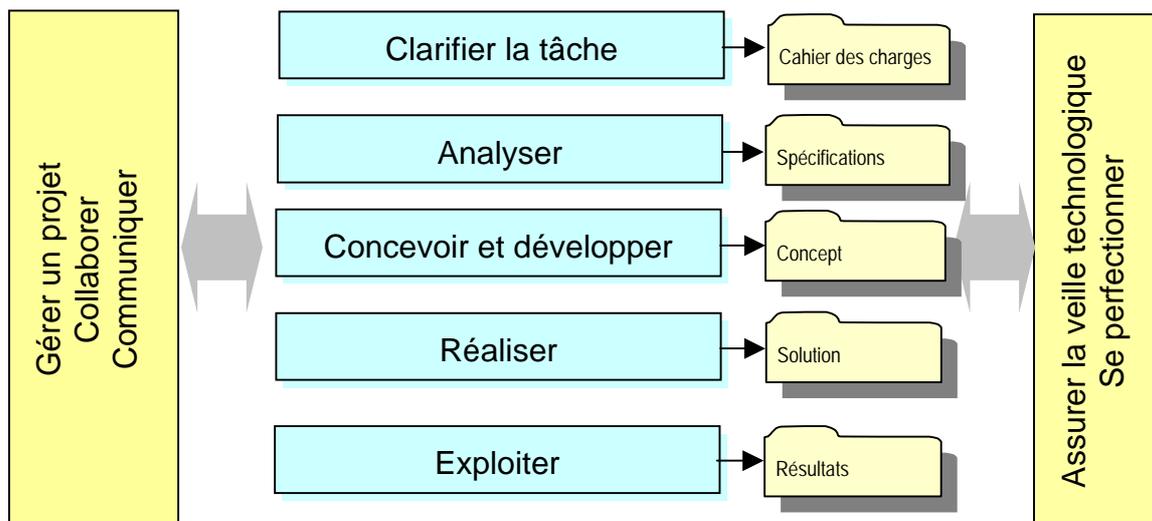
L'ingénieur-e en Génie électrique met en oeuvre ses compétences scientifiques et techniques et les savoirs issus de la recherche pour la conception et le développement d'équipements électriques et électroniques. Sa formation le-la prépare à assumer la responsabilité du comportement opérationnel des équipements développés. Il-elle est capable de collecter, d'interpréter et de communiquer les données pertinentes relatives à ses projets. Il-elle peut poursuivre sa formation de manière autonome.

Les objectifs de formation sont définis et spécifiés en relation avec les **compétences nécessaires à la maîtrise des diverses phases d'un projet technique** – conception, développement, réalisation et exploitation d'un composant ou d'un système - dans les domaines suivants du Génie électrique (voir également sous Plan d'études cadre – Approfondissement des connaissances professionnelles) :

- production, transport et distribution de l'énergie électrique
- conversion d'énergie et de courant électrique
- machines et entraînements électriques
- conditionnement et mesure électronique du signal
- traitement et exploitation électronique du signal
- la partie électrique et/ou électronique des systèmes commande et de réglage automatique
- partie électronique des systèmes de télécommunications

La notion de projet doit être prise dans un sens large. **Le projet peut avoir pour objectif le développement d'un produit, d'un système, d'une installation ou d'une prestation de service.**

L'environnement et les phases d'un projet technique :



2. Spécifications des compétences

Chaque phase du projet est subdivisée en tâches. L'exécution de chacune des tâches requiert des compétences dont il est précisé la relation aux grandes familles de compétences et le niveau de qualification atteint au terme des études de bachelor.

Niveau de compétences

Le chiffre mentionné dans la colonne « Niveau » précise le degré d'acquisition de la compétence et par conséquent le degré d'autonomie avec lequel l'ingénieur-bachelor peut l'exercer au terme de ses études.

1. Niveau élémentaire : dispose des bases nécessaires pour interagir et communiquer avec les professionnels du champ considéré ; est sensibilisé aux outils et/ou à la méthodologie
2. Niveau intermédiaire : connaît les outils et/ou la méthodologie ; est capable de les mettre en œuvre avec l'appui d'une personne d'expérience ou au sein d'une équipe
3. Niveau professionnel : a le niveau nécessaire pour réaliser une tâche requérant cette compétence de manière autonome, comme un-e jeune professionnel-le ; maîtrise les outils et/ou la méthodologie

Le niveau professionnel (niveau 3) est atteint pour le ou les domaines d'applications et les disciplines pour lesquels les compétences (connaissances + savoir-faire) sont exercées au travers de travaux pratiques et de projets (voir sous Plan d'études cadre « Approfondissement des connaissances professionnelles »).

Type de compétences

Les lettres figurant dans la colonne « Type » permettent de qualifier la nature de la compétence en la classant en quatre grandes familles définies dans le document « best practice » publié par la Conférence suisse des hautes écoles spécialisées :

- I : **compétences spécialisées** aux domaines d'applications industrielles
- M : **compétences méthodologiques**
- C : **compétences sociales** centrées sur les compétences nécessaires au travail collaboratif
- A : **compétences personnelles** centrées sur les compétences nécessaires à l'apprentissage autonome

A. Gérer un projet, collaborer et communiquer				
Réf	Description de la compétence	Niveau	Type	Approfondissement
A01	Animer, motiver et déléguer	1	C	Ces compétences ne font pas l'objet d'un approfondissement particulier.
A02	Planifier, conduire et exécuter un projet technique	1	C, I, M	
A03	Appliquer les règles de l'assurance qualité	1	M	
A04	Communiquer et convaincre	2	C	
A05	Prendre en compte la dimension éthique et l'environnement naturel et sociétal.	1	C, I	

B. Assurer la veille technologique, se perfectionner				
Réf	Description de la compétence	Niveau	Type	Approfondissement
B01	Etudier l'état de l'art et intégrer les connaissances nouvelles	2	I, A	Ces compétences ne font pas l'objet d'un approfondissement particulier.
B02	Capitaliser les connaissances et les expériences acquises	2	M	
B03	Constituer et gérer une documentation technique des recherches, savoirs et expériences	2	A, M	

P1. Clarifier la tâche				
Réf	Description de la compétence	Niveau	Type	Approfondissement
P11	Fixer les objectifs du projet en identifiant les besoins et les attentes de l'utilisateur.	3	I, M	Les compétences et le savoir-faire sont exercés et acquis dans les champs d'approfondissement définis en relation avec l'orientation ou l'option choisie.
P12	Dresser l'inventaire et comparer l'état des techniques	3	I, M	
P13	Evaluer les risques et les difficultés potentielles du projet.	2	I, M	
P14	Définir les objectifs énergétiques et environnementaux du projet.	2	I, M	

P2. Analyser				
Réf	Description de la compétence	Niveau	Type	Approfondissement
P21	Spécifier les fonctions du système et leurs caractéristiques.	3	I, M	Les compétences et le savoir-faire sont exercés et acquis dans les champs d'approfondissement définis en relation avec l'orientation ou l'option choisie.
P22	Evaluer les variantes possibles sur le plan technique.	3	I, M	
P23	Evaluer la faisabilité technico-économique.	2	I, M, C	
P24	Choisir la variante optimale	2	I	
P25	Evaluer le financement et établir la planification des phases suivantes du projet.	1	M	

P3. Concevoir et développer				
Réf	Description de la compétence	Niveau	Type	Approfondissement
P31	Choisir une solution technique pour le système et ses composants.	3	I, M	Les compétences et le savoir-faire sont exercés et acquis dans les champs d'approfondissement définis en relation avec l'orientation ou l'option choisie.
P32	Dimensionner les composants du système.	3	I, M	
P33	Modéliser et évaluer les performances du système et de ses composants.	3	I, M	
P34	Vérifier les performances du système et de ses composants par l'expérimentation et/ou la simulation.	3	I, M	
P35	Rédiger et communiquer les spécifications du système et de ses composants.	3	C, I, M	

P4. Réaliser				
Réf	Description de la compétence	Niveau	Type	Approfondissement
P41	Construire un prototype et le tester.	3	I	Les compétences et le savoir-faire sont exercés et acquis dans les champs d'approfondissement définis en relation avec l'orientation ou l'option choisie.
P42	Évaluer les coûts de production selon différentes variantes	2	I, M	
P43	Rédiger et communiquer le cahier des charges pour la production du système.	3	C, I	

P5. Exploiter				
Réf	Description de la compétence	Niveau	Type	Approfondissement
P51	Définir les objectifs technico-économiques d'exploitation du système	1	I	Les compétences et le savoir-faire sont exercés et acquis dans les champs d'approfondissement définis en relation avec l'orientation ou l'option choisie.
P52	Organiser l'exploitation et la maintenance du système.	1	I, M	
P53	Assurer la sécurité et la qualité d'exploitation du système.	1	I, M	
P54	Rédiger et communiquer les résultats d'exploitation du système.	1	C, I	

Annexe 4

Génie électrique

Plan d'études cadre

En résumé

A. Plan d'études cadre

La formation en trois ans au niveau bachelor représente 180 crédits ECTS. Le total est réparti en 6 grandes subdivisions couvrant l'ensemble des champs d'études propres au Génie électrique. La désignation des subdivisions et le nombre de crédits attribués sont largement inspirés des règles proposées par l'ASIIN (Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik), une des agences allemandes d'accréditation des formations d'ingénieurs.

Les nombres de crédits indiqués représentent des attributions nominales. Les écoles disposent d'une marge de manœuvre de $\pm 10\%$ pour la mise en œuvre de ce découpage.

B. Description des connaissances par champs d'études

Champs d'études

La subdivision en champs d'études permet de préciser les matières traitées et les objectifs quant aux niveaux de connaissances à atteindre. Elle ne correspond ni au découpage en modules, ni au découpage en unités d'enseignement (cours) pour lesquels les écoles restent libres.

Niveau de connaissances

Les objectifs fixés quant au niveau de connaissances à atteindre pour les divers champs d'études sont spécifiés en trois niveaux représentant, dans l'ordre croissant, le niveau scientifique et l'étendue des connaissances à acquérir :

- Niveau 1 l'étudiant connaît le vocabulaire, les techniques et les méthodologies élémentaires du domaine ;
- Niveau 2 l'étudiant possède les connaissances scientifiques et techniques nécessaires à la formation professionnelle et à sa formation postgrade ;
il connaît les propriétés, les modèles et les méthodes propres au domaine ;
il est capable de les appliquer à la modélisation et à la conception des systèmes techniques ;
- Niveau 3 l'étudiant maîtrise les connaissances techniques et possède les savoir-faire nécessaires au traitement d'un projet technique tel que défini dans le référentiel de compétences (Annexe 3) ;
il maîtrise les modèles, les méthodes et les techniques propres au domaine ;
il est capable d'évaluer les solutions techniques - de concevoir et de modéliser des systèmes techniques - de valider le concept par simulation et/ou expérimentation.

Compétence(s) visée(s)

Les références mentionnées dans cette colonne correspondent aux compétences décrites dans le référentiel de compétences pour lesquelles les connaissances du champ d'études sont utiles.

C. Profils de compétences et niveaux d'approfondissement des connaissances professionnelles

La grande diversité des domaines d'application du Génie électrique exige de faire des choix en ce qui concerne les matières pour lesquelles les connaissances seront approfondies et les savoir-faire acquis. En fonction du choix, appelé option ou orientation selon l'ampleur, la formation sera profilée pour couvrir un champ d'applications particulier.

A. Plan d'études cadre

Bachelor en Génie Electrique		
Champs d'études	Part en %	ECTS
1	Connaissances générales - CG	10 %
CG01	Communication	
CG02	Langues	
CG03	Gestion	
2	Mathématiques et sciences naturelles - MS	20 %
MS01	Mathématiques	
MS02	Physique	
3	Sciences et techniques - ST	25 %
ST01	Matériaux	
ST02	Electricité	
ST03	Electronique	
ST04	Mesure et traitement du signal	
ST05	Mesure et régulation	
ST06	Informatique	
4	Connaissances professionnelles - CP	30 %
CP01	Technologies de l'information	
CP02	Systèmes électriques	
CP03	Systèmes électroniques	
CP04	Systèmes énergétiques	
CP05	Systèmes automatisés	
CP06	Systèmes embarqués	
5	Connaissances professionnelles au choix des écoles-sites	8 %
6	Travail de bachelor	7%
	Total	100%

B. Description des connaissances par champ d'études

1. Connaissances générales - CG			
<p>Cette subdivision comprend l'ensemble des connaissances non techniques dont l'ingénieur doit disposer pour accomplir sa tâche et exercer ses responsabilités au sein de la société et dans l'entreprise et pour communiquer à des spécialistes comme à des profanes des informations, des idées, des problèmes et des solutions.</p>			
Réf	Champ d'études	Niveau de connaissances	Compétence(s) visée(s)
CG01	Communication techniques de communication orale et écrite – sensibilisation à l'écoute et développement de l'esprit critique - rédaction d'un rapport – élaboration d'une présentation - usage des média de communication – techniques de recherche d'information - organisation et conduite d'une séance	Niveau 1	A01, A04, B01, B02, B03, P11, P35, P54
CG02	Langues langue 2 (allemand ou Französisch) – langue 3 (anglais)	Niveau 1	B01, B03, P54
CG03	Gestion économie générale – économie d'entreprise – marketing – normes d'assurance qualité et environnementales	Niveau 1	A03, B02, B03, P13, P14, P23, P25, P51, P52, P53
	gestion de projet	Niveau 2	A02, A03, A04, P11, P25
	propriété intellectuelle - brevets – recherche d'information sur l'état de l'art	Niveau 1	B01, B02, P12
	droit des entreprises – du travail – du contrat	Niveau 1	A05

2. Mathématiques et sciences naturelles - MS			
<p>Cette subdivision comprend les connaissances en mathématiques et en physique nécessaires à l'acquisition des connaissances scientifiques et techniques durant les études, à la mise en œuvre des modèles et au dimensionnement des systèmes.</p>			
Réf	Champ d'études	Niveau de connaissances	Compétence(s) visée(s)
MS01	Mathématiques algèbre – trigonométrie - algèbre linéaire - nombres complexes - fonctions – calcul vectoriel – calcul différentiel – calcul intégral – transformées intégrales – probabilités et statistiques – maths numériques	Niveau 2	P32, P33, P34
MS02	Physique électricité - mécanique – ondes – acoustique - optique – mécanique des fluides - thermodynamique – physique du solide	Niveau 2	P12, P13, P14, P22, P33

3. Sciences et techniques - ST

Cette subdivision réunit les connaissances scientifiques et techniques qui servent de base à l'acquisition des connaissances professionnelles du domaine du Génie électrique. L'enseignement est axé sur la pratique et s'appuie sur les technologies et le dimensionnement des circuits et des systèmes propres au Génie électrique.

Réf	Champ d'études	Niveau de connaissances	Compétence(s) visée(s)
ST01	Matériaux propriétés des matériaux du génie électrique	Niveau 1	P12, P13, P14, P22, P23, P24
ST02	Electricité électrostatique – électrocinétique – électromagnétisme – conversion électromécanique - techniques d'analyse et de modélisation des circuits électriques - techniques de mesure	Niveau 2	P12, P13, P22, P23, P24, P32, P33, P34
ST03	Electronique les composants électroniques – les circuits électroniques analogiques et numériques de base	Niveau 2	P12, P13, P22, P23, P24, P31, P32, P33, P34, P41
ST04	Mesure et traitement du signal techniques et instruments de mesure du Génie électrique – capteurs de mesure pour les grandeurs physiques modélisation des signaux - analyse spectrale – traitement analogique et numérique des signaux : convolution, corrélation, filtrage, modulation, échantillonnage, quantification, conversion – codage des signaux	Niveau 2	P12, P13, P21, P22, P23, P31, P32, P33, P34, P41, P52
ST05	Commande et régulation techniques de base de commande des systèmes techniques de base du réglage automatique des systèmes continus et discrets	Niveau 2	P12, P13, P22, P23, P24, P31, P32, P33, P34, P52
ST06	Informatique architecture des systèmes informatiques – microcontrôleur et microprocesseur - algorithmes et langage de programmation – système d'exploitation -base de données – interface utilisateur	Niveau 2	P12, P13, P22, P23, P31, P33, P34, P43, P52

4. Connaissances professionnelles - CP

Cette subdivision réunit les connaissances et les savoir-faire nécessaires à l'exercice de la profession d'ingénieur en Génie électrique. Les méthodes et les outils présentés et exercés correspondent à la pratique professionnelle et à l'état de l'art.

Le bachelor en Génie électrique dispose de connaissances professionnelles de base sur l'ensemble des techniques et des technologies propres au Génie électrique. Toutefois, **au terme de ses études, le titulaire du bachelor en Génie électrique doit être mesure de mettre en oeuvre ses connaissances professionnelles de manière autonome.** C'est un objectif clé de la formation proposée. Or, le nombre et l'étendue des domaines d'applications du Génie électrique imposent au bachelor de choisir le ou les domaines pour lesquels il souhaite acquérir ce niveau de compétences (compétence de niveau 3).

C'est pourquoi, pour un ensemble de matières choisies parmi celles énumérées ci-dessous (CP01 à CP06), les connaissances et les savoir-faire professionnels doivent être approfondis et exercés au moyen de cours spécialisés, de travaux avancés de laboratoire, d'études de cas, d'apprentissages à l'usage d'instruments professionnels et du traitement de projets de type industriel. Cet ensemble constitue un **profil de compétences.**

Voir également sous point C « **Profils de compétences et niveaux d'approfondissement des connaissances professionnelles** ».

Ref.	Champ d'études	Niveau de connaissances	Compétence(s) visée(s)
CP01	Technologies de l'information théorie de l'information – modélisation des systèmes de télécommunications – techniques et média de transmission de l'information - réseaux et protocoles de télécommunications	Niveau 2	P12, P13, P21, P22, P23, P31, P32, P33, P34, P41, P52
CP02	Systèmes électriques applications de l'électricité en tant qu'énergie - machines et entraînements électriques – convertisseurs de courant – conversion électromécanique - électronique de puissance - les équipements électriques – compatibilité électromagnétique	Niveau 3	P12, P13, P21, P22, P23, P24, P31, P32, P33, P34, P41, P52
CP03	Systèmes électroniques applications de l'électricité en tant que signal – la conception des systèmes électroniques de traitement du signal analogiques et numériques - les technologies et les méthodes de conception des circuits intégrés et des circuits imprimés – les systèmes électroniques de télécommunications et de traitement de l'information		
CP04	Systèmes énergétiques systèmes et équipements de production, conversion, transport et distribution de l'énergie électrique – structure, gestion et protection des réseaux électriques - technique haute tension - traction électrique		
CP05	Systèmes automatisés systèmes programmables - informatique technique - programmation concurrente et temps réel – les techniques avancées du réglage automatique pour les systèmes continus et discrets – contrôle de processus		
CP06	Systèmes embarqués systèmes électroniques basse consommation – systèmes programmables - les technologies et les méthodes de conception des circuits intégrés et des circuits imprimés -		

5. Connaissances professionnelles au choix des écoles-sites

Les crédits alloués à cette subdivision représentent la marge de manœuvre dont dispose chaque école-site pour composer le plan d'études du bachelor en Génie électrique. Elle comprend des matières spécialisées qui constituent un point fort de l'école-site, le plus souvent offertes au choix, avec notamment (et/ou) :

- sous la forme de chapitres choisis, des connaissances générales, scientifiques et techniques complémentaires en rapport avec les approfondissements des connaissances professionnelles ;
- un approfondissement dans un domaine d'applications très spécialisé : forte composante pluridisciplinaire, rapport avec le tissu économique local, etc.

A titre d'exemples :

- composants et systèmes pour la production d'électricité à partir des énergies renouvelables
- la bio-électronique, l'électronique médicale
- l'électronique appliquée à l'aéronautique ou le spatial
- les techniques audio et vidéo
- les systèmes haute ou très haute fréquence
- l'électronique très basse consommation
- l'informatique embarquée
- la vision industrielle
- ...

6. Travail de bachelor

En guise d'évaluation finale des compétences professionnelles et de première expérience d'ingénieur, l'étudiant doit traiter un projet technique représentant un travail de 360 heures ou 12 crédits ECTS.

Le sujet est en relation avec le domaine d'approfondissement choisi par l'étudiant. Il porte de préférence sur un thème débouchant sur une application industrielle ou en liaison étroite avec un projet de recherche appliquée.

Le travail de bachelor s'effectue dans un environnement professionnel, sa réalisation au sein d'une entreprise est encouragée.

Le déroulement du projet est suivi par un ou plusieurs professeurs responsables et un ou plusieurs experts externes. Ils évaluent les résultats, le rapport écrit et la présentation orale du travail de bachelor.

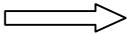
C. Profils de compétences et niveaux d'approfondissement des connaissances professionnelles

Selon le nombre de crédits qu'il comporte, un profil de compétences est appelé une **orientation (50 à 72 crédits ECTS)** ou une **option (30 à 49 crédits ECTS)**.

Chaque école-site a la possibilité de choisir un ou plusieurs domaines d'applications du Génie électrique pour lesquels il dispose des compétences nécessaires au sein du corps enseignant et des équipements de laboratoires professionnels pour les travaux pratiques et les projets. L'école peut ainsi se profiler en proposant des formations et en menant des activités de Ra&D dans des domaines spécifiques d'applications du Génie électrique.

Le tableau ci-dessous représente le **profil de compétences** de chacune des orientations du Génie électrique proposées actuellement par les écoles-sites de la HES-SO. Le profil est représenté par les **niveaux de compétences** (voir également sous « Référentiel de compétences ») atteint pour chacun des champs d'études de la subdivision « Connaissances professionnelles ».

1. **Niveau élémentaire** : dispose des bases nécessaires pour interagir et communiquer avec les professionnels du champ considéré ; est sensibilisé aux outils et/ou à la méthodologie.
2. **Niveau intermédiaire** : connaît les outils et/ou la méthodologie ; est capable de les mettre en œuvre avec l'appui d'une personne d'expérience ou sein d'une équipe.
3. **Niveau professionnel** : maîtrise les outils et/ou la méthodologie ; est capable de le mettre en oeuvre de manière autonome, comme un-e jeune professionnel-le.

Réf.	Orientation ou option  Champ d'études  Niveaux d'approfondissement	EIA-FR	EIA-FR	HEIG-VD	HEIG-VD	HEIG-VD	HE-ATC	HE-ATC
		Energie électrique	Electronique	Systèmes énergétiques	Electronique embarquée	Electronique - Mécatronique	Systèmes embarqués	Systèmes automatisés
CP01	Technologies de l'information	1	2		2	2	1	2
CP02	Systèmes électriques	3	1	3	1	1	2	1
CP03	Systèmes électroniques	2	3	1	3	3	3	2
CP04	Systèmes énergétiques	3	1	3			1	1
CP05	Systèmes automatisés	2	2	3	2	3	1	3
CP06	Systèmes embarqués	1	3	1	3	2	3	1

Génie électrique, orientation énergie électrique - Plan d'études bachelor (projet)

Crédits ECTS	Heures d'étude	Périod. d'ens.	Modules / Unités d'enseignement	Semestres					
				1	2	3	4	5	6
60.0	1800.0	1088.0	1re année d'études						
11.0			Langues et communication						
	180	128	Langues - allemand et anglais	4	4				
	90	64	Communication	2	2				
	60		Projet						
12.0			Mathématiques 1						
	180	128	Analyse 1	4	4				
	180	128	Algèbre linéaire	4	4				
9.0			Physique et matériaux						
	180	128	Physique 1	4	4				
	90	64	Matériaux	2	2				
11.0			Electricité						
	90	64	Métrologie	2	2				
	90	64	Electricité 1	2	2				
	90	64	Circuits et systèmes	2	2				
	60		Projet						
12.0			Electronique						
	150	96	Systèmes logiques	3	3				
	150	96	Electronique 1	3	3				
	60		Projet						
5.0			Informatique						
	90	64	Informatique 1	2	2				
	60		Projet						
60.0	1800.0	1056.0	2e année d'études						
3.0			Gestion 1						
	45	32	Gestion de projet				2		
	45	32	Sciences humaines				2		
16.0			Mathématiques et physique						
	90	64	Analyse 2			4			
	180	128	Mathématiques spécifiques			4	4		
	150	96	Physique			3	3		
	60		Projet						
15.0			Sciences et techniques						
	150	96	Signaux et systèmes			3	3		
	150	96	Informatique 2			3	3		
	90	64	Automatique 1			2	2		
	60		Projet						
10.0			Electrotechnique						
	90	64	Electricité 2			2	2		
	150	96	Electromécanique			3	3		
	60		Projet						
16.0			Technologies de l'information						
	90	64	Télécommunications			2	2		
	150	96	Informatique technique			3	3		
	180	128	Electronique 2			4	4		
	60		Projet						
60.0	1800.0	832.0	3e année d'études						
4.0			Gestion 2						
	120	64	Economie et gestion d'entreprise					2	2
10.0			Réseaux électriques						
	150	96	Réseaux électriques					3	3
	150	96	Haute tension					3	3
10.0			Machines et entraînements électriques						
	150	96	Machines électriques					3	3
	150	96	Electromécanique et entraînements électriques					3	3
10.0			Automatisation						
	150	96	Automatique 2					3	3
	150	96	Informatique technique 2					3	3
10.0			Electronique industrielle						
	150	96	Electronique de commande					3	3
	150	96	Electronique de puissance					3	3
4.0			Projet						
	120		Projet de semestre						
12.0	360		Travail de bachelor						
180.0	5400.0	2976.0	Totaux						
			<i>Périodes d'enseignement par semaine</i>	34	34	33	33	26	26

Génie électrique, orientation électronique industrielle - plan d'étude bachelor (projet)

Crédits ECTS	Heures d'étude	Périod. d'ens.	Modules / Cours	Semestre						
				1	2	3	4	5	6	
8.0			Langues							
	240	128	Anglais	2	2	2	2			
4.0			Communication I							
	60	32	Méthodes de travail	2						
	60	32	Communication I		2					
12.0			Mathématiques et Physique I							
	167	96	Mathématiques I	6						
	56	32	Math. Assistés par ordinateur I	2						
	82	48	Physique I	3						
	55	32	Mécanique générale	2						
12.0			Mathématiques et Physique I							
	167	96	Mathématiques I		6					
	84	48	Physique II		3					
	55	32	Mécanique générale		2					
	55	32	Laboratoire de Physique		2					
8.0			Conception I							
	48	32	Base mécanique	1	1					
	96	64	Conception	2	2					
	96	64	CAO	2	2					
12.0			Informatique et électricité							
	144	96	Informatique	3	3					
	60	48	Electricité	3						
	60	48	Electronique		3					
	96	64	Laboratoire électricité-électronique	2	2					
8.0			Projets I							
	120	64	Projet technique	2	2					
	120		Projet découverte (HES d'été)							
60	1801	1024	Total niveau I							
12.0			Mathématiques et Physique III							
	153	96	Mathématiques III			3	3			
	104	64	Physique III			2	2			
	102	64	Laboratoire e physique			2	2			
11.0			Electronique							
	50	32	Electronique analogique			2				
	50	32	Système programmable			2				
	50	32	Traitement du signal				2			
	49	32	Régulation				2			
	138	96	Laboratoires			3	3			
8.0			Informatique technique							
	120	80	Microcontrôleurs			5				
	120	80	Programmation graphique				5			
10.0			Systèmes électriques							
	153	96	Entrainement électriques			4	2			
	50	32	Compatibilité électromagnétique				2			
	96	64	Laboratoires			2	2			
7.0			Technologie de l'information							
	52	32	Télécommunication			2				
	52	32	Téléinformatique				2			
	104	64	Laboratoires			2	2			
8.0			Projets I							
	120	32	Projet GEL I			1	1			
	120		Projet interfilière (HES d'été)							
60	1803	1024	Total niveau I							
6.0			Gestion							
	60	32	Gestion de projet					2		
	60	32	Gestion de la qualité					2		
	60	32	Gestion d'entreprise						2	
10.0			Systèmes électroniques							
	50	32	Microélectronique					2		
	50	32	Mécatronique						2	
	100	64	Laboratoires					2	2	
	100	64	Conception (CAE)					2	2	
10.0			Système automatisés							
	50	32	Vision industrielle					2		
	50	32	Contrôle de processus						2	
	100	64	Laboratoires					2	2	
	100	64	Informatique technique					2	2	
8.0			Systèmes embarqués							
	48	32	Informatique embarquée						2	
	48	32	Systèmes numériques					2		
	144	96	Laboratoires					3	3	
8.0			Traitement du signal et régulation							
	48	32	Traitement du signal					2		
	48	32	Régulation						2	
	144	96	Laboratoires					3	3	
6.0			Projets III							
	180	32	Projet GEL II					2		
12.0			Projet de diplôme							
60	1800	832	Total niveau II							
180	5404	2880	Totaux							
			<i>Périodes d'enseignement par semaine</i>	32	32	32	32	28	24	

Génie électrique, orientation électronique-mécatronique - Plan d'études bachelor (projet)

Crédits ECTS	Heures d'étude	Périod. d'ens.	Modules / Unités d'enseignement	Trimestres												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
7.5			Communication													
	90	60	Expression et communication (EXP)	4	4											
	135	90	Anglais (ANG) ou Allemand (ALL)	4	4	4										
24.5			Bases scientifiques 1													
	"180"	"96"	Mise à niveau en mathématiques (MNM)	"12"												
	159	105	Mathématiques 1 (MAE1)	14												
	345	225	Mathématiques 2 (MAE2)		10	10	10									
	"120"	"64"	Mise à niveau en physique (MNP)	"8"												
	231	150	Physique et mécanique 1 (PHY1)		4	6	10									
16.5			Sciences et techniques 1													
	"120"	"64"	Mise à niveau en informatique (MNI)	"8"												
	90	60	Analyse et programmation 1 (APR1)	8												
	225	150	Analyse et programmation 2 (APR2)		6	6	8									
	"120"	"64"	Mise à niveau en systèmes numériques (MNN)	"8"												
	180	120	Systèmes numériques 1 (NUM1)		6	6	4									
11.5			Sciences et techniques 2													
	"120"	"64"	M-à-n en théorie des circuits lin et électronique (MNE)	"8"												
	93	60	Théorie des circuits linéaires 1 (TCL1)	8												
	114	75	Théorie des circuits linéaires 2 (TCL2)		6	4										
	138	90	Electronique analogique 1 (EAN1)			4	8									
11.0			Bases scientifiques 2													
	144	90	Mathématiques 3 (MAE3)					6	6							
	186	120	Electromagnétisme et physique appliquée (PHY2)					8	8							
12.0			Sciences et techniques 3													
	96	60	Electronique analogique 2 (EAN2)					8								
	144	90	Signaux et systèmes (SES)						4	8						
	120	75	Sensibilisation à la CEM et acq. de données (SCA)						4	6						
7.0			Sciences et techniques 4													
	54	30	Algèbre linéaire et analyse numérique (ALA)								4					
	54	30	Probabilités et statistique pr. électronicien (PRE)								4					
	51	30	Mécanique appliquée 1 (MAP1, avec EN)					4								
	51	30	Programmation temps réel (PTR, avec IT-TT)								4					
10.0			Connaissances professionnelles 1													
	147	82	Bus de terrain (BUT)						7	4						
	153	82	Systèmes numériques 2 (NUM2, avec IT-TT)					6	5							
11.5			Connaissances professionnelles 2													
	159	82	Systèmes numériques 3 (NUM3, av. IT-TT)							6	5					
	186	105	Composants et cellules (CCL)					6	4	4						
12.5			Connaissances professionnelles 3													
	150	82	Mécatronique 1 (MET1, av. EN)							4	7					
	105	60	Electronique de puissance 1 (EPU1, avec EN)								8					
	120	60	Régulation automatique (REG, avec EN)							4	4					
8.5			Connaissances professionnelles 4													
	120	60	Systèmes embarqués (EMB, avec IT-TT)									4	4			
	135	60	Régulation numérique (REN, avec EN-IT)									4	4			
8.0			Connaissances professionnelles 5													
	60	30	Systèmes électroniques 1 (SEL1, avec EN)									4				
	120	60	Traitement du signal appliqué (TSA, avec IT-TT)									4	4			
	60	30	Processeurs de signaux (PTS, avec IT-TT)											4		
8.5			Connaissances professionnelles 6													
	135	60	Systèmes électroniques 2 (SEL2)									4	4			
	120	52	Mécatronique 2 (MET2, avec EN)									4	3			
9.0			Projets et gestion													
	72	45	Gestion d'entreprise (GEP)												6	
	138	60	Projet d'équipe pluri-disciplinaire (PEP)									4	4			
	60	15	Pré-projet de diplôme (PPD)												2	
10.0			Enseignements à choix													
	300	128	Unités à choix												16	
12.0			Projet de diplôme													
180.0	5400	2893	<i>Totaux</i>													
			<i>Périodes d'enseignement par semaine</i>	38	40	40	40	38	38	36	36	28	27	24	0	

Les modules Communication, Bases scientifiques 1 et 2, Sciences et techniques 1 et 2 et Projets et gestion sont communs à toutes les orientations des filières de génie électrique et de télécommunications et à l'orientation technique de la filière informatique. Sciences et techniques 3 est également commun sauf avec l'orientation Réseaux et Services de la filière de télécommunications. Seules 5 des unités d'enseignement restantes ne sont enseignées qu'à cette orientation.

FICHE DE MODULE

Nom : Connaissances professionnelles 1

Identifiant : PRO1

Orientation-s : EM, EE

Regroupe les unités d'enseignement :

<i>nom</i>	<i>identifiant</i>	<i>h. d'étude</i>
Bus de terrain	BUT	147
Systèmes numériques 2	NUM2	153

Nombre de crédits ECTS : 11.5

Calcul de la note déterminante :

La note déterminante du module est égale à la moyenne pondérée des notes finales obtenues dans les unités d'enseignement composant le module. Le poids de chaque note finale d'unité est proportionnel au nombre d'heures d'étude de cette unité (estimé, pour un-e étudiant-e moyen-ne).

Validation :

Les exigences de réussite du module sont spécifiées dans le « règlement de promotion EIVD et règlement d'application E+I ».

Autres :

Voir fiches d'unité d'enseignement.

FICHE D'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Nom : Bus de terrain
Identifiant : BUT
Orientation-s : EM, EE
Responsable, suppléant : B. Schneider, J. Unger, M. Correvon
Charge de travail : 147 heures d'étude, correspondant à 4.9 crédits ECTS

Répartition approximative des heures d'étude (encadrées et non encadrées) :

- Suivi d'exposés 18 %
- Exercices encadrés 0 %
- Travaux de laboratoire encadrés 21 %
- Contrôle continu et contrôle final 2 %
- Travail personnel (pour un-e étudiant-e moyen-ne).... 55 %

Périodes encadrées : 88 (= 66 heures)

Position recommandée des périodes encadrées dans les plans de formation :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					5+2L	4L					

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit connaître et savoir utiliser les notions suivantes :

- lois d'Ohm et de Kirchhoff ;
- régimes transitoires R-C et R-L ;
- fonction de transfert ;
- mesures à l'oscilloscope
- notions de probabilités.

Les unités d'enseignement TCL1 et 2 (théorie des circuits linéaires), EAN1 et 2 (électronique analogique) et PRE (probabilités et statistique) permettent d'acquérir ces connaissances.

Objectifs :

A l'issue de cette unité d'enseignement et des travaux pratiques en laboratoire, l'étudiant-e sera capable de :

- expliquer les principes généraux des bus de terrain, leurs caractéristiques essentielles et leurs limites ;
- choisir en fonction de la situation entre un câblage conventionnel ou l'emploi d'un bus de terrain ;
- proposer un bus de terrain correspondant au mieux à l'application considérée, en termes de performance, de logistique et de coût, pour des applications de type « automate programmable » et de type « motion control ».

Remarque : la conception de l'interface matérielle et logicielle d'un bus de terrain sur un appareil ne fait pas partie des objectifs de cette unité d'enseignement.

Fiche d'unité d'enseignement : **Bus de terrain**

Contenu :
Exposés et exercices : 40 périodes

Nb. périodes approx.

- **Transmission des informations-**: Modes de transmission. Supports de transmission. Conditionnement du signal. Caractéristiques électriques des jonctions. 6
- **Rôle des transmissions dans les machines et installations-**: Architectures de commande. Comparaison entre câblage conventionnel et bus de terrain. 3
- **Normalisation des réseaux de communication** : Intérêt de la normalisation. Modèle OSI. Notion de profils. Difficultés de la normalisation des bus de terrain. 3
- **Caractéristiques particulières des bus de terrain** : Topologie. Echanges cycliques et événementiels. Performances requises par les machines. 3
- **Bus de terrain normalisés** : Description et comparaison des bus de terrain les plus utilisés actuellement (3 d'entre eux seront décrits plus en détail). Emploi d'Ethernet comme bus de terrain. Description de l'une des variantes Ethernet « temps réel ». 21
- **Critères de choix** : Etablissement de la liste des besoins pour quelques applications typiques de machines. Comparaison des diverses solutions en termes techniques. Importance des considérations logistiques et économiques. 4

Travaux de laboratoire : 48 périodes

- **Transmission sérielle point à point** : Visualisation des données transmises (bits, octets). Essais du mécanisme de détection d'erreurs. Essais d'immunité aux perturbations électromagnétiques avec générateur de salves. Mesure statistique des erreurs. 6
- **Contrôle d'un carrefour avec un automate programmable** : Création des programmes d'automate. Mesure de temps de réaction. Evaluation des coûts de câblage. 9
- **Profibus-DP ou ASI ou CAN-DeviceNet** : Automatisation du même carrefour avec des entrées / sorties déportées. Mesure de temps de réaction et du « jitter ». Evaluation des coûts de câblage. 12
- **Contrôle de 2 servomoteurs avec liaison analogique d'une part, bus de terrain d'autre part** : Déplacements point à point (indexage). Mesure de divers temps de réaction et du « jitter ». Comparaison des coûts de câblage. 9
- **Contrôle de 2 servomoteurs en mode interpolé** : Cercle, came électronique. Interaction avec des entrées / sorties. Mesure de divers temps de réaction et du « jitter ». 12

Contrôle des connaissances :

Contrôle continu : l'acquisition des matières de cet enseignement sera contrôlée au fur et à mesure par des tests et des travaux personnels tout au long de son déroulement. Il y aura au moins 2 tests d'une durée totale d'au moins 2 périodes.

Travaux de laboratoire : ils seront évalués sur la base des rapports ou journaux de laboratoire, à 3 reprises au minimum.

Contrôle final : l'atteinte de l'ensemble des objectifs de formation sera vérifiée lors d'un contrôle final oral d'une durée de 30 minutes durant la session d'été. Ce contrôle final oral peut être remplacé par un contrôle final commun écrit d'une durée d'au moins 1.5 heures.

Calcul de la note finale :

Note finale = moyenne contrôle continu x 0.225 + moyenne travaux laboratoire x 0.275 + note contrôle final x 0.5

Contrôle final de 2^{ème} instance :

Un contrôle final de 2^{ème} instance commun (voir articles 9 et 9bis du « règlement de promotion EIVD et règlement d'application E+I ») sera organisé par les enseignants concernés, durant la session d'été et celle d'automne. Il se déroulera soit sous la forme d'une interrogation orale, soit sous la forme d'une interrogation écrite. La forme sera choisie par les enseignants en fonction du nombre d'inscriptions.

FICHE D'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Nom : Systèmes numériques 2
Identifiant : NUM2
Orientation-s : EM, EE, TT, IT
Responsable, suppléant : E. Messerli, S. Boada
Charge de travail : 153 heures d'étude, correspondant à 5.1 crédits ECTS

Répartition approximative des heures d'étude (encadrées et non encadrées) :

- Suivi d'exposés 11 %
- Exercices encadrés 12 %
- Travaux de laboratoire encadrés 18 %
- Contrôle continu et contrôle final 2 %
- Travail personnel (pour un-e étudiant-e moyen-ne).... 57 %

Périodes encadrées : 88 (= 66 heures)

Position recommandée des périodes encadrées dans les plans de formation :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				4+2L	2+3L						

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit connaître et savoir utiliser les notions suivantes :

- fonctions standard combinatoires (multiplexeurs, décodeurs, comparateurs, additionneurs) ;
- fonctions standard séquentielles (compteurs, registres à décalages) ;
- machines séquentielles synchrones simples (schéma bloc, graphes, tables d'états, codage) ;
- langage VHDL : description synthétisable des fonctions ci-dessus.

L'unité d'enseignement NUM1 (systèmes numériques) permet d'acquérir ces connaissances.

Objectifs :

A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant-e sera capable de :

- concevoir un organigramme global d'une machine séquentielle synchrone (MSS) complexe de petite taille ;
- identifier des fonctions standard à partir de l'organigramme global, définir une répartition des fonctions entre l'unité de commande et l'unité de traitement, et concevoir une unité de traitement spécialisée ;
- établir un organigramme détaillé et concevoir une unité de commande câblée ;
- expliquer la structure d'une unité de commande micro-programmée ;
- mettre en œuvre un micro-séquenceur simple pour réaliser une unité de commande micro-programmée ;
- expliquer l'implémentation matérielle de sous-programmes et d'interruptions dans un micro-séquenceur ;
- expliquer l'implémentation matérielle de sorties multiplexées ;
- expliquer la structure d'une unité de traitement universelle ;
- adapter et mettre en œuvre dans une application simple une unité de traitement universelle ;
- concevoir des circuits implémentant sous forme combinatoire et sous forme séquentielle les opérations d'addition, de soustraction et de multiplication en virgule fixe ;
- décrire en VHDL synthétisable et implémenter à l'aide de FPGAs l'ensemble des circuits mentionnés ci-dessus ;
- décrire divers formats de nombres en virgule flottante ;
- expliquer les algorithmes d'addition, soustraction, multiplication et division de nombres en virgule flottante.

A l'issue des travaux pratiques en laboratoire, principalement destinés à l'assimilation des connaissances et à l'acquisition d'expérience dans le développement de systèmes numériques, l'étudiant-e sera en outre capable de :

- utiliser des outils de conception assistée par ordinateur (schématique, langage de description de matériel, simulation, synthèse) ;
- écrire des programmes de simulation (test bench VHDL) ;
- concevoir, décrire et mettre au point un prototype de laboratoire d'un système séquentiel complexe ;
- rédiger un journal de développement détaillé.

Fiche d'unité d'enseignement : *Systèmes numériques 2*

Contenu :
Exposés et exercices : 48 périodes

Nb. périodes approx.

- **Systèmes logiques séquentiels complexes :** Schéma-bloc d'une machine séquentielle synchrone (MSS) complexe. Description à l'aide d'organigrammes grossiers. Partition commande – exécution. Etablissement d'organigrammes détaillés. Conception d'unités de commande câblées et d'unités d'exécution spécialisées. Structure d'une unité de commande micro-programmée (avec sous-programmes, interruptions et sorties multiplexées) et d'une unité de traitement universelle. 34
- **Numération et arithmétique :** Réalisations combinatoires et séquentielles des opérations d'addition, de soustraction et de multiplication en virgule fixe sur des entiers non signés et signés (en complément à 2). Formats standard des nombres en virgule flottante et algorithmes pour l'addition, soustraction, multiplication et division. 14

Travaux de laboratoire : 40 périodes

- Conception, réalisation (dans un réseau logique programmable) et mise au point d'un système séquentiel complexe. 25
- Conception, réalisation (dans un réseau logique programmable) et mise au point d'un circuit de calcul arithmétique. 15

Contrôle des connaissances :

Contrôle continu : l'acquisition des matières de cet enseignement sera contrôlée au fur et à mesure par des tests et des travaux personnels tout au long de son déroulement. Il y aura au moins 2 tests d'une durée totale d'au moins 2 périodes.

Travaux de laboratoire : ils seront évalués sur la base des journaux de travail, à 3 reprises au minimum.

Contrôle final : l'atteinte de l'ensemble des objectifs de formation sera vérifiée lors d'un contrôle final commun d'une durée d'au moins 1.5 heures situé durant la session de printemps.

Calcul de la note finale :

Note finale = moyenne contrôle continu x 0.275 + moyenne travaux laboratoire x 0.225 + note contrôle final x 0.5

Contrôle final de 2^{ème} instance :

Un contrôle final de 2^{ème} instance commun (voir articles 9 et 9bis du « règlement de promotion EIVD et règlement d'application E+I ») sera organisé par les enseignants concernés, durant la session d'été et la session d'automne. Il se déroulera soit sous la forme d'une interrogation orale, soit sous la forme d'une interrogation écrite. La forme sera choisie par les enseignants en fonction du nombre d'inscriptions.