

## BTS ÉLECTROTECHNIQUE

## Essai transformé

CHRISTOPHE MARY <sup>[1]</sup>

*Au-delà de la transmission de savoirs et de savoir-faire, la pédagogie par centre d'intérêt, à caractère purement inductif, rend les étudiants autonomes et responsables lors de leurs activités, mais aussi au quotidien. Autant d'approches stimulantes qu'originales.*

**Historique**

Les essais de systèmes représentent une part importante dans la formation des étudiants de section technique supérieure en électrotechnique. Leur vocation est de faire découvrir, à travers des systèmes réels ou didactisés, des concepts physiques, des procédés de fabrication, des structures de distribution, mettant en œuvre des connaissances relevant tant de la physique appliquée, de la mécanique que de l'ingénierie électrique. Le référentiel précise que cet enseignement est dispensé par deux professeurs : un d'ingénierie électrique et un autre de physique appliquée. En première année, les essais de systèmes s'étalent sur les deux semestres à raison de 4 heures par semaine et, en seconde année, au cours du premier semestre à raison de 6 heures par semaine.

**La réforme de 2005**

Le texte du référentiel du brevet de technicien réformé en 2005 apporte plus d'éclaircissements sur les objectifs des essais de systèmes et oriente la formation autour de « l'efficacité énergétique ». Concernant la pédagogie, on peut lire : « De type inductive, la pédagogie appliquée doit laisser une large place à l'autonomie et favoriser

[1] Professeur de SII ingénierie électrique, lycée Vauban, Brest (29). Je remercie mon collègue et ami Richard Naël, toujours novateur et particulièrement motivé par les expériences pédagogiques avant-gardistes. Notre proviseur Bernard Le Gall, notre proviseur adjoint Gérard Gaiga et notre chef de travaux Jean-Philippe Poirier remplacé dernièrement par Dominique Raoul pour leur confiance et l'aide qu'ils nous apportent dans la réalisation de nos projets.

la prise d'initiative de l'étudiant. À partir d'une situation-problème posée par les deux professeurs, l'étudiant sera amené, au fur et à mesure de sa formation, à acquérir un degré d'autonomie croissant dans l'identification, l'analyse, la conduite et le réglage de solutions techniques proposées. »

**Genèse du projet**

Originellement, les essais de systèmes étaient organisés sous forme de travaux pratiques tournants. Certes l'ensemble des items du programme étaient abordés par les étudiants, mais l'évolution de ce public et le changement de posture de l'enseignant face à l'évolution du métier d'électrotechnicien ont amené à une remise en cause des méthodes d'enseignement. Il a fallu développer une autre pédagogie pour les essais de systèmes ouvrant sur plus d'autonomie et sur un positionnement de l'élève en demande d'informations, de réponses à une problématique qui lui est imposée **1**.

**mots-clés**

démarche pédagogique, post-bac

**Construction d'une séquence****Le centre d'intérêt**

Le centre d'intérêt peut être choisi par l'équipe pédagogique. Dans notre cas, il correspond au thème du référentiel, et plus précisément au thème 3 : « Comportement des charges mécaniques ».

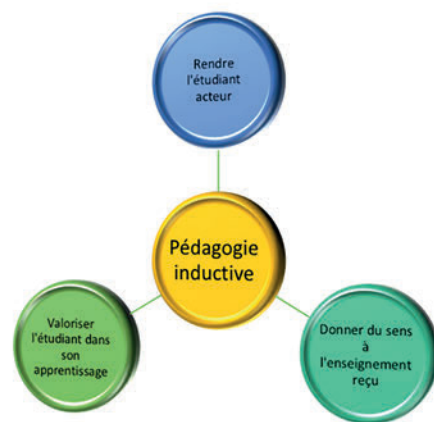
**Les compétences**

Une compétence est une capacité à mobiliser ses savoirs, savoir-faire et savoir-être, à mettre en place une stratégie pour réaliser une tâche ou un projet dans une situation nouvelle, inattendue ou complexe.

Le référentiel fait apparaître 33 compétences professionnelles à atteindre. Dix d'entre elles sont impactées lors des essais de systèmes.

**Les indicateurs de compétences**

Il est difficile d'identifier les compétences impactées dans une séquence. Nous optons donc pour faire apparaître des indicateurs devant les compétences, afin de rendre lisibles les objectifs à atteindre. En voici la matrice : « indicateurs/objectifs/compétences » **2**.

**1 Quelle pédagogie et pourquoi ?**

Centre d'intérêt : comportement des charges mécaniques	Compétences impactées		
01 Caractériser la charge mécanique	C01	C03	C19
02 Choisir un moteur et son système de pilotage suivant l'application destinée	C07	C20	
03 Justifier la stratégie de pilotage selon les axes énergétiques, de protection, d'optimisation des performances	C17		
04 Mise en service dans le respect des règles de sécurité	C06		
05 Réalisation des essais et mesures nécessaires à la justification de l'entraînement de la charge mécanique	C18		
06 Réalisation d'une soutenance, d'une présentation orale	C28		
07 Réalisation d'un dossier	C04		

## 2 Maîtrise indicateurs/compétences

### L'énoncé

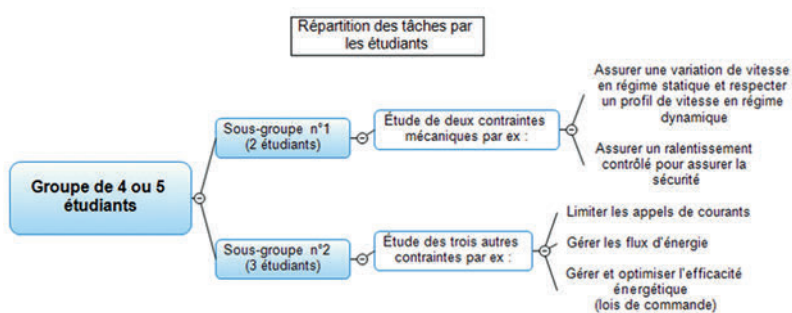
L'énoncé donne le plan de la séquence et met en évidence la pédagogie associée. Une fois les compétences rappelées, les indicateurs sont présentés (voir encadré Les indicateurs de compétences du sujet).

Puis ces indicateurs sont mis en regard des contraintes mécaniques liées au mouvement des charges, l'idée étant de s'approcher au plus près des situations réelles **3**.

L'organisation de la séquence est donnée en encadré. Les étudiants se répartissent par groupes de 4 (5 au maximum) selon la description de la figure **4**. La chronologie de la séquence est représentée dans le tableau **5**. Enfin, le tableau **6** présente les systèmes techniques disponibles, avec les contraintes qui peuvent être étudiées.

Objectifs	Contraintes du système d'entraînement
Caractériser une charge mécanique Choisir un moteur, une structure et une stratégie de pilotage	Assurer une variation de vitesse en régime statique et respecter un profil de vitesse en régime dynamique
	Limiter les appels de courant au démarrage
	Gérer les flux d'énergie (directs et inverses)
	Gérer et optimiser l'efficacité énergétique (lois de commande)
	Assurer un ralentissement contrôlé pour assurer la sécurité

## 3 Objectifs et contraintes du système d'entraînement



## 4 Répartition des groupes

Quand		
S1 12/11/2014 & S2 19/11/2014	Mémo Typologie des charges Sujet Préparer le travail • Identifier les tâches des sous-groupes • Choisir les systèmes d'entraînements • Prévoir et planifier les tâches • Définir les protocoles expérimentaux • Préciser les résultats attendus	Rédiger un mémo écrit par sous-groupes (format A4)
S3 26/11/2014	Mettre en œuvre des protocoles prévus	Valider avec les enseignants le travail prévu
S4 03/12/2014	Mettre en œuvre des protocoles prévus	
S5 10/12/2014	Mettre en œuvre des protocoles prévus	Valider les relevés, mesures, analyse avec enseignants
S6 17/12/2014	Synthétiser et rédiger le document écrit	
S7 07/01/2015	Préparer l'oral	Restituer le document écrit
S8 14/01/2015	Présenter l'oral	

## 5 Chronologie de la séquence

Avec quoi					
Systèmes	Variation de vitesse/ profil de vitesse	Limiter les appels de courant	Gérer les flux d'énergie	Gérer et optimiser l'efficacité énergétique	Assurer un ralentissement
Château d'eau		X		X	
Soufflerie		X	X	X	X
Ventelec		X		X	
Fardeleuse	X	X			
Inertec	X	X	X		X
Monte-charge	X	X	X		X

## 6 Tableau des systèmes disponibles

C	D	E	F	G	H	I	J	K
Pas abordé	0	0	0	0	0	0	0	
Pas acquis	1	1	1	1	1	1	1	
En cours	12	8	10	8	12	12	12	
Acquis	14	14	14	14	14	14	14	
	Caract charge méca	Choisir moteur + pilotage	Justification pilotage	Mise en service	Essais et mesures	Oral	CR	
	O1 (/20)	O2 (/20)	O3 (/20)	O4 (/20)	O5 (/20)	O6 (/20)	O7 (/20)	Note oral
Ismail	12	14	12	14	12	13	14	13
Louis	14	16	16	14	15	17		15
Jordan	15	13	14	13	14	15	15	14
Lucien	16	13	12	14	13	14	14	14
Alexandre	12	12	11	12	10	12	14	12
Dewi	16	16	16	16	20	16	13	17
Antoine	14	14	14	14	15	17	15	15
Hugo	11	13	14	14	11	12	14	13
Yohann	12	14	15	14	14	13	15	14

## 7 Évaluation par compétences

### Déroulement de la séquence

#### La première séance S1

Étape 1 : énoncé de la problématique de l'essai de système.

Étape 2 : mémo sur l'entraînement des charges mécaniques. Le cours ayant été au préalable dispensé en génie électrique, on rappelle la caractérisation des charges mécaniques (pesante, à couple constant, quadratique). Le principe fondamental de la dynamique est appliqué à travers les contraintes énoncées dans le sujet **3**. Rappel succinct sur les moteurs électriques et leur stratégie de commande.

Étape 3 : lecture individuelle du sujet puis discussion collégiale. Les étudiants forment des groupes en respectant les exigences du sujet et visitent, avec les enseignants, les différents systèmes, posent des questions. Le rôle de l'enseignant est ici d'accompagner et de proposer des ressources aux étudiants. Ceux-ci se réunissent en îlot, créent leurs sous-groupes et s'affectent les tâches à réaliser. Enfin, ils suivent les différents items

de la partie « préparer le travail » de l'extrait du sujet.

Étape 4 : rédaction par les étudiants du mémo (recto d'un A4), ce qui leur permet de lister leurs questions, de proposer une première analyse de la contrainte étudiée ou encore d'établir leur raisonnement physique en prévision du phénomène attendu. Ils proposent des protocoles de mesures ou d'essais. C'est la phase « rendre l'élève acteur ». Les professeurs valident les choix des étudiants et apportent les savoirs et savoir-faire nécessaires au bon déroulement de la séance. Ces interventions se font par groupes ou en classe entière si besoin. Les étudiants doivent exprimer les objectifs de leurs mesures et essais ainsi que les résultats attendus. Les professeurs ne valident pas les résultats attendus, mais l'analyse qui les y a conduits.

#### Les séances S3, S4, S5

Ces séances sont des mises en œuvre des protocoles de mesure et d'essai prévus. Les élèves proposent leurs mesures ou relevés avec une première interprétation, au regard des résultats escomptés. Ils sont critiqués et, au besoin, corrigés par les professeurs. Cette étape a pour but de livrer les savoirs et savoir-faire

relevant de l'étude du centre d'intérêt. Une attention particulière est portée sur la véracité des raisonnements et sur les causes d'erreurs d'analyses. C'est la phase « valorisation de l'étudiant ».

#### La séance S6

Cette séance de synthèse est fondamentale, puisqu'elle permet de structurer les savoirs et savoir-faire. Pour cela, les groupes se réunissent en ayant, au préalable, rassemblé tous leurs relevés (mesures, courbes, configuration, schémas, protocole, analyses...) et proposent un plan de leur compte rendu. Les étudiants doivent placer leur étude de systèmes dans un contexte industriel existant.

À ce moment, les professeurs suivent l'avancement des comptes rendus et procèdent à une synthèse par groupes, voire en classe entière, ponctuellement.

La séance se termine par une synthèse écrite globale, en classe entière. Elle permet d'ouvrir sur d'autres sujets ou de préparer la séquence suivante. C'est la phase « donner du sens ».

#### Évaluation

Trois types d'évaluations sont à distinguer :

- une évaluation formative par compétence ;
- une évaluation sommative de la prestation orale en auto-évaluation et par les étudiants constituant l'auditoire ;
- une évaluation sommative du compte rendu écrit.

#### L'évaluation formative par compétences

La matrice « indicateurs-objectifs/compétences » étant établie, un fichier Excel est conçu pour l'évaluation. L'idée est de fixer, sur une échelle de 0 à 20, trois paliers par indicateur. Ces paliers correspondent réciproquement au caractère « non abordé », « pas acquis », « en cours d'acquisition » ou « acquis » des indicateurs imposés. Pendant la présentation orale, les enseignants saisissent les notes sur 20 par indicateur : dans la partie supérieure de la figure **7**, pour

#### En ligne

Retrouvez l'ensemble des documents et d'autres en complément sur :

[http://eduscol.education.fr/sti/ressources\\_pedagogiques/essais-de-systemes-vers-lautonomie-et-la-responsabilisation-des-etudiants](http://eduscol.education.fr/sti/ressources_pedagogiques/essais-de-systemes-vers-lautonomie-et-la-responsabilisation-des-etudiants)

Retrouvez tous les liens sur <http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie>

#### Les indicateurs de compétences du sujet

À travers plusieurs systèmes d'entraînement, on vous demande de :

- caractériser la charge mécanique ;
- choisir en le justifiant un moteur et son système de pilotage suivant l'application pour laquelle il est destiné ;
- justifier les stratégies de pilotage selon les axes suivants :
  - énergétique (flux, conversion, efficacité),
  - protection des biens,
  - optimisations des performances.

l'objectif 01 « Caract charge méca », si le correcteur met 0/20, la compétence sera indiquée comme « non abordée » ; s'il met une note entre 1 et 12, la compétence sera indiquée par « pas acquis » ; entre 12 à 14, elle sera indiquée par « en cours d'acquisition » ; supérieure à 14, elle sera indiquée par « acquis ». Lorsque les notes sont saisies, un deuxième tableau, celui des compétences, se remplit automatiquement. Aucune note n'apparaît dans ce dernier, seules les compétences y figurent et sont évaluées. L'enseignant a donc procédé à une évaluation des objectifs ou indicateurs de 0 à 20 et, grâce aux paliers fixés préalablement, il est capable d'identifier les compétences acquises ou non par l'étudiant. Cette outil permet d'avoir un regard très précis sur le profil de la classe ; chaque étudiant est capable de cerner ses points forts et ceux à travailler.

Un autre tableau récapitulatif de toutes les séquences enseignées au cours de l'année, par compétences, permet d'identifier les progrès et les faiblesses de chaque étudiant, afin d'en discuter avec eux, de valoriser les efforts et de remédier aux manques **8**. C'est l'évaluation formative.

### L'évaluation sommative de la prestation orale

L'enseignant ayant complété le premier tableau en notant de 0 à 20, en

#### Organisation de la séquence

Vous disposez de 5 séances afin de mener des recherches et des expérimentations qui vous permettront de réaliser un document de synthèse.

Vous travaillerez par groupes de 4 ou 5.

Chaque groupe définira des sous-groupes (3 étudiants maximum) qui analyseront une ou deux contraintes définies plus haut.

L'intégralité des contraintes doit être analysée par le groupe complet.

Le groupe devra avoir une connaissance globale des analyses effectuées.

- Compte rendu de synthèse

Le contexte de l'étude et les problématiques abordées par le groupe dans sa totalité devront être présentés. Chaque sous-groupe développe ses études (sous formes d'annexes ou à convenance).

- Pour l'oral, durée : 40'

Chaque groupe présente son ou ses sujets d'études en s'attachant en priorité à la problématique étudiée.

Chaque sous-groupe présente de manière détaillée son ou ses études répondant aux contraintes définies plus haut.

Une conclusion globale est attendue.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Analyser un dossier			Analyser une solution technique			Respecter une procédure		
		C01			C03			C06		
Ismail		En cours	En cours		En cours	En cours		En cours	Acquis	
Louis		Acquis	Acquis		Acquis	Acquis		Acquis	Acquis	
Jordan		En cours	Acquis		En cours	Acquis		En cours	Acquis	
Lucien		En cours	Acquis		En cours	Acquis		Acquis	Acquis	
Martial		En cours	En cours		En cours	En cours		En cours	Acquis	
Damien		Acquis	Acquis		Acquis	Acquis		Acquis	Acquis	
Hugo		En cours	Pas acquis		En cours	Pas acquis		En cours	Acquis	
Abalkasm		Acquis	Acquis		Acquis	Acquis		Acquis	Acquis	
Yohann		Acquis	En cours		Acquis	En cours		En cours	Acquis	

### 8 Bilan de compétences

moyennant chaque note par objectif, il en résulte une note globale sur 20. C'est l'évaluation sommative.

Pendant la soutenance, les autres étudiants valident l'acquisition des indicateurs posés et proposent une note de groupe, qui est discutée et comparée à celle de leur auto-évaluation. Les professeurs statuent sur la note de groupe finale que les étudiants se partagent pour que la moyenne du groupe corresponde à celle établie par les professeurs (tableau Excel).

### L'évaluation sommative du compte rendu

Les comptes rendus sont remis juste avant la soutenance et sont corrigés et évalués par les deux professeurs de manière sommative.

### Réactions des étudiants

Au début de la formation, la première séquence ne porte que sur l'étude d'un système, les étudiants étant très déçus devant le premier sujet correspondant aux thèmes 1 et 2 du référentiel (ils ne comprennent pas ce qui leur est demandé). Seul leur questionnement provoque notre intervention, au moins pour un groupe. Les autres reproduisent, et une synergie se met en place. Ce sont les étudiants qui abordent les problématiques qui s'approprient le système et qui concèdent finalement que « le système devient de plus en plus transparent ».

L'acquisition de l'autonomie est progressive, tout comme la responsabilisation. C'est d'ailleurs sur le thème 3 que les progrès s'y font le plus

sentir. Les étudiants s'approprient rapidement le sujet, mais aussi les systèmes (avec notre aide), nous questionnent spontanément. Les protocoles d'essais et mesures sont établis de manière quasiment autonome. L'analyse des relevés est toujours réalisée en autonomie, même si elles comportent beaucoup d'erreurs ou de maladroites auxquelles nous remédions systématiquement et lors de la synthèse.

Les classes n'évoluent pas de manière homogène et des disparités se font sentir lors des soutenances. C'est en seconde année que ces différences s'estompent pour quasiment disparaître.

Deux témoignages vidéo d'étudiants sont disponibles sur le portail RNR STI.

### Conclusion

En pédagogie inductive, tout est discuté et lié au public concerné. Pour notre part, notre situation géographique et nos équipements nous permettent cette pratique novatrice. Un tel choix demande beaucoup de préparation et une maîtrise totale des systèmes. La posture n'est pas très confortable, car elle nécessite un juste équilibre pour ne pas être trop interventionniste, tout en sachant répondre aux attentes des étudiants, sensibles à notre réactivité et à nos connaissances tant globales que précises de nos systèmes.

Si ce n'est donc pas la solution à l'enseignement des essais de systèmes, c'est en tout cas un modèle éprouvé et qui, après neuf années d'expérience, a largement atteint l'objectif d'autonomisation et de responsabilisation. ■