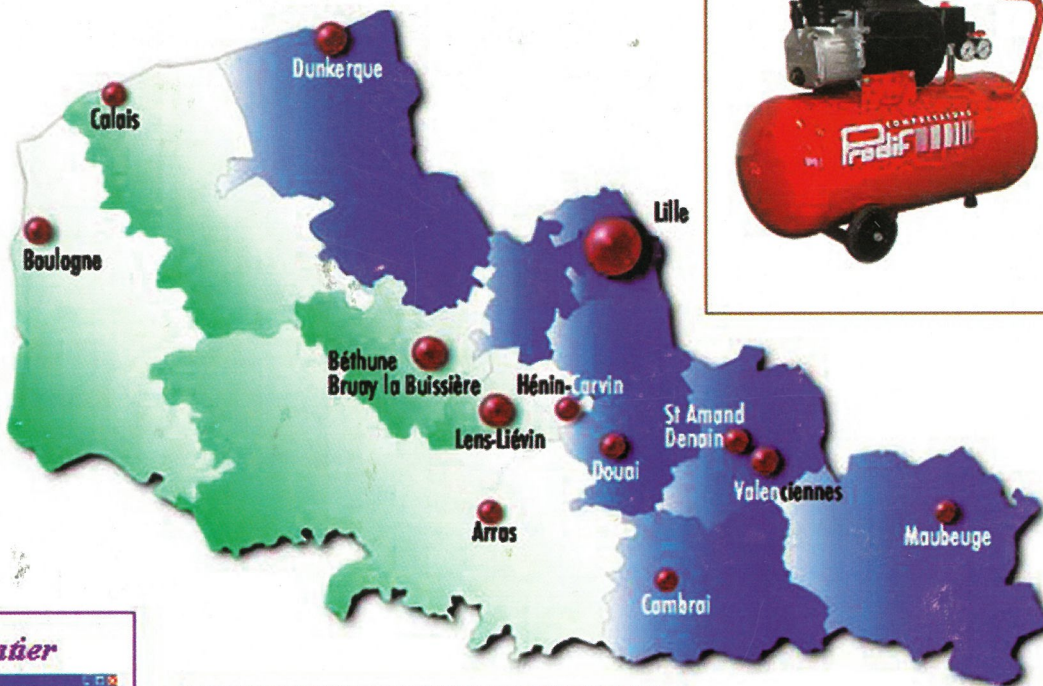
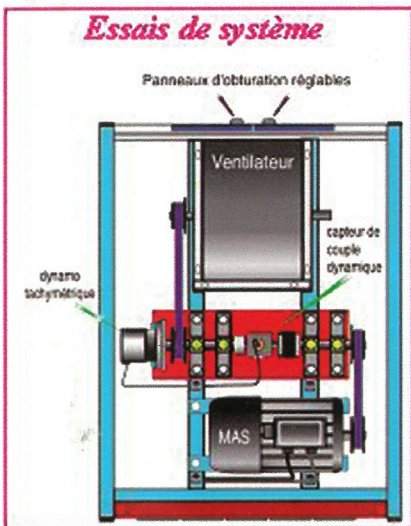


La Revue **SEE**



Ressource publiée sur Culture Sciences de l'Ingénieur : <https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay>

Pratiques pédagogiques académie de Lille



**Applications pédagogiques :
Académie de Lille**

Publication trimestrielle du Cercle Thématique 13.01 de la SEE

ENSEIGNER L'ELECTROTECHNIQUE ET L'ÉLECTRONIQUE INDUSTRIELLE



Société de l'Electricité, de l'Electronique et des Technologies de l'Information et de la Communication

N° 50 - Septembre 2007

RÉSÉLEC

Réseau National de Ressources en Électrotechnique

NOUVEAUTÉS

nouveaux référentiels

habilitation électrique

productions

contributions

évènements

concours

communiquer

forum

liens

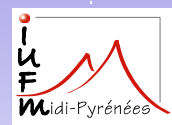
partenaires industriels

présentation de Résélec

contacts

rechercher

ministère
éducation
nationale
enseignement
supérieur
recherche



Nos missions 2006 / 2007 :

Production de ressources pédagogiques innovantes en génie électrique

- ◆ pour l'accompagnement de la rénovation
 - du BTS Électrotechnique,
 - du référentiel "Habilitation électrique",
- ◆ et le développement de la formation en économie d'énergie, éco conception, énergie renouvelables.

Missions antérieures :

Élaboration de documents pédagogiques pour

- ◆ le CAP PROELEC,
- ◆ le Bac Pro ELEEC,
- ◆ le BEP des métiers de l'électrotechnique,
- ◆ l'habilitation électrique.

www.iufmrese.cict.fr

Contacts :

Responsable pédagogique : Pascal MAUSSION
pmaussio@cict.fr
Chargé de la communication : Michel LEFÈVRE
mlefevre@cict.fr

Réseau National de Ressources en Électrotechnique
IUFM Midi-Pyrénées Site de Ranguel 118 route de Narbonne
31078 TOULOUSE CEDEX 4
Tél.: 05 62 25 21 85 ~ Télécopie: 05 62 25 21 58



SOCIÉTÉ de l'ELECTRICITE, de l'ELECTRONIQUE et des TECHNOLOGIES de l'INFORMATION et de la COMMUNICATION.

17, rue Hamelin, PARIS 75 783 CEDEX 16
Tel : 01 56 90 37 00 Fax : 01 56 90 37 19
site web : www.see.asso.fr

La Revue 3EI
publication trimestrielle
du Cercle Thématique 13-01
de la SEE

SEE, association reconnue d'utilité publique par le décret du 7 décembre 1886
Siret 785 393 232 00026, APE 731 Z, n° d'identification FR 44 785 393 232

3EI : Enseigner l'Electrotechnique et l'Electronique Industrielle

<i>La Revue 3EI, Édition SEE, 17 rue Hamelin 75 783 PARIS CEDEX 16</i>	<i>Sommaire du n°50</i>
Directeur de la publication Alain BRAVO Président de la SEE	Thème : Applications pédagogiques ; académie de Lille
Rédacteur en Chef François BOUCHER	p. 2 <i>Éditorial,</i>
<i>Adresser les propositions d'article à F. Boucher : revue3ei.art@voila.fr</i>	p. 3 <i>Publications, Informations,</i>
Communication Micheline BERTAUX communication@see.asso.fr	p. 5 <i>L'académie de Lille et ses pratiques pédagogiques</i> H. ANCELET , IA IPR Sciences Physiques et Chimie Appliquées JM DESPREZ , IA IPR Sciences et Techniques Industrielles
Publicité en Régie TRENDICE CONSEIL	p. 13 <i>Evolution de pratiques pédagogiques en essais de systèmes</i> H. ANCELET , IA IPR Sciences Physiques et Chimie Appliquées
Philippe MINGORI 01 45 74 96 47	p. 15 <i>Alimentation monophasée d'un moteur asynchrone triphasé</i> F. LEPLUS , P. DUPUIS Lycée Carnot ARRAS
Martine FERRON 01 45 74 96 48	p. 17 <i>Alimentation monophasée d'un moteur asynchrone triphasé</i> P. DUPUIS Lycée Carnot ARRAS
Abonnement (4 numéros par an) déc. 2006, mars, juin, sept. 2007. tarifs TTC :	p. 20 <i>Etude d'un système de ventilation</i> P. DUPUIS Lycée Carnot ARRAS
Individuel : France et CEE.....35 € Pays hors CEE.....45 €	p. 26 <i>Etude et dimensionnement d'une station de pompage</i> P. DUPUIS Lycée Carnot ARRAS
Collectivités France et CEE.....50 € Pays hors CEE.....63 €	p. 32 <i>Régulation de niveau d'eau dans une cuve</i> F LEPLUS , JF LONGBIEN Lycée Carnot ARRAS
Réalisation et impression Repro-Systèmes 23, rue de Verdun 77 181 Le Pin	p. 38 <i>La rénovation du BTS ELECTROTECHNIQUE : La gestion de Chantier</i> JM DESPREZ , IA IPR Sciences et Techniques Industrielles
Routage et Expédition Départ Presse ZI les Richardets 93 966 Noisy le Grand	p. 47 <i>Organisation et gestion de chantier</i> F. VANDEVILLE , JF. LONGBIEN Lycée Carnot ARRAS
Dépôt Légal : Septembre 2007	p. 56 <i>Enjeux, défis et activités pédagogiques au lycée César Baggio de Lille.</i> H. DESCAMPS , G. GALASSO , F. LEMAN , R. MOUYAL Professeurs au Lycée César Baggio de Lille
Commission Paritaire 1207 G 78028 ISSN 1252-770X	

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente édition, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées.

Toutefois des copies peuvent être utilisées avec l'autorisation de l'éditeur. Celle-ci pourra être obtenue auprès du Centre Français du Droit de Copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris, auquel la Revue 3EI a donné mandat pour la représenter auprès des utilisateurs. (loi du 11 mars 1957, art.40 et 41 et Code Pénal art. 425).

Nous retrouvons avec un immense plaisir les auteurs du numéro académique du mois de Septembre, et nous continuons notre tour de France commencé avec l'Académie de Rennes. Cette année **M. Hervé ANCELET** IPR de Sciences Physiques et Chimie Appliquées et **M. Jean-Marc DESPREZ** IPR de Sciences et Techniques Industrielles, nous font découvrir les richesses de l'Académie de Lille et sa vie pédagogique.

La réforme du BTS Electrotechnique est l'occasion de repenser les enseignements dans cette filière et deux axes de réflexion ont été privilégiés : l'enseignement en essais de systèmes et la présentation d'une nouvelle matière « l'organisation et la gestion de chantier ». Les articles proposés ont été nombreux et pour respecter le nombre maximal de pages, nous publierons l'article de **M. Didier BETHENCOURT** dans le numéro de Décembre.

Nous remercions vivement tous les acteurs de ce numéro qui ont fourni un travail considérable. Et nous tenons à remercier également **Mr Jean-François Sergent** qui a joué le rôle de coordonnateur.

Pour les quatre numéros de l'année scolaire que nous venons de commencer, nous avons retenu les thèmes suivants : **les gisements d'économie d'énergie, la pile à combustible** et les **FPGA** (Field Programmable Gate Array)

Les rubriques de **L'Histoire de L'Automatique** et de **L'Enseignement des Sciences Appliquées** continueront à être alimentées.

Les articles hors thème participent également à la richesse de notre revue et nous comptons sur vous pour nous envoyer des articles pédagogiques : fiches de TP, TD, cours....

Dans un numéro du second semestre, nous avons l'intention de réaliser un « retour sur expérience » au sujet de l'organisation et de la gestion de chantier, afin de mettre en commun nos différentes bonnes expériences.

Pour que cette revue qui contribue à la transmission des connaissances puisse continuer de paraître, nous avons toujours besoin de votre aide. Nous comptons sur vous pour saisir toutes les occasions pour faire connaître et faire vivre notre revue. Une attention particulière doit être portée à l'information en direction des jeunes collègues que nous souhaiterions voir abonnés en plus grand nombre.

ABONNEZ-VOUS !!!! et FAITES CONNAITRE LA REVUE !!!

Comité de publication :

Bonne lecture.

Le Comité de Publication de la Revue3EI

La Revue 3EI
Comité de publication

Hamid BEN AHMED
Jean BONAL
François BOUCHER
Lucien DESCHAMPS
Jean FAUCHER
Gilles FELD
Jean-Philippe ILARY
Chérif LAROUCI
Marie Michèle LE BIHAN
Franck LE GALL
Sylvaine LELEU
Pascal LOOS
Claude OBERLIN
Oviglio SALA
Jean-François SERGENT
Jean-Claude VANNIER
Pierre VIDAL

Pour vos insertions
publicitaires, contacter :
TRENDICE CONSEIL

Philippe MINGORI
01 45 74 96 47

Martine FERRON
01 45 74 96 48

Abonnement à la Revue 3EI, année 2006-2007 :

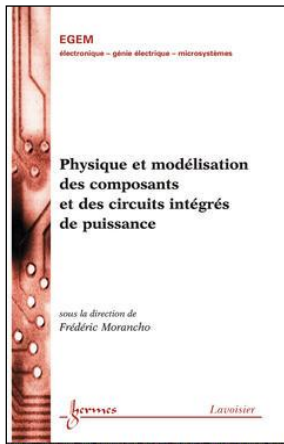
Numéros : 47 (décembre 2006), 48 (mars), 49 (juin) et 50 (septembre 2007).

<u>Abonnement individuel :</u>	<u>Abonnement collectif souscrit par bon de commande (bibliothèque, CDI, laboratoire, entreprise, etc.)</u>
France et Pays de la CEE : 35 €, TTC	France et Pays de la CEE : 50 €, TTC
Pays hors CEE : 45 €, TTC	Pays hors CEE : 63 €, TTC

Une seule adresse :

La Revue 3EI - SEE,
17, rue Hamelin, 75 783 PARIS Cedex 16

pour nous contacter au sujet de votre abonnement écrivez à
revue3ei.cour@voila.fr



Physique et modélisation des composants et des circuits intégrés de puissance

Traité EGEM, série électronique et micro-électronique

Sous la direction de F.MORANCHO

Ed Hermès Lavoisier

Depuis une vingtaine d'années, l'intégration en électronique de puissance s'est développée, tirée par des marchés spécifiques comme l'automobile, l'éclairage ou l'électroménager. Suivant les niveaux de puissance et les contraintes à supporter, les solutions d'intégration sont monolithiques ou hybrides.

Sommaire

Chapitre 1. Introduction

Chapitre 2. Physique spécifique et architecture des transistors MOS de puissance

Chapitre 3. Robustesse et fiabilité des transistors MOS de puissance conçus pour l'intégration

Chapitre 4. Modèles des transistors MOS de puissance

Chapitre 5. Technologie des circuits intégrés de puissance

Chapitre 6. Conception et applications des circuits intégrés de puissance



Commande vectorielle de la machine asynchrone Désensibilisation et optimisation par la logique floue

HAUTIER Jean-Paul DEGOBERT Philippe

ROBYNS Benoît FRANCOIS Bruno

Collection Méthodes et Pratiques de l'Ingénieur Ed. TECHNIP

Dans beaucoup d'applications à vitesse variable, comme la traction ferroviaire par exemple, la machine asynchrone tend à se substituer à la machine à courant continu. Cette évolution, motivée par d'indéniables qualités de robustesse et de fiabilité, est permise grâce aux convertisseurs électroniques de puissance et aux processeurs numériques pour leur commande. Toutefois, un problème majeur se pose : le modèle de Park classique de la machine, indispensable à la conception de son dispositif de commande, dépend de paramètres variant fortement selon les conditions de fonctionnement de la machine.

Après les rappels des principales lois physiques et des concepts fondamentaux propres à la conversion électromécanique, sont présentés les modèles mathématiques classiques de la machine asynchrone, quelle que soit la technologie du rotor, et les différentes stratégies de commande vectorielle de la machine asynchrone à cage. L'utilisation du formalisme des Graphes Informationnels Causaux (G.I.C.) dans ce livre permet de systématiser la démarche de conception et d'uniformiser les structures d'un dispositif de commande.

Puis l'ouvrage propose une approche originale qui permet de réduire la sensibilité paramétrique des commandes vectorielles basées sur une analyse théorique de cette sensibilité. Ce qui amène à proposer des stratégies de contrôle basées sur la combinaison de différentes commandes ayant des propriétés de robustesse différentes, à l'aide de superviseurs à logique floue. Des applications et de nombreux résultats expérimentaux viennent confirmer le bien-fondé de cette solution simple, reproductible et applicable à d'autres systèmes complexes..

Lire la revue 3EI c'est bien et même très bien,

Lire la revue 3EI en étant abonné c'est encore mieux !!!!



LISTE DES NOUVEAUTES DU RESELEC :

- TP et TD : Énergie photovoltaïque (12/07/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/catalogue/2006/GrenobleLT/EnergiePV.shtml>
- TP comparaison de sources lumineuses, 1ère STI GE, contribution (12/07/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/contrib/2007/Pinoteau/comparaison2lampes.shtml>
- TP et TD : générateur photovoltaïque industriel connecté au réseau (11/07/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/catalogue/2006/Toulouse/PV/decentralise.shtml>
- Sujets d'épreuves E2, 2007, Bac Pro ELEEC (11/07/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/SujetsBacProELEEC/SujetsBacProELEEC.shtml>
- Diaporamas : démarrage moteurs, fonctionnement dans les quatre quadrants ; contribution (11/07/2007)
http://www.iufmrese.cict.fr/contrib/2007/A_Marcant/D_moteurs_4Quad.shtml
- Sujets d'épreuves EP1, 2007, BEP des métiers de l'électrotechnique (10/07/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/SujetsBEP/SujetsBEP.shtml>
- Conduite de projet en STS Electrotechnique (21/06/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/catalogue/2006/Lille/ConduiteProjet.shtml>
- Logiciel BTS Électrotechnique : lire simultanément les référentiels et les Repères (19/06/2007)
http://www.iufmrese.cict.fr/catalogue/2006/Toulouse/logiciel/BTS_Electrotechnique.shtml
- TP sur un système photovoltaïque, Bac Pro ELEEC (19/06/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/catalogue/2006/GrenobleLP/PV.shtml>
- Organisation de chantier en BTS Electrotechnique avec PPSPS, contribution (19/06/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/contrib/2007/Delayre/Gyrotour.shtml>
- Principe du bus CAN et mise en œuvre, BTS Electrotechnique et BTS IRIS (30/05/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/catalogue/2005/LimogesLT/busCAN.shtml>
- Agrégation interne de GE, session 2007 (24/05/2007)
<http://www.iufmrese.cict.fr/concours/2007/AgInt/AgInt2007.shtml>

TROIS MANIFESTATIONS TRES INTERESSANTES A VENIR

- Journée « **Histoire du Génie électrique** » mercredi 10 octobre 2007 à l'ENSEEIH, Toulouse, journée gratuite mais inscriptions obligatoires (07/09/2007)
http://www.iufmrese.cict.fr/manifestations/2007/Histoire_GE/Programme_Bibliographies_Resumes_Conferences_Hist_GE_V3.pdf
- La fédération internationale des utilisateurs de normes (IFAN) organise un concours (05/09/2007)
http://www.iufmrese.cict.fr/manifestations/2007/IFAN/1st_IFANposter_contest_FR_AZ.pdf
- **CETSI 2007**, une manifestation du Club EEA, à Bordeaux du 29 au 31 octobre 2007 (10/10/2006) <http://www.cetsis.org/>

LES ACTES EN LIGNE DE 2 MANIFESTATIONS PASSES

- "Énergie et développement durable" : articles et diaporamas des JEEA 2007 (10/05/2007) <http://www.bretagne.ens-cachan.fr/jeea2007/>
- Journées STIC & Environnement, Lyon, du 13 au 15 novembre 2007 (18/04/2007)
<http://www.lyon.cemagref.fr/qe/epuration/Stic2007/index.shtml>

Pascal MAUSSION

Responsable groupe CODIASE
LAPLACE (LABoratoire PLAsmas et Conversion de l'Energie)
INP Toulouse- ENSEEIH-Université Paul Sabatier-CNRS
Tel : 05 61 58 84 64 Fax : 05 61 63 88 75

Responsable Dépt. Génie Electrique IUFM Midi Pyrénées
Responsable pédagogique du Réseau National de Ressources en Electrotechnique
Tel : 05 62 25 21 52 - Fax : 05 62 25 21 58

L'académie de LILLE et ses pratiques pédagogiques dans la filière Electrotechnique

Hervé ANCELET

Inspecteur d'Académie
Inspecteur Pédagogique Régional
Sciences Physiques et Chimie Appliquées

Jean-Marc DESPREZ

Inspecteur d'Académie
Inspecteur Pédagogique Régional
Sciences et Techniques Industrielles

1. Présentation de l'Académie de LILLE

M Bernard DUBREUIL, Recteur de l'Académie, assisté des deux Inspecteurs d'Académie Directeurs des Services Départementaux de l'Education Nationale et de la Secrétaire Générale de l'Académie, définit et conduit au sein du groupe de pilotage académique les grandes orientations de la politique académique pour le premier comme pour le second degré.

L'académie de Lille couvre les 2 départements : Le Nord (59) et le Pas de Calais (62) qui correspondent à la Région Nord Pas de Calais. Le Nord Pas de Calais couvre 12 400 km², soit 2,3% du territoire national. Avec plus de 4 millions d'habitants, le Nord Pas de Calais représente 7% de la population française. C'est donc une région fortement peuplée mais également contrastée : des zones industrialisées très urbanisées côtoient des paysages et des milieux naturels d'intérêt régional et national. Le Nord Pas de Calais compte 9 agglomérations de 100 000 à un million d'habitants ; les agglomérations de Béthune-Bruay, Boulogne sur Mer, Denain St Amand, Dunkerque, Lens Lievin, Hénin Carvin, Douai, Valenciennes et la métropole Lilloise. L'Académie compte quatorze bassins d'éducation, correspondant approximativement aux bassins de l'INSEE et aux arrondissements.



1 Lille Centre	8 Sambre Avesnois
2 Lille Ouest	9 Cambrais
3 Lille Est	10 Artois Ternois
4 Roubaix Tourcoing	11 Lens Hénin Liévin
5 Dunkerque Flandres	12 Béthune Bruay
6 Douais	13 Audomarois Calais
7 Valenciennes	14 Boulogne Montreuil

Données 2006-2007 :

- Premier degré : 477 319 élèves
- Second degré : 380 889 élèves
- Enseignement Supérieur : 155 202 étudiants

2. L'enseignement technique en Génie Electrique

2.1. L'offre de formation

L'offre de formation aux métiers de l'électricité s'est développée considérablement durant les 20 dernières années, résultat d'une importante refonte des enseignements professionnels. Cette réorganisation a accompagné d'ailleurs en partie les restructurations de l'industrie régionale mais également la demande sociale des publics, de moins en moins enclins à s'orienter vers des emplois de production jugés par eux-mêmes, peu attractifs.

Nord (59) : 22 établissements scolaires :

Ville	Etablissement	Public	Privé	BTS ET	BAC GET
ARMENTIÈRES	Lycée Gustave Eiffel	X			X
CAMBRAI	Lycée Paul Duez	X		X	X
	Lycée La Sagesse		X		X
DENAIN	Lycée Albert Kastler	X			X
DOUAI	Lycée Edmond Labbé	X		X	X
	Lycée Deforest de Lewarde		X		X
DUNKERQUE	Lycée de l'Europe	X		X	X
	Etablissement Professionnel et Industriel Dunkerquois EPID		X	X	X
FOURMIES	Lycée Camille Claudel	X			X
HAZEBROUCK	Lycée technique Saint-Joseph		X	X	X
LILLE	Lycée Baggio	X		X	X
	Lycée Ozanam		X	X	X
LOUVROIL	Lycée technique		X	X	X
MAUBEUGE	Lycée Pierre Forest	X		X	X
ROUBAIX	Lycée Jean Rostand	X			X
	Lycée Saint-Rémi		X	X	X
SAINT-AMAND-LES-EAUX	Lycée Ernest Couteaux	X		X	X
TOURCOING	Lycée Colbert	X		X	X
	Lycée Industriel et Commercial Privé, LICP		X		X
VALENCIENNES	Lycée du Hainaut	X		X	X
	Lycée Dampierre		X		X
VIEUX-CONDÉ	Lycée Georges Bustin	X			X

Pas de Calais (62) : 11 établissements scolaires :

Ville	Etablissement	Public	Privé	BTS ET	BAC GET
ARRAS	Lycée Lazare Carnot	X		X	X
	Lycée Baudimont-Saint-Charles		X		X
BOULOGNE-SUR-MER	Lycée Edouard Branly	X			X
SAINT-MARTIN-BOULOGNE	Lycée Saint-Joseph		X	X	X
BRUAY-LA-BUISSIÈRE	Lycée Carnot	X			X
BÉTHUNE	Lycée André Malraux	X			X
CALAIS	Lycée Léonard de Vinci	X			X
HÉNIN-BEAUMONT	Lycée Louis Pasteur	X			X
LENS	Lycée Auguste Béhal	X		X	X
LIÉVIN	Lycée Henri Darras	X			X
LONGUENESSE	Lycée Blaise Pascal	X		X	X

Apprentissage

L'apprentissage en BTS ELECTROTECHNIQUE se concentre actuellement dans 2 CFA, avec 9 candidats admis sur les 22 apprentis qui se sont présentés au BTS à la session 2007.

CFAI Région Nord-Pas de Calais, Antenne ACM DUNKERQUE

CFA de la CCI de Valenciennes, AULNOY-LEZ-VALENCIENNES

2.2. L'évolution des effectifs

La région Nord Pas de Calais est la région la plus jeune de France métropolitaine : 28% de sa population a moins de 20 ans alors que la moyenne nationale s'établit à 24%. L'académie de Lille compte plus d'un million d'élèves, d'apprentis et d'étudiants scolarisés ou poursuivant leurs études dans les établissements publics et privés des premier et second degrés, dans les 6 universités et 7 centres IUFM, dans la trentaine de grandes écoles et instituts qui offrent une grande diversité de formations.

Alors que la région Nord Pas de Calais est la plus jeune de France, la population scolaire a chuté, depuis 10 ans, de près de 20%. Ce phénomène tend à s'atténuer avec l'arrivée des jeunes générations. C'est déjà le cas dans le primaire qui a stabilisé ses effectifs. Cette évolution impactera le collège d'ici 2 ans.

La baisse démographique de la Région Nord Pas de Calais affecte toutes les filières STI, le baccalauréat STI, spécialité électrotechnique n'y échappe pas (- 700 élèves sur 10 ans) dans l'académie de LILLE, tout en restant néanmoins la première voie d'orientation des élèves de 2nde Générale et Technologique (1222 élèves présentés en 2007) devant la filière Scientifique S Sciences de l'Ingénieur. (1063 élèves présentés)

2.3. Les poursuites d'études

Actuellement un peu moins de 30% d'élèves de BAC STI ELECTROTECHNIQUE s'orientent en BTS ELECTROTECHNIQUE. Compte tenu de l'offre de formation, ces bacheliers poursuivent leurs études dans différents BTS : Mécanique et Automatismes Industriels, Maintenance Industrielle, Domotique, ... ou en DUT ou accèdent à l'enseignement supérieur en suivant un parcours universitaire par les facultés de sciences et techniques essentiellement.

Pour la rentrée 2007, l'Académie de Lille a utilisé une nouvelle procédure d'admission pour l'affectation en BTS. Tout candidat à ce type de formations a du participer aux 3 étapes de cette procédure en se connectant sur un site identique à celui des candidatures CPGE

- 1ère étape : se porter candidat
- 2ème étape : suivre sa candidature avec la possibilité de connaître début juin le résultat des commissions et la possibilité de modifier l'ordre de ses vœux
- 3ème étape : connaître et valider les propositions d'admissions successives (au nombre de 3)

Les établissements ont affiché, en toute transparence pour les candidats, les résultats des commissions

d'admission et chaque élève a pu répondre, en plusieurs temps, selon sa propre stratégie.

De mi juin à mi septembre, une procédure complémentaire sur places vacante a été initiée.

Ainsi donc pour la première fois, la demande des élèves de terminales pour l'accès aux sections de BTS a été recensée sur un site unique national. Les élèves ont eu la possibilité de formuler jusqu'à 12 vœux pour chaque type de formation (de STS ou CPGE). Fin juin, avant même la prise en compte de la procédure complémentaire d'admission, qui court jusqu'à mi-septembre, 96% des candidats avaient obtenu une proposition d'admission en STS et 87% des capacités d'accueil étaient d'ores et déjà occupées.

Les dossiers de candidature en STS montrent une stabilité des demandes pour le secteur des services et une baisse de 11% pour les STS du secteur de la production. Pour le BTS ELECTROTECHNIQUE, les effectifs en première année ont augmenté de 8,6% pour les lycées publics.

La réussite des élèves et étudiants

A la session 2007, 1223 candidats (contre 1365 à la session 2006) se sont présentés au baccalauréat technologique Génie ELECTOTECHNIQUE,

Présentés bac GET	Admis 1 ^{er} Gr	Admis 2 ^{ème} Gr	Total admis	% Réussite
1223	810	154	964	78,8%

Rappel 2006	Rappel 2005	Rappel 2004	Rappel 2003
68,6%	67,7%	73,2%	67,1%

A la session 2007, 390 candidats se sont présentés au BTS ELECTROTECHNIQUE

Présentés	Admis	% Admis	Éliminés	% Éliminés
390 *	254	65,1 %	14	3,6 %

Refusés	% Refusés	Rappel Admis 2006	Rappel Admis 2004
121	31 %	71,1 %	60 %

* 1 candidat (=0,3%) en attente décision finale (forme progressive)

3. « L'énergie » en Région Nord Pas de Calais, constats, perspectives, enjeux

3.1. Une production et une consommation d'énergie monolithique

La région Nord – Pas-de-Calais est fortement consommatrice d'énergie. Autosuffisante pour couvrir ses besoins en électricité, la Région Nord – Pas-de-Calais est très fortement dépendante pour les autres types d'énergie : gaz naturel et produits pétroliers, mais aussi aujourd'hui charbon et coke de houille.

Après avoir été la première puis la deuxième région productrice de charbon (exploitation stoppée en 1991), le Nord – Pas-de-Calais est à présent l'une des régions productrices d'électricité nucléaire (pour une consommation à l'échelle européenne), de gaz de mine et s'affirme comme ouverte au développement des énergies renouvelables, essentiellement éolienne (consommation locale).

La production régionale d'énergie primaire est (données 2004) d'environ 10.5 Mtep, répartis en 9.9 Mtep d'électricité et 600 ktep de biomasse et bois. L'électricité est produite à 96.5 % par voie nucléaire et 3.5 % par voie thermique.



Avec six tranches de 900 MW chacune, soit 8.6 % de la puissance électronucléaire nationale, la centrale de Gravelines est la centrale la plus puissante d'Europe occidentale. Elle emploie près de 1700 salariés et 300 entreprises sous-traitantes (représentant quant à elles près de 1300 personnes), basées essentiellement dans le département du Nord.

La région dispose d'un potentiel supplémentaire de 1000 MW de production thermique classique avec deux centrales (Bouchain et Hornaing).



Elles ont produit environ 2 TWh en 2005. La centrale thermique d'Hornaing vieillissante devrait se moderniser dès 2009 avec la mise en service d'une tranche au gaz de 400 MW tandis que les 3 groupes fonctionnant au charbon devraient cesser leur activité en 2015.

Par ailleurs, la région reste « productrice » de gaz de mine. Plusieurs sites de récupération de gaz de mine subsistent encore, près de Lourches, à Divion et la plus importante, (Méthamine à Avion). Cette dernière a produit environ 461 GWh en 2005. Ce gaz, après traitement, est soit injecté dans le réseau de transport de gaz naturel soit directement consommé par les industriels.

A noter également la forte interconnexion internationale en terme de transit d'énergie. Le Nord – Pas-de-Calais

est en effet le seul lien entre le continent et la Grande-Bretagne. A noter le lien fort avec l'Europe du nord (Allemagne, Hollande) via la Belgique (Ligne 400kV).

La région est également un carrefour pour le transport de gaz (deux points d'entrée du gaz importé, le 1/3 du gaz consommé en France y transite) et le quatrième pôle national de raffinage de pétrole brut.

3.2. Des perspectives

Les évolutions réglementaires récentes des secteurs de l'énergie favorisant la libéralisation des marchés, la maîtrise de la consommation d'énergie, le développement des énergies renouvelables ainsi que la réduction des gaz à effet de serre constituent des opportunités de développement potentiel intéressantes.

Selon l'ADEME, on produit dans la région 350 000 MWh/an d'électricité et 520 000 MWh/an de chaleur à partir d'énergies renouvelables, soit l'équivalent de la consommation de 480 000 habitants.

Sur le plan des énergies, la région Nord Pas de Calais se caractérise par de sérieux atouts. C'est la 1ère plaque énergétique européenne (Dunkerque avec sa centrale nucléaire, l'atterrage gazier, son port pétrolier. Elle offre par l'étendue de son territoire, grâce à l'existence d'une filière agro alimentaire, de sérieuses compétences pour la production de biocarburants. Le potentiel régional de ressources énergétiques locales valorisables est estimé à 1 Mtep. Une partie est déjà valorisée

Prochainement, la mise en service (2007) du Centre de Valorisation Organique (CVO) de Sequedin permettra d'alimenter en gaz environ 100 autobus de la métropole Lilloise. Il traitera 108 000 tonnes de déchets organiques.

On valorise actuellement le gaz des anciennes exploitations minières, ainsi que le gaz de hauts-fourneaux pour alimenter les centrales thermiques

On valorise 15 % des ordures ménagères, soit 510 000 tonnes d'ordures

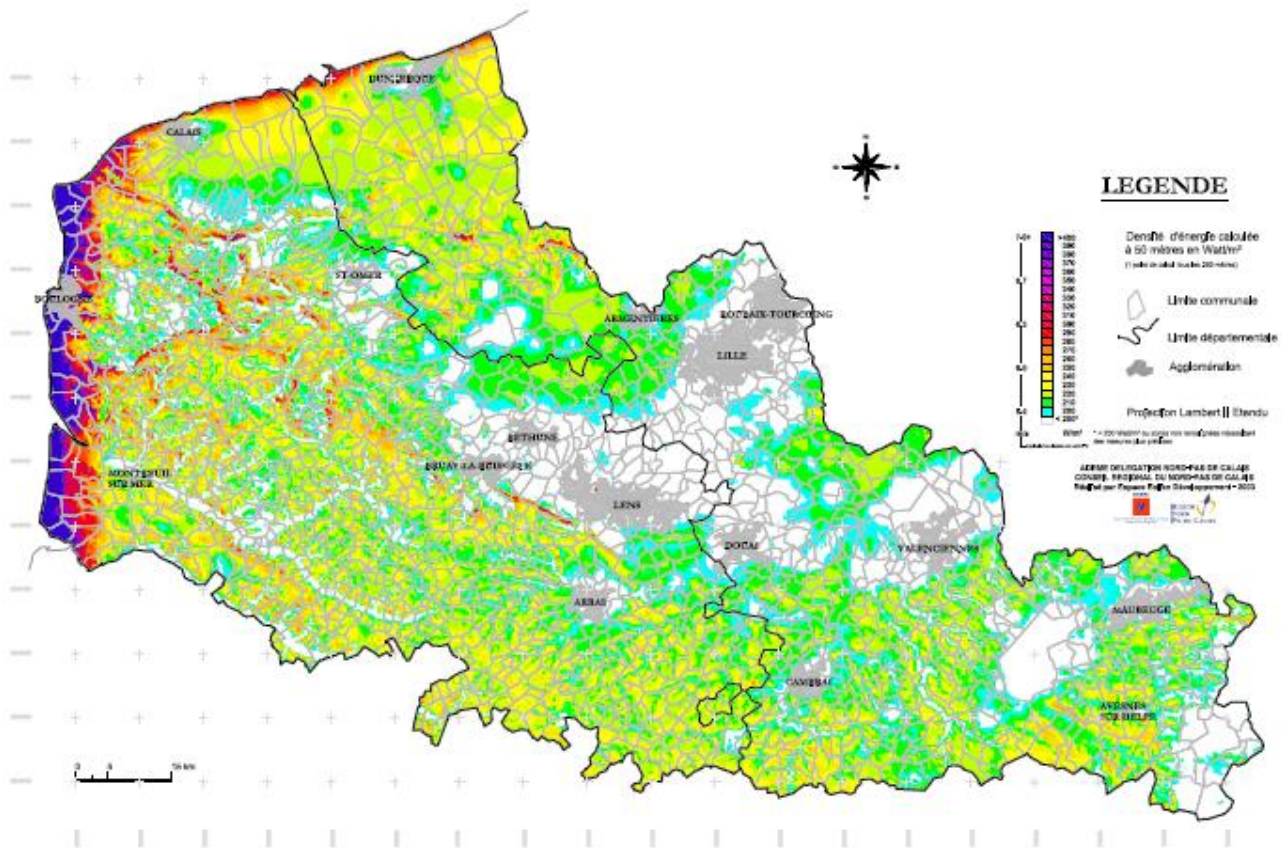
Le bois est utilisé dans quelques chaufferies collectives et installations et chaufferies industrielles pour un équivalent de 9000 tep/an alors que le potentiel est estimé à 50 000 tep/an.

Le biogaz est produit à partir d'un centre d'enfouissement, d'une dizaine de stations d'épuration urbaine et d'une vingtaine de stations d'épuration industrielles

La petite hydroélectricité avec 1 MW installé pour un potentiel de 6 MW est d'ores et déjà valorisé

Une cartographie du potentiel éolien montre que 77 % du territoire serait propice au développement de l'énergie éolienne (supérieur ou égal à 200W/m2)

Densité d'énergie à 50 mètres



Plusieurs paramètres peuvent limiter ces développements : l'avance technologique et économique d'autres régions françaises et européennes, un développement mesuré du marché des énergies renouvelables et la réalité nationale d'un panel électrique structurant basé sur le développement du nucléaire et de l'hydraulique.

S'agissant de l'éolien, les difficultés rencontrées dans l'obtention des permis de construire et l'avance technique et économique prise par les constructeurs allemands, danois et espagnols freinent fortement la création d'emplois régionaux pour le grand éolien. Par contre, le développement d'un micro éolien dont l'acceptation semblerait plus évidente par les populations, n'est pas à négliger.



En définitive, il s'agit pour la région de rester une grande région productrice d'énergie en diversifiant les modes de production, les sources d'approvisionnement tout en recherchant une plus grande efficacité énergétique et en optimisant ou améliorant la maîtrise de la consommation d'énergie.

3.3. Comme à l'échelle de la planète, l'enjeu pour la région : réduire les gaz à effet de serre !

Le secteur industriel représente, en effet, près de la moitié de la consommation totale d'énergie, alors que la moyenne nationale n'est que de 23 %. Cette différence s'explique par la place de la sidérurgie (un quart de l'énergie finale dans la région contre 3 % en France). Viennent ensuite les secteurs des transports (près de 20 %), du résidentiel (près de 20%), du tertiaire (un peu plus de 10%) et de l'agriculture (1 %). Les couples « produit – secteur » dont les augmentations sont les plus significatives sont l'électricité dans le résidentiel et tertiaire et les produits pétroliers dans les transports.

Du point de vue de la répartition par produits, les produits pétroliers viennent en tête (plus de 30 %), suivis du gaz (moins de 30 %), du charbon (près de 20 %), qui reste fortement utilisé par la sidérurgie, de l'électricité (moins de 20%) et des énergies renouvelables thermiques (bois essentiellement, 2 %).

Les émissions de CO₂ ont atteint près de 35.4 Mt en 2001.

La sidérurgie et l'industrie sont responsables de plus de la moitié des émissions de CO₂, suivies des transports et du résidentiel tertiaire. Les émissions régionales de CO₂ ont progressé de 8.5 %. Tous les secteurs ont connu une augmentation, la plus faible (1.1 %) étant celle de l'industrie – sidérurgie. Hors sidérurgie, l'industrie a vu même ses émissions en baisse (-4.1 %) alors qu'elle absorbait dans le même temps 55 % de la consommation régionale en électricité.

Le double objectif du Contrat de Plan Etat – Région 2000 – 2006 consistait à maintenir en 2006 une consommation finale d'énergie à 14.2 Mtep et les émissions de CO₂ à 35 millions de tonnes.

4. La formation des jeunes, une opportunité de réponse face à ces enjeux

Les développements autour de la filière énergétique régionale peuvent entraîner des créations d'entreprises et d'emplois significatives dans la mesure où les entreprises et structures régionales sauront se positionner sur les technologies émergentes et créer les synergies de compétences avec certains secteurs industriels (électrotechnique, électronique, domotique, bâtiment, éco énergies). Ces potentiels concernent les secteurs porteurs et émergents tels que la pile à combustible alimentée en Gaz, expérimentée sur Dunkerque et Liévin en collaboration avec EDF, DALKIA et l'université d'ARTOIS, la géothermie, le bio gaz, la cogénération, l'énergie, le solaire, le stockage d'énergie ...

Le potentiel de développement d'emploi de la filière électrotechnique se situe vraisemblablement aussi dans le fort potentiel éolien de la région.

L'implication de la filière électrotechnique au plan régional, associée à la filière énergétique et à la filière du bâtiment doit aussi répondre aux grands objectifs de la politique énergétique française. Le développement de la recherche et de la formation initiale, continue dans les domaines de l'énergie et de l'environnement devrait contribuer à atteindre ces objectifs.

Durant les 20 dernières années, la croissance des emplois du domaine a été assez modeste et inégale. La croissance est indiscutable vis-à-vis du nombre d'ouvriers qualifiés et de techniciens en électricité (niveau de formation Bac et plus), bien que cette insertion professionnelle n'ait pas concerné le nombre d'électriciens du bâtiment (majoritairement de niveau V). Depuis 2 ans, on constate une demande plus forte pour le niveau III dans les bassins de LILLE, de VALENCIENNES et de DUNKERQUE. Cette demande se traduit par des demandes de formation par apprentissage.

4.1. La rénovation du BTS électrotechnique réalise l'adéquation avec l'emploi

Selon les entreprises, (cf Référentiel des Activités Professionnelles attendues) le technicien supérieur en électrotechnique va être amené à transférer son activité qui était essentiellement orientée vers les systèmes électrotechniques industriels dans les différents secteurs en plein développement tels que :

- la production et la transformation des énergies renouvelables ;
- la gestion technique du bâtiment ;
- les installations électriques des secteurs tertiaires ;
- les équipements publics ;
- le froid industriel, l'agroalimentaire et la grande distribution ;
- les transports (véhicules et infrastructures), etc.

L'analyse des emplois a fait apparaître 7 fonctions, déclinées en 33 tâches, elles mêmes associées à une combinaison de compétences spécifiques. Ainsi les fonctions F3 : Planification, suivi technique et maîtrise des coûts d'une affaire ou d'un projet, F4 : Animation et coordination d'équipes dans le cadre d'un chantier ou d'un projet, F7 : Relations clients – fournisseurs, internes et externes font leur apparition et figurent comme des fonctions primordiales tant chez les installateurs que chez les industriels.

Si le bachelier STI Génie ELECTROTECHNIQUE doit pouvoir atteindre la compétence de comprendre la complexité d'un système technique industriel par une approche fonctionnelle, temporelle, structurelle et matérielle, Le BTS Electrotechnique devra élargir la frontière d'étude du système ou procédé en intégrant les enjeux et contraintes des contextes réglementaires, environnementaux, de gestion des ressources humaines en explorant la relation usage/procédé/énergies

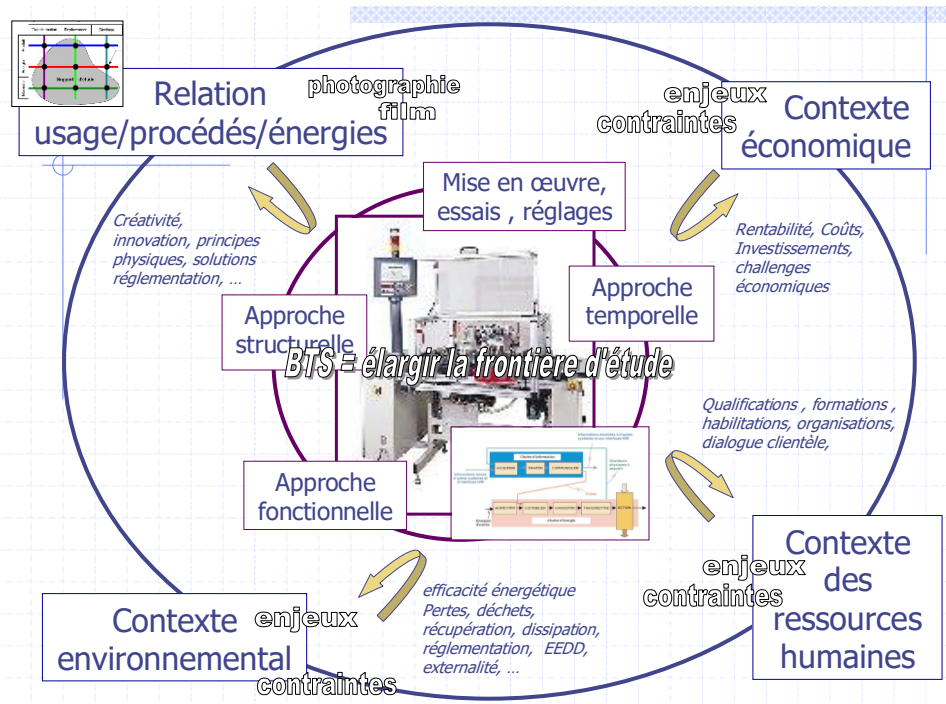
4.2. Les 2 grandes nouveautés introduites dans le référentiel de formation du BTS

L'optimisation de la relation usage/procédé/énergies

Face à la problématique de l'optimisation et de la rationalisation nécessaire de l'utilisation des ressources énergétiques, l'étudiant en STS doit s'interroger sur les solutions qui optimisent la gestion de l'énergie électrique dans une approche « cycle de vie ». D'où la place centrale donnée aux essais de systèmes qui fédèrent les enseignements de Génie Electrique et de Sciences Physiques Appliquées.

La gestion de chantier

Les constats des membres de la CPC identifient les compétences du BTS orientées vers le management d'équipe avec une responsabilité de plus en plus tournée vers la gestion opérationnelle du chantier.



4.3. L'accompagnement des équipes pédagogiques de l'Académie

Accompagnement pédagogique et didactique

Durant l'année scolaire 2006-2007,

Plusieurs journées académiques ont été organisées pour permettre aux équipes pédagogiques de s'approprier les référentiels de formation et documents d'accompagnement. Plusieurs équipes pédagogiques ont été associées pour construire et illustrer des séquences pédagogiques adaptées à ces nouvelles orientations de formation.

- A destination des professeurs de Génie Electrique et de Sciences Physiques Appliquées réunis
 - 2 journées ont été consacrées à l'enseignement des essais de systèmes
 - 1 journée a été consacrée à de la formation technique sur les régimes harmoniques
- A destination des professeurs de Génie Electrique
 - 1 journée a été consacrée à la gestion de chantier, aux modalités de mise en œuvre du Contrôle en Cours de Formation à destination des professeurs de Génie Electrique
- A destination des professeurs de Sciences Physiques Appliquées
 - 2 journées ont été consacrées à l'enseignement de Sciences Physiques Appliquées

Pour l'année scolaire 2007-2008

- A destination des professeurs de Génie Electrique, de Sciences Physiques Appliquées, de Construction Mécanique
 - 1 journée sera consacrée à la gestion de projet, réalisation conduite pendant environ 200 heures, sur la base d'un cahier des charges issu d'une problématique industrielle, élément structurant de la formation.
- A destination des professeurs de Génie Electrique,
 - 1 journée sera consacrée à un retour d'expérience et à l'harmonisation des situations de gestion de chantier initiées par les équipes pédagogiques pour la première session de l'examen.
 - 2 journées seront consacrés à de la formation technique, à la présentation de matériels du domaine de la domotique, de kits pour appréhender la Gestion Technique des Bâtiments, la sécurité incendie, les réseaux VDI, les alarmes anti intrusion, ...
 - 3 journées seront consacrées à de la formation didactique pour permettre à ces professeurs de développer au travers des Travaux Pratiques les savoirs relatifs au domaine de l'économie-gestion.
- A destination des professeurs de Construction Mécanique

- 1 journée sera consacrée à la démarche d'éco conception à partir de témoignages d'industriels ayant initié cette démarche et à l'élaboration d'une progression pédagogique adaptée à cette démarche.

- A destination des professeurs de Physique Appliquée,
 - 2 journées seront consacrées à un retour d'expérience et à la place des TP dans l'enseignement des sciences appliquées

Plan d'équipement associé à cette rénovation

Le renouvellement et l'adaptation des équipements ont été programmés sur plusieurs années

Au cours de l'année 2006-2007, les établissements ont été dotés d'un système pour l'étude des régimes harmoniques ainsi que d'un banc moto ventilateur et d'un banc inertiel



Pour la rentrée 2007, le Conseil Régional a délégué aux établissements publics accueillant un BTS un budget affecté à la réalisation d'un TGBT pédagogique communicant, projet réalisé en 2006-2007 à l'initiative de l'équipe pédagogique du lycée de LONGUENESSE (Pas de Calais)

Pour la rentrée 2008, la troisième et dernière tranche de ce projet d'équipement devrait permettre aux sections de BTS d'être équipés de matériels permettant de réaliser les chantiers et les travaux pratiques ayant trait au domaine de la domotique, de la gestion centralisée, de l'alarme, de l'éclairage.

5. Sources :

<http://www.ac-lille.fr>

<http://www.nord-pas-de-calais.drire.gouv.fr/di/enjeux/enjeux.htm>

http://www.pas-de-calais.pref.gouv.fr/space_collectivites/bo/documents/schema_regional_eolien.pdf

Découverte, Revue du palais de la Découverte : « Energies, anticiper les ruptures », N°344-345, janvier Février 2007, <http://www.palais-decouverte.fr>

L'Energie de demain, techniques, environnement, économie, Grenoble Sciences Rencontres Scientifiques, JL BOBIN, E HUFFER, H NIFENECKER, EDP Sciences

Référentiel, diaporamas du séminaire national

<http://www.iufmrese.cict.fr/referentiels/2006/BTS/JourneesInfo/RenovationBTS.shtml>

http://www.cerpet.education.gouv.fr/sti/referentiels_sti/btset_ref06.pdf

http://www.cerpet.education.gouv.fr/sti/referentiels_sti/btset_repform06.pdf

Evolution de pratiques pédagogiques en essais de système.

Hervé ANCELET

IA-IPR Sciences physiques et chimiques fondamentales et appliquées.

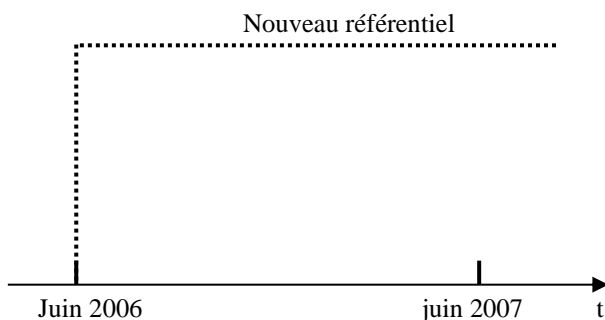
Académie de LILLE

Résumé : Les documents qui suivent montrent comment des professeurs ont adapté, tout au long de l'année scolaire, leur enseignement d'essai de système pour tendre vers la nouvelle consigne qui leur a été assignée à la fin du mois de juin 2006.

1. Introduction :

Il y a un peu plus d'un an (le 29 juin 2006) s'est tenu dans l'académie de Lille, le séminaire consacré à la présentation du nouveau référentiel du BTS électrotechnique.

Ce jour là, les professeurs présents ont reçu un « échelon de nouveau référentiel » auquel ils ont cherché à répondre tout au long de l'année scolaire 2006-2007.



Face aux changements pédagogiques importants à relever, l'académie de Lille s'est fixée trois années pour s'approcher de l'asymptote.

Concernant l'enseignement des essais de systèmes, les pages 11 et 12 des repères pour la formation fixent les objectifs généraux.

Les documents qui suivent montrent comment des professeurs ont adapté, tout au long de l'année scolaire, cet enseignement pour tendre vers la nouvelle consigne qui leur a été assignée.

Cinq essais de système sont ainsi présentés dans un ordre chronologique d'élaboration :

Le premier (conçu en sept 2005) présente un sujet d'essais de systèmes proposé à des élèves de 1^{ère} année de BTS Electrotechnique avant que celui-ci ne soit rénové

Le second (sept 2006) présente les deux premières adaptations mises en place : la présentation d'une situation-problème et l'introduction d'une pré-étude dans laquelle les étudiants doivent définir la fonction d'usage et identifier les procédés élémentaires.

Le troisième (janv 2007) utilise en support d'étude un ancien projet réalisé par des étudiants de seconde année et introduit les compétences attendues, l'analyse des risques et l'utilisation d'un tableur.

Le quatrième (juin 2007) utilise en support d'étude un système en dotation et introduit des critères d'évaluation en lien avec des compétences en cours d'acquisition.

Enfin, le cinquième (sept 2007) est le maillage de 2 essais de système existants, l'un à caractère scientifique, l'autre à caractère génie électrique. Il s'agit d'aborder à la fois des notions de sciences appliquées (mesure de grandeurs physiques, identification ...) et de génie électrique (mise en fonctionnement, respect de la sécurité, automatisme...) pour que les élèves soient conscients que ces deux approches différentes sont complémentaires et indispensables lorsque que l'on veut appréhender un système.

2. Constat :

Forces :

Le travail des professeurs de l'académie de Lille a été considérable pour tenter, en une année, de s'approcher des premiers objectifs fixés lors des journées de formation inscrites au PAF :

- s'éloigner d'essais de système déconnectés de la réalité en développant une situation-problème
- identifier les compétences développées au cours de la séance

- définir la fonction d'usage du système et identifier les procédés élémentaires
- faire prendre conscience des risques encourus .
- créer des énoncés rédigés conjointement par les deux enseignants.
- faire des mesures de type industriel (avec du matériel de mesure adéquat)
- adopter une méthode inductive : partir d'un constat de fonctionnement pour aller vers la justification des performances ou la compréhension du fonctionnement

A noter que, depuis quelques années, les espaces de formations réservés aux séances d'essais de système ont évolué pour devenir, à termes, cohérents vis à vis de la nouvelle stratégie de formation.

Faiblesses :

- Le travail, effectué dans l'urgence, a empêché l'élaboration d'énoncés rédigés conjointement par les deux professeurs.
- L'évaluation des compétences en cours d'acquisition n'est pas encore généralisée.

Perspectives :

- Créer davantage d'énoncés rédigés conjointement par les deux enseignants à partir d'une situation-problème commune.
- Accentuer l'évaluation des compétences en cours d'acquisition.
- Ré-orienter les énoncés d'essais de systèmes actuellement trop axés « génie électrique » ou trop « sciences appliquées », donc difficiles à mailler ou non exploitables en essais de système en énoncés de travaux pratiques GE ou SA.

Alimentation monophasée d'un moteur asynchrone triphasé

François LEPLUS et Patrick DUPUIS

Lycée Lazare Carnot, 21 Boulevard Carnot – BP 918 62022 Arras

Avertissement : Ce sujet d'essais de systèmes était donné sous cette forme à des élèves de 1ère de BTS Electrotechnique avant que celui-ci ne soit rénové.

Résumé : Le matériel utilisé est un moteur asynchrone accouplé à un frein à poudre associé à un module mécanique. Dans un premier temps, les élèves câblent la solution proposée puis vérifient son fonctionnement. Ensuite afin de comprendre le rôle du condensateur, ils tracent les diagrammes vectoriels des tensions et des courants. La dernière partie concerne le dimensionnement du condensateur.

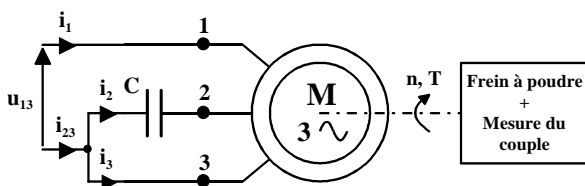
Objectif :

Les moteurs monophasés ont une grande importance pratique, notamment en électroménager. On utilise des moteurs universels, des moteurs asynchrones monophasés ou des moteurs asynchrones triphasés associés à un condensateur. C'est cette dernière solution que nous allons étudier lors de cette séance d'essais de systèmes : ADAPTER un moteur asynchrone triphasé pour pouvoir l'alimenter en monophasé.

1. Étude expérimentale : (9 points)

1.1) Relever les indications de la plaque signalétique. Quel couplage doit-on utiliser si la tension entre phases est de 230 V ? (1 point)

1.2) Le schéma de principe du montage étudié est le suivant :



Proposer un schéma de montage permettant :

- de mesurer les valeurs efficaces des courants i_1 , i_2 , i_3 et des tensions u_{12} , u_{23} , u_{13} (avec : $I < 3$ A et $U < 250$ V) ;
- d'avoir un condensateur de capacité $30 \mu\text{F}$ pour la phase de démarrage du moteur et un condensateur de

capacité $15 \mu\text{F}$ lorsque la phase de démarrage est terminée. On dispose de condensateurs $30 \mu\text{F} - 400$ V qui devront être associés convenablement. (1,5 points)

1.3) Réaliser le montage précédent : $U_{13} = 230$ V. (1,5 points)

Il faut protéger les ampèremètres ferromagnétiques à la mise sous tension.

1.4) Mesurer les tensions U_{12} , U_{23} , U_{13} et les courants I_1 , I_2 , I_3 . Mettre les valeurs dans le tableau 1 prévu à cet effet. (1 point)

1.5) Que remarque-t-on lorsque le condensateur C est déconnecté ? (1 point)

1.6) Mesurer le déphasage j_{i1}/u_{13} entre i_1 et u_{13} à l'aide d'une pince numérique en mesurant le $\cos j_{i1}/u_{13}$ ou en visualisant à l'oscilloscope les grandeurs i_1 et u_{13} . (1 point)

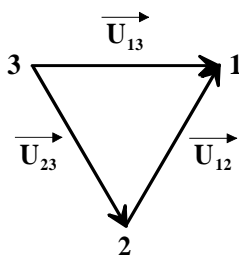
1.7) Que faut-il modifier pour inverser le sens de rotation du moteur ? Effectuer la modification et faire constater au professeur que l'inversion du sens de rotation a bien été réalisée. (1 point)

1.8) Charger progressivement le moteur à l'aide du frein à poudre. Quelle est la valeur maximale du couple qu'il peut développer ? Alimenter maintenant directement le moteur à partir du réseau triphasé et mesurer comme précédemment la valeur maximale du couple qu'il peut développer. Comparer les 2 valeurs obtenues. (1 point)

2. Exploitation des résultats : (7,5 points)
2.1. Justification :
2.1.1. Diagramme des tensions : (1,5 points)

☞ Placer le vecteur \vec{U}_{13} (origine des phases) ; échelle : 1 cm \equiv 20 V ;

☞ Au compas et à partir des mesures effectuées, placer les vecteurs \vec{U}_{23} et \vec{U}_{12} . On admettra que l'ordre de succession des phases est direct.



Exprimer, en utilisant le schéma de la question 1.2), \vec{I}_2 en fonction de C, ω et \vec{U}_{23} sous forme rectangulaire puis polaire (attention à la convention utilisée). En déduire $\phi_{i2/u23}$.

☞ Placer le vecteur \vec{I}_2 sur le diagramme des tensions précédent ; échelle : 1 cm \equiv 0,20 A.

☞ A partir de la mesure effectuée à la question 1.6), placer le vecteur \vec{I}_1 .

☞ Exprimer, en utilisant le schéma de la question 1.2), \vec{I}_3 en fonction de \vec{I}_1 et \vec{I}_2 .

☞ Placer le vecteur \vec{I}_3 et en déduire sa valeur efficace I_3 . Comparer la valeur obtenue par Fresnel à celle mesurée.

2.2. Dimensionnement du condensateur : (3 points)

On suppose le système équilibré ; compléter, avec des *expressions littérales*, le tableau de Boucherot suivant où la puissance réactive absorbée totale (moteur + condensateur) est nulle :

	Puissance active	Puissance réactive
Moteur asynchrone		
Condensateur		
Total		0

☞ En supposant le facteur de puissance nominal égal à 0,8 et le rendement nominal égal à 0,8, donner l'expression de C en fonction de P_{uN} (puissance utile nominale de la machine), ω et U.

☞ Faire l'application numérique pour le moteur étudié et comparer la valeur obtenue à celle utilisée lors de la manipulation.

3. Conclusion : (2 points)

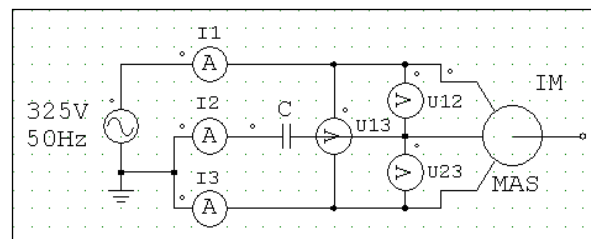
La valeur de C est à peu près proportionnelle à la puissance du moteur.

☞ Quelle valeur de C faudrait-il utiliser pour un moteur de 4 kW ?

☞ Conclure sur la limite d'utilisation d'un moteur asynchrone triphasé associé à un condensateur alimenté en monophasé (la gamme de capacité des condensateurs non-polarisés est de plusieurs pF à 250 μ F pour une tension d'utilisation de 400 V).

4. Simulation : (1,5 points)

☞ Simuler le montage étudié avec PSIM (fichier MAS_mono.sch)



☞ Compléter le tableau 2 pour C = 15 μ F et pour la valeur de C obtenue à la question 2.2) à l'aide du tableau de Boucherot.

☞ En déduire l'intérêt de correctement dimensionner le condensateur.

TABLEAU 1 (expérimentation)

U_{12} (V)	U_{23} (V)	U_{13} (V)	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	$\phi_{i1/u13}$ (°)

TABLEAU 2 (simulation)

C (μ F)	U_{12} (V)	U_{23} (V)	U_{13} (V)	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)
15						
.....						

Alimentation monophasée d'un moteur asynchrone triphasé

Patrick DUPUIS

Lycée Lazare Carnot, 21 Boulevard Carnot – BP 918 62022 Arras

Adaptations mises en place :

- Présentation d'une situation-problème
- Introduction d'une pré-étude dans laquelle les étudiants doivent définir la fonction d'usage et identifier les procédés élémentaires.

Résumé : le support est un compresseur d'air que le lycée ne dispose pas. Dans un premier temps, les élèves analysent le compresseur sous forme papier. Ensuite ils étudient expérimentalement la solution proposée sur le banc moteur asynchrone-frein à poudre. Dans la dernière partie, ils transposent les résultats obtenus au compresseur et vérifient que le moteur installé convient.

1. Situation - problème

Dans son atelier alimenté par un réseau monophasé 230V, un particulier possède un compresseur d'air (cf. figure 1). Le moteur asynchrone monophasé entraînant le compresseur est hors service. Disposant d'un moteur asynchrone triphasé pouvant se substituer au précédent du point de vue mécanique (hauteur d'axe), il cherche un moyen pour l'alimenter à partir d'un réseau monophasé.

2. Présentation du système et de la solution retenue

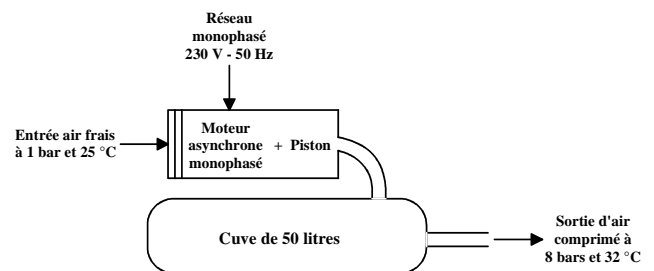
■ Caractéristiques du compresseur :

- Puissance : 1,5 CV ;
- Monocylindre ;
- Pression maximum : 8 bars ;
- Capacité de la cuve : 50 litres.



Figure 1 : Compresseur d'air

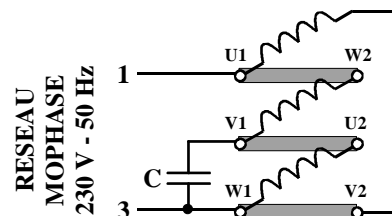
■ Schéma de principe du système :



■ Plaque signalétiques des 2 moteurs :

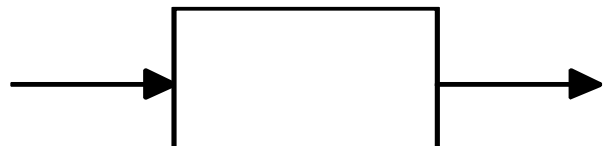
- Moteur asynchrone monophasé : 1,1 kW - 1420 tr.min⁻¹ - 230 V - 7 A - cos φ = 0,95 - η = 71 %.
- Moteur asynchrone triphasé : 1,8 kW - 1438 tr.min⁻¹ - 230 /400 V - 6,9 /4 A - cos φ = 0,82 - η = 80 %.

■ Solution proposée : couplage triangle du stator et ajout d'un condensateur.



3. Mise en exploitation du système

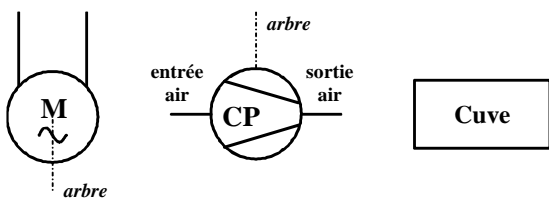
3.1. Définir la fonction d'usage d'un compresseur (la formuler sous la forme d'un bloc fonctionnel).



3.2. Identifier les procédés élémentaires principaux du sous-système. Pour chaque point placé, écrire une phrase explicative (ex : le produit est déplacé d'une hauteur z_0 à une hauteur z_1).

	Transformer	Déplacer	Stocker
Produit			
Energie			
Information			

3.3. Représenter le schéma de la chaîne cinématique du compresseur à partir des symboles suivants :



3.4. Le couple résistant imposé par le compresseur au moteur est constant et indépendant de la vitesse : $TR = \text{cste}$. Pour simuler celui-ci, on utilisera un frein à poudre magnétique associé à un module de mesures mécaniques.

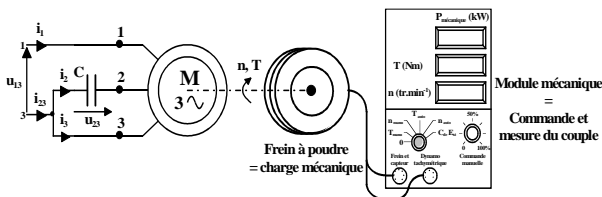
☞ A l'aide du document fourni, décrire la procédure permettant à l'aide de l'ensemble « frein à poudre + module de mesures mécaniques » de faire varier manuellement le couple utile du moteur, et de mesurer le couple utile T_u et la fréquence de rotation n du moteur.

4. Etude expérimentale de la solution proposée

L'étude expérimentale sera réalisée à l'aide d'un moteur asynchrone triphasé à cage de 300 W disponible dans la salle de TP.

4.1. Relever les indications de la plaque signalétique. Quel couplage doit-on utiliser si la tension entre phases est de 230 V ?

4.2. Le schéma de principe du montage étudié est le suivant :



Compléter le schéma précédent afin :

• de mesurer les valeurs efficaces des courants i_1, i_2, i_3 et des tensions u_{12}, u_{23}, u_{13} ;

• d'avoir un condensateur de capacité 30 μF pour la phase de démarrage du moteur et un condensateur de capacité 15 μF lorsque la phase de démarrage est terminée. On dispose de condensateurs 30 μF - 400 V qui devront être associés convenablement.

4.3. Réaliser le montage précédent : $\triangle U_{13} = 230\text{V}$ (réseau triphasé 230 V). Respecter l'ordre des phases.

4.4. Mesurer à l'aide d'une pince numérique les tensions U_{12}, U_{23}, U_{13} , les courants I_1, I_2, I_3 ainsi que le déphasage $\phi_{i_1/u_{13}}$ entre i_1 et u_{13} à partir de la mesure de $\cos \phi_{i_1/u_{13}}$. Indiquer les valeurs dans le tableau ci-dessous :

U_{12} (V)	U_{23} (V)	U_{13} (V)	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	$\phi_{i_1/u_{13}}$ (°)

4.5. Que faut-il modifier pour inverser le sens de rotation du moteur ? Effectuer la modification et faire constater au professeur que l'inversion du sens de rotation a bien été réalisée.

4.6. Etude du couple moteur :

☞ Relever les valeurs de la fréquence de rotation n à vide ($T_u = 0$) et du couple utile T_u au régime nominal (n_N) à l'aide du frein à poudre et de sa commande (ModMéca).

☞ Mesurer également la valeur maximale du couple que le moteur peut développer (jusqu'au blocage du rotor). Indiquer les valeurs obtenues dans le tableau ci-dessous :

Alimentation	monophasé		triphasé	
	à vide	régime nominal	à vide	régime nominal
T_u (Nm)	0		0	
n (tr.min ⁻¹)		1440		1440
T_{max} (Nm)				

☞ Alimenter maintenant directement le moteur à partir du réseau triphasé 230 V et refaire les mêmes mesures que précédemment. Indiquer les valeurs obtenues dans le tableau précédent.

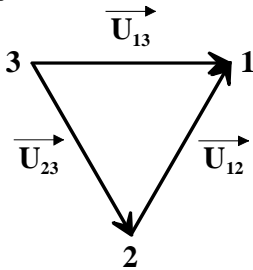
5. Exploitation des mesures

Cette partie consiste à comprendre comment l'ajout d'un condensateur correctement dimensionné permet l'alimentation d'un moteur asynchrone triphasé à partir d'un réseau monophasé.

5.1. Diagramme des tensions :

☞ Placer le vecteur \vec{U}_{13} (origine des phases) ;
échelle : 1 cm \equiv 20 V ;

☞ Au compas et à partir des mesures effectuées, placer les vecteurs \vec{U}_{23} et \vec{U}_{12} . On admettra que l'ordre de succession des phases est direct.



5.2. Diagramme des courants :

☞ Quelle est la valeur du déphasage $\varphi_{i/u}$ entre courant et tension en *convention récepteur* pour un condensateur ? A partir du schéma de la question 4.2. et après avoir défini la convention utilisée, donner la valeur du déphasage $\varphi_{i2/u23}$. Préciser dans les 2 cas, la grandeur en *avance* ou en *retard*.

☞ Placer le vecteur \vec{I}_2 sur le diagramme des tensions précédent ; échelle : 1 cm \equiv 0,20 A.

☞ A partir de la mesure effectuée à la question 4.5., placer le vecteur \vec{I}_1 .

☞ Exprimer, en utilisant le schéma de la question 4.2, \vec{I}_1 en fonction de \vec{I}_{23} puis \vec{I}_{23} en fonction de \vec{I}_2 et \vec{I}_3 . En déduire l'expression de \vec{I}_3 en fonction de \vec{I}_1 et \vec{I}_2 .

☞ Placer le vecteur \vec{I}_3 et en déduire sa valeur efficace I_3 . Comparer la valeur obtenue par Fresnel à celle mesurée.

5.3. Quel est le rôle du condensateur C ?

5.4. Dimensionnement du condensateur :

On suppose le système équilibré en tension et courant ; compléter, avec des expressions littérales en fonction de P_u , η , $\tan \varphi$, U , C et ω le *tableau de Boucherot* suivant où la *puissance réactive* absorbée totale (moteur + condensateur) est nulle.

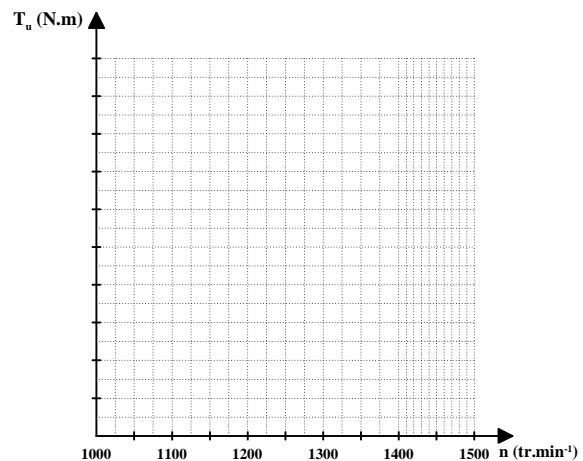
	Puissance active	Puissance réactive
Moteur asynchrone		
Condensateur		
Total		0

☞ En supposant le facteur de puissance nominal égal à 0,8 et le rendement nominal égal à 0,8, donner l'expression de C en fonction de $P_u N$ (puissance utile nominale de la machine), w et U .

☞ Faire l'application numérique pour le moteur étudié et comparer la valeur obtenue à celle utilisée lors de la manipulation.

5.5. Caractéristique mécanique du moteur :

☞ Tracer ci-dessous la partie linéaire de la caractéristique mécanique $T_u(n)$ du moteur pour les 2 types d'alimentation étudiées. On rappelle que celle-ci passe par les points (0 ; n_V) correspondant à un fonctionnement à vide et (T_{uN} ; n_N) correspondant au fonctionnement nominal.



☞ Le couple résistant imposé par un compresseur est constant et indépendant de la fréquence de rotation. Pour $T_R = 0,5$ Nm, déterminer le point de fonctionnement du groupe moteur + compresseur pour les 2 types d'alimentation étudiées.

☞ Comparer les 2 valeurs de couple maximum obtenues précédemment en mesures. En déduire la perte de puissance en % lorsqu'on alimente un moteur triphasé en monophasé.

6. Conclusion

Cette dernière partie consiste à transposer les résultats obtenus avec le moteur de 300 W à celui de 1,8 kW susceptible d'entraîner le compresseur.

6.1. La valeur de C est à peu près proportionnelle à la puissance du moteur.

☞ Quelle(s) valeur(s) de C faudrait-il utiliser pour un moteur de 1,8 kW ?

☞ Quelle est la limite d'utilisation en kW de la solution étudiée sachant que la gamme de capacité des condensateurs non-polarisés est de plusieurs pF à 250 μ F pour une tension d'utilisation de 230 V.

6.2. Le couple résistant imposé par le compresseur est de 5 Nm. Le moteur triphasé alimenté en monophasé pourra-t-il entraîner le compresseur ? Justifier votre réponse en calculant son couple utile nominal ainsi alimenté (ne pas oublier la perte de puissance).

Etude d'un système de ventilation

Patrick DUPUIS

Lycée Lazare Carnot, 21 Boulevard Carnot – BP 918 62022 Arras

Adaptations mises en place :

- Critères d'évaluations en lien avec les compétences ; - Utilisation du matériel en dotation (sous-système de ventilation *VENTELEC* et variateur de vitesse *DIGIDRIVE SK* reçu en début d'année 2007 dans tous les lycées techniques du Nord-Pas-de-Calais).

Résumé : Le relevé de la caractéristique mécanique d'un ventilateur étant réalisé dans un autre TP avec un sous-système différent, j'ai conçu ce TP autour de la variation de débit d'air. Dans un premier temps, les élèves analysent le sous-système et sa documentation afin de comprendre son principe de fonctionnement et d'effectuer sa mise en exploitation. Ensuite ils comparent 2 solutions de variation de débit d'air en relevant les caractéristiques puissance absorbée et rendement en fonction du débit d'air. La dernière partie est une exploitation des mesures où les élèves démontrent en calculant le coût d'utilisation qu'une solution est plus économique que l'autre..

TÂCHE PROFESSIONNELLE ASSOCIÉE	
Fonctions	Tâches
F5 : Essais - Mise en service - Contrôle (d'un ouvrage, d'un équipement, d'un produit, d'un moyen de production).	T5-3 : Réaliser les essais et les mesures nécessaires à la qualification d'un ouvrage, d'un équipement, d'un produit, d'un moyen de production.

OBJECTIFS DU TP
<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer la mise en exploitation du banc moto ventilateur « <i>VENTELEC</i> » ; • Comparer 2 solutions de variation de débit d'air soufflé sur un échangeur thermique.

FICHE DE TRAVAIL
<p>Cours abordé :</p> <p>S5 - Sciences appliquées à l'électrotechnique : A-3. Solide en mouvement (Aspect énergétique) - Moteurs électriques et charges mécaniques</p> <p>S6 - Électrotechnique : 1- La conversion de l'énergie électrique dans les applications (Entraînement électrique - Les différents types d'actionneurs électromécaniques)</p>
<p>Prérequis :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cours N°1 de Sciences appliquées : L'énergie. - Cours N°2 de Sciences appliquées : Etude et motorisation d'une charge mécanique.
<p>On donne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La documentation LEROY SOMER du Banc moto ventilateur <i>VENTELEC</i> ; - Le matériel nécessaire au TP avec leur dossier technique (Pince multifonctions, module mécanique, commutateur de wattmètre, ...); - Un fichier « <i>ventelec.xls</i> » pour effectuer le tracé des caractéristiques demandées.
<p>On demande :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de compléter le dossier ; - d'effectuer les câblages et les mesures demandés en toute sécurité.
<p>Temps prévu : 1H 2H 3H 4H 5H 6H</p>
<p>Lieu/Situation : A18</p>

COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES			
C01	Analyser un dossier	C02	Choisir une solution technique
C03	Analyser une solution technique	C04	Rédiger un document de synthèse
C05	Déterminer les ressources et les contraintes	C06	Respecter une procédure
C07	Argumenter sur la solution technique retenue	C08	Concevoir une solution technique
C09	Élaborer les dossiers techniques	C10	Réaliser les représentations graphiques nécessaires
C11	Estimer les coûts prévisionnels	C12	Concevoir une procédure
C13	Appliquer les normes	C14	Analyser les causes de dysfonctionnement
C15	Estimer les délais de réalisation	C16	Élaborer un support de formation
C17	Mettre en œuvre des moyens de mesurage	C18	Interpréter des indicateurs, des résultats de mesure et d'essais
C19	Identifier les paramètres de réglage	C20	Régler les paramètres
C21	Réaliser un ouvrage, un équipement ou un produit	C22	Déterminer les différentes tâches
C23	Planifier les tâches	C24	Suivre la réalisation
C25	Analyser un planning	C26	Contrôler la conformité d'un produit
C27	Estimer les délais d'approvisionnement	C28	Communiquer de façon adaptée à la situation
C29	Exercer une responsabilité hiérarchique	C30	Ordonnancer des opérations de maintenance
C31	Intervenir sur une installation	C32	Interpréter la demande du client
C33	Animer une réunion		

CRITÈRES D'ÉVALUATION		
Compétences	Indicateurs de réussite	Évaluation
C01 Analyser un dossier	La mise en exploitation du banc moto ventilateur associé à un variateur de vitesse ainsi que son arrêt ont été correctement effectués.	/4
C04 Rédiger un document de synthèse	Votre compte rendu atteste par le biais de tableaux de mesures, de courbes et de calculs que la solution de variation du débit d'air à l'aide d'un variateur de vitesse apporte une économie d'énergie électrique.	/4
C07 Argumenter sur la solution technique retenue	La comparaison du coût d'utilisation des 2 solutions montre que la solution avec variateur de vitesse est la plus rentable.	/4
C17 Mettre en œuvre des moyens de mesurage	Les montages, les relevés et les mesures sont justes. Vous savez utiliser les appareils de mesure préconisés.	/4
C18 Interpréter des indicateurs, des résultats de mesure et d'essais	Les tableaux de mesures relevés et calculés, et les courbes tracées ont été interprétés et exploités.	/4
EVALUATION GLOBALE		/ 20

1. Situation - problème

Une entreprise dispose d'un système de ventilation pour un groupe de production d'eau glacée (eau refroidie pour climatiser de l'air) (cf. figure 1). On souhaite modifier la variation de débit d'air soufflé sur un échangeur thermique.

Auparavant, on utilisait un système mécanique de volet d'obturation mais après une étude, ce système a été remplacé par un variateur de vitesse principalement par soucis d'économie d'énergie.



Figure 1 : Groupe de production d'eau glacée

L'objectif de ce TP est d'étudier les 2 solutions et de montrer que la nouvelle solution apporte une économie d'énergie.

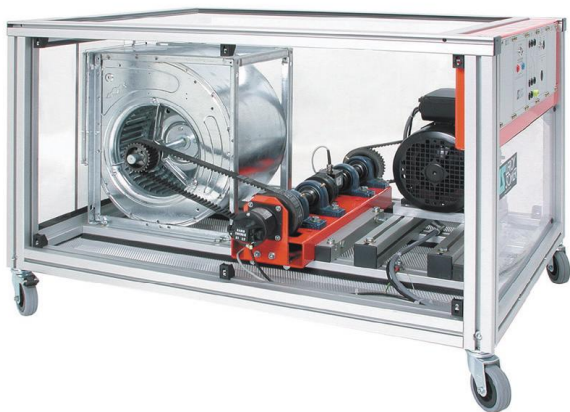
2. Présentation du système Ventelec

Les différents essais seront effectués sur le banc moto ventilateur VENTELEC puis les résultats seront transposés sur le système de ventilation de l'entreprise étudié.

2.1. Généralités :

Le banc moto ventilateur VENTELEC (cf. figure 2) est un banc d'essai de machines électriques tournantes d'une puissance de 1,5 kW. Le cœur du banc d'essai est constitué d'un « arbre instrumenté » monté sur paliers comprenant un « capteur de couple dynamique » et une « dynamo tachymétrique ».

A chaque extrémité de l'arbre instrumenté il est monté une poulie destinée à être reliée par courroie soit à la poulie menante soit à la poulie menée. Ceci permet de réaliser les essais à vide et en charge des machines électriques tournantes et d'en relever les caractéristiques tant électriques que mécaniques par l'utilisation des instruments de mesure disponible dans les salles d'essais de systèmes.


Figure 2 : Sous-système VENTELEC

L'ensemble est monté dans un châssis en profilé d'aluminium dont toutes les faces sont protégées par des panneaux transparents en polycarbonate d'une épaisseur de 5 mm, le dessous est grillagé ainsi que la face avant coté borniers de raccordement.

Le banc est composé (cf. figure 3) :

- d'un moteur asynchrone triphasé à cage ;
- d'un capteur de couple dynamique ;
- d'une dynamo tachymétrique ;
- d'un ventilateur centrifuge ;
- d'un bornier général de raccordement.

Les volets d'obturation réglables permettent de modifier le débit d'air donc la charge du moteur de travail.

Le moteur de travail entraîne le ventilateur par un ensemble "poulies-courroies" crantées (cf. figure 4), dont le rapport de transmission est de 1,38.

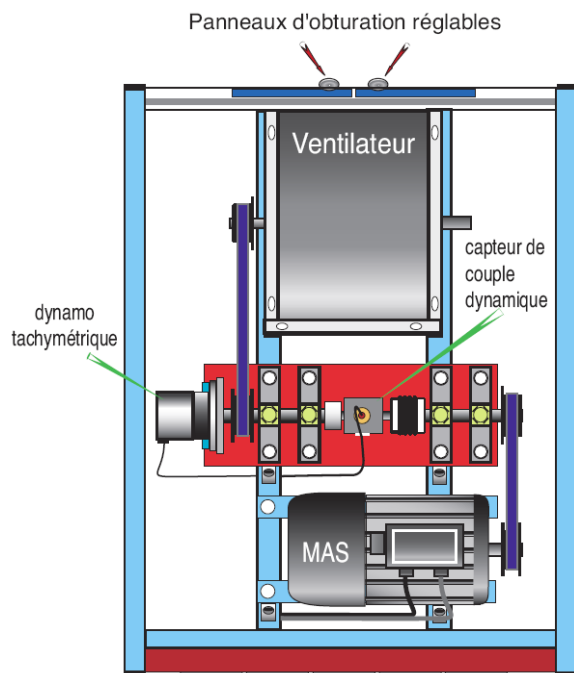

Figure 3 : Ensemble poulies-courroies

Figure 4 : Ensemble poulies-courroies

2.2. Caractéristiques et fonctions principales :

- Moteur asynchrone triphasé à cage type LSMV 90 L :
 - Moteur auto-ventilé 4 pôles :
1,5 kW - 1450 tr.min⁻¹ ; 230/400 V ; 50 Hz.
 - 1 bout d'arbre ;
 - Moteur équipé de sondes thermiques CTP.
- Capteur de couple dynamique type CAPCOL :
 - $T_n = 50$ Nm.
 - Classe de précision du couple nominal : 0,1 %.
 - $U_{\text{entrée}}$: 12 à 20 V DC.
 - Signal de sortie : ± 5 V à $T_n = \pm 50$ Nm.
- Dynamo tachymétrique C.C à aimant permanent :
 - Mesure analogique de la vitesse de rotation.
 - Constante de vitesse : 0,02 V/tr.min⁻¹ soit 30 V à 1500 tr.min⁻¹.
- Ventilateur centrifuge :
 - Vitesse de rotation : 2070 tr.min⁻¹ le moteur d'entraînement fonctionnant à 1500 tr.min⁻¹.
 - A la vitesse de rotation de 2070 tr.min⁻¹, le débit est réglable de 0,4 à 6000 m³.h⁻¹ d'air avec une puissance absorbée entre les positions extrêmes du volet de réglage de quelques centaines de watts à 2,2 kW.
- Masse et encombrement :
 - Hauteur hors tout : 585 mm ;
 - Largeur hors tout : 950 mm ;
 - Profondeur hors tout : 700 mm ;
 - Masse : 70 kg environ.

3. Etude du sous-système Ventelec

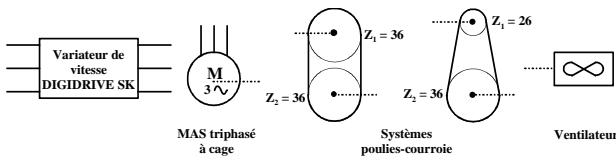
3.1. Définir la fonction d'usage du ventilateur (la formuler sous la forme d'un bloc fonctionnel).



3.2. Identifier les procédés élémentaires principaux du sous-système. Pour chaque point placé, écrire une phrase explicative (ex : le produit est déplacé d'une hauteur z_0 à une hauteur z_1).

	Transformer	Déplacer	Stocker
Produit			
Energie			
Information			

3.3. Représenter le schéma de la chaîne cinématique du sous-système à partir des symboles suivants :



Préciser, sur le schéma, les grandeurs électriques et mécaniques concernant le moteur et le ventilateur : U (tension entre phases) ; I (courant en ligne) ; Ω_{mot} , Ω_{vent} (vitesses de rotation du moteur et du ventilateur) et T (couple sur l'arbre moteur).

3.4. Analyse des risques :

- Quels sont les risques mécanique, électrique, thermique, chimique, ... encourus sur ce système ?
- Recensez les éléments de sécurité en précisant leur rôle pour ce système.

4. Etude des 2 solutions techniques proposées

4.1. Réglage du débit d'air soufflé à l'aide du volet d'obturation :

Le panneau d'obturation permet de régler l'ouverture de la bouche du ventilateur, donc de régler le débit d'air soufflé. Le débit sera déterminé à partir de la mesure de la vitesse de l'air en km.h-1 à l'aide d'un anémomètre.

4.1.1. Le réseau d'alimentation est un réseau triphasé 400 V - 50 Hz. En vous aidant de la documentation constructeur et des informations figurant sur le sous-système :

- indiquer les caractéristiques électriques et mécaniques nominales du moteur ;
- indiquer la référence du variateur de vitesse et ses caractéristiques électriques ;
- imprimer puis coller sur votre cahier la procédure de mise en exploitation du variateur de vitesse alimentant le moto-ventilateur ;
- choisir le couplage des enroulements statoriques ;
- préciser le rapport de transmission du réducteur constitué par le système « poulies-courroies » ; en déduire si la vitesse du ventilateur est supérieure ou inférieure à celle du moteur (on pourra utiliser la chaîne cinématique représentée précédemment).

4.1.2. Câblage du montage :

- ☞ Alimenter le variateur de vitesse par le réseau triphasé 400 V - 50 Hz ;
- ☞ Coupler les enroulements statoriques du moteur asynchrone et alimenter celui-ci à l'aide du variateur ;
- ☞ Relier les 2 câbles "dynamo-tachymétrique" et "couple" entre le module mécanique et la face avant du sous-système VENTELEC. Les 2 câbles se distinguent par leur nombre de broches (5 et 7).

☞ Relier la sonde thermique (face avant du sous-système VENTELEC) au variateur de vitesse après avoir enlevé le cavalier présent sur sa face latérale.

☞ Placer une pince multifonctions afin de mesurer la puissance et le courant absorbée par le moteur asynchrone.

4.1.3. Mesure du débit d'air soufflé par le ventilateur :

Pour déterminer le débit du ventilateur, on utilisera l'expression suivante :

$$Q = \frac{v \times S}{10}$$

avec : Q le débit en m^3/h ; v la vitesse de l'air en km/h et S la surface de la bouche du ventilateur non-obturée en cm^2

☞ Mesurer la surface S en cm^2 de la bouche du ventilateur.

4.1.4. Mesures :

- ☞ Fermer complètement le panneau d'obturation.
- ☞ En présence d'un professeur, mettre sous tension le variateur puis augmenter progressivement la fréquence et la tension d'alimentation du moteur asynchrone jusque $f = 50$ Hz. La fréquence f du variateur est indiquée par le paramètre N°02. Vérifier que toutes les grandeurs mesurées fréquence f (Hz), fréquence de rotation n (tr/min), ... sont de valeurs positives. Dans le cas contraire, modifier le câblage du moteur.
- ☞ Pour différentes positions du volet d'obturation, relever les valeurs de :

- la puissance absorbée P_a en W par le moteur asynchrone ;
- la valeur efficace I en A du courant absorbé par une phase du moteur asynchrone ;
- le moment T_u en Nm du couple utile développé par le moteur asynchrone ;
- la fréquence de rotation n en tr/min de l'arbre du moteur asynchrone ;
- la vitesse v en km/h de l'air soufflé par le ventilateur ;
- la surface S en cm^2 de la bouche du ventilateur.

Indiquer les valeurs obtenues dans le tableau suivant :

Ouverture du volet d'obturation	I (A)	P_a (W)	T_u (Nm)	N (tr/min)	P_u (W)	η	v (km/h)	S (cm^2)	Q (m^3/h)
0	2,0	870	4,6	1494	719	0,83	0,0	0,0	0
25 %	2,3	1130	6,5	1490	1014	0,90	20,0	149	299
50 %	2,7	1500	9,0	1483	1397	0,93	33,0	299	987
75 %	3,7	2185	13,3	1467	2043	0,94	45,0	448	2018
100 %	5,2	3200	18,2	1440	2744	0,86	70,0	598	4186

4.1.5. Exploitation des mesures :

☞ Pour chaque position du volet d'obturation, calculer les valeurs de :

- la puissance utile P_u en W du moteur asynchrone ;
- le rendement $\eta = P_u/P_a$ du moteur asynchrone ;
- le débit d'air Q en m^3/h soufflé par le ventilateur.

Indiquer les valeurs obtenues dans le tableau précédent.

☞ Vérifier vos valeurs avec le fichier «VENTELEC.xls» (cf. figure 6). Imprimer puis coller sur votre cahier les courbes $P_u(Q)$ et $\eta(Q)$ (cf. figure 5). Tracer et nommer les axes, préciser la solution correspondante aux courbes, ...

4.2. Réglage du débit d'air soufflé à l'aide d'un variateur de vitesse :

Le panneau d'obturation complètement ouvert, on règle maintenant le débit d'air soufflé par le ventilateur en agissant sur sa fréquence de rotation c'est à dire en faisant varier le rapport U/f imposé par le variateur de vitesse.

4.2.1. Expliquer simplement comment on procède pour faire varier la fréquence de rotation d'un moteur asynchrone. Indiquer la grandeur réglée et sa relation avec la fréquence de rotation du moteur.

4.2.2. Mesures :

☞ Câbler le montage ci-dessous afin de relever pour différentes valeurs de la fréquence f du variateur de vitesse, les valeurs de :

- la puissance absorbée P_a en W par le moteur asynchrone à l'aide de la méthode des 2 wattmètres (on ne peut pas utiliser la pince multifonctions précédente car celle-ci ne permet pas de mesures pour des fréquences inférieures à 40 Hz).
- la valeur efficace I en A du courant absorbé par une phase du moteur asynchrone ;

- le moment T_u en Nm du couple utile développé par le moteur asynchrone ;
- la fréquence de rotation n en tr/min de l'arbre du moteur asynchrone ;
- la vitesse v en km/h de l'air soufflé par le ventilateur.

☞ Ouvrir complètement le panneau d'obturation.

☞ En présence d'un professeur, mettre sous tension le variateur puis augmenter progressivement la fréquence et la tension d'alimentation du moteur asynchrone jusque $f = 50$ Hz.

☞ Indiquer les valeurs obtenues dans le tableau suivant

f (Hz)	I (A)	P_a (W)	T_u (Nm)	n (tr/min)	P_u (W)	η	V (km/h)	Q (m^3/h)
50	5,22	3200	18,2	1440	2744	0,86	65	3887
45	4,2	2390	15,7	1390	2285	0,96	62	3707,6
40	3,52	1800	13,1	1205	165	0,92	56	3348,8
35	2,94	1220	10,3	1054	1136	0,93	47	2810,6
30	2,5	831	7,9	895	740	0,89	40	2392
25	2,2	600	5,9	758	468	0,78	33	1973,4
20	2	400	4,4	608	280	0,70	27	1614,6
15	1,84	215	3	454	142	0,66	24	1435,2
10	1,82	152	2	298	62	0,41	13,5	807,3
5	1,75	96	1,5	151	23	0,25	7	418,6

4.2.3. Exploitation des mesures :

☞ Pour chaque fréquence f , calculer les valeurs de :

- la puissance utile P_u en W du moteur asynchrone ;
- le rendement $\eta = P_u/P_a$ du moteur asynchrone ;
- le débit d'air Q en m^3/h soufflé par le ventilateur, la surface S de la bouche du ventilateur étant cette fois-ci constante et maximale.

Indiquer les valeurs obtenues dans le tableau précédent.

☞ Vérifier vos valeurs avec le fichier «VENTELEC.xls» (cf. figure 6). Imprimer puis coller sur votre cahier les courbes $P_u(Q)$ et $\eta(Q)$ pour les 2 solutions étudiées (cf. figure 5). Tracer et nommer les axes, préciser la solution correspondante aux courbes

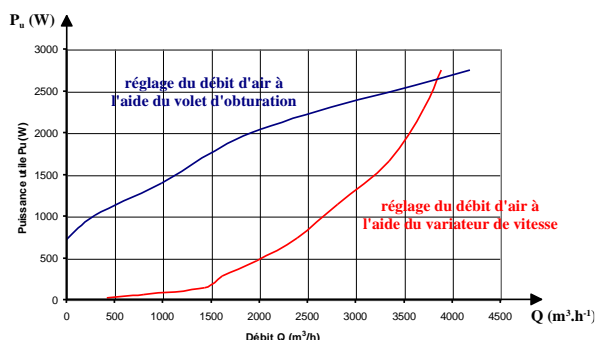


Figure 5a : Courbes $P_u(Q)$

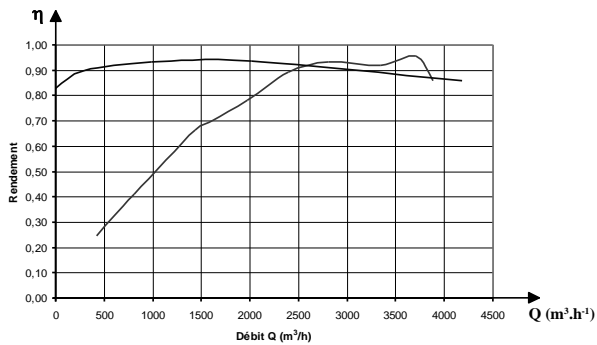


Figure 5b : Courbe η(Q)

4.3. Comparaison des 2 solutions :

4.3.1. Coût d'utilisation :

L'entreprise concernée possède un abonnement électrique avec un prix du kWh de 9,512 c€. Le ventilateur est entraîné par un moteur asynchrone de 15 kW, il fonctionne à plein régime (4000 m³/h) pendant 6 mois environ et à mi-régime (2000 m³/h) pendant les 6 autres mois.

On ne s'intéressera dans cette partie qu'au fonctionnement à mi-régime étant donné qu'à plein régime il y a peu de différence entre les 2 solutions concernant la puissance absorbée.

☞ Calculer la durée de fonctionnement en h du ventilateur à mi-régime.

☞ A l'aide des courbes $P_u(Q)$ et $\eta(Q)$ du sous-système VENTELEC, déterminer pour les 2 solutions : la puissance utile P_u fournie, le rendement η et la puissance absorbée P_a par le moteur asynchrone à mi-régime. Transposer les résultats obtenus au moteur de 15 kW de l'entreprise en considérant un débit et un rendement identiques. Indiquer les valeurs obtenues dans le tableau suivant :

Solution	Sous-système VENTELEC		ENTREPRISE	
	Volet d'obturation	Variation de vitesse	Volet d'obturation	Variation de vitesse
Q (m³/h)	2000		2000	
P_u (W)	2100	500	21000	5000
η	0,92	0,78	0,92	0,78
P_a (W)	2283	641	22830	6410
Energie consommée (kWh)			98625	27691
Coût d'utilisation (€)			9381	2634
Gain réalisé			6747	

☞ En déduire la solution la plus économique en calculant le coût d'utilisation et le gain réalisé.

4.3.2. Choix d'une solution technique :

Afin de choisir l'une des solutions, compléter le tableau suivant en indiquant d'une croix la solution la plus avantageuse pour chaque proposition :

Proposition	Volet d'obturation	Variation de vitesse
Plus économique pour un faible débit		×
Moins cher à l'investissement	×	
Plus simple à installer		×
Technique la moins récente	×	
Permet une régulation plus précise et plus réactive du débit		×

L'entreprise concernée a choisi la solution d'une variation de débit par l'ajout d'un variateur de vitesse. Cette solution correspond-elle à celle que vous auriez choisi ? Justifier votre réponse.

Réglage du débit d'air soufflé à l'aide du volet d'obturation									
Volet d'obturation	I (A)	P_a (W)	T (Nm)	n (tr.min ⁻¹)	P_u (W)	η	v (km.h ⁻¹)	S (cm ²)	Q (m ³ .h ⁻¹)
0	2	870	4,6	1494	720	0,83	0	0,0	0
25%	2,3	1130	6,5	1490	1014	0,90	20	149,5	299
50%	2,7	1500	9	1483	1398	0,93	33	299,0	987
75%	3,7	2185	13,3	1467	2043	0,94	45	448,5	2018
100%	5,2	3200	18,2	1440	2744	0,86	70	598,0	4186
					OK	OK			OK

Réglage du débit d'air soufflé à l'aide d'un variateur de vitesse									
f (Hz)	I (A)	P_a (W)	T (Nm)	n (tr.min ⁻¹)	P_u (W)	η	v (km.h ⁻¹)	Q (m ³ .h ⁻¹)	
50	5,22	3200	18,2	1440	2744	0,86	65	3887	
45	4,2	2390	15,7	1390	2285	0,96	62	3707,6	
40	3,52	1800	13,1	1205	1653	0,92	56	3348,8	
35	2,94	1220	10,3	1054	1137	0,93	47	2810,6	
30	2,5	831	7,9	895	740	0,89	40	2392	
25	2,2	600	5,9	758	468	0,78	33	1973,4	
20	2	400	4,4	608	280	0,70	27	1614,6	
15	1,84	215	3	454	143	0,66	24	1435,2	
10	1,82	152	2	298	62	0,41	13,5	807,3	
5	1,75	96	1,5	151	24	0,25	7	418,6	

Coût d'utilisation :

Etude à mi-régime du sous-système VENTELEC :

durée de fonctionnement en h	4320	OK	
Puissance utile P_u (W)	Volet d'obturation	2100	
	Variation de vitesse	500	
η	Volet d'obturation	0,92	
	Variation de vitesse	0,78	
Puissance absorbée P_a (W)	Volet d'obturation	2283	OK
	Variation de vitesse	641	OK

Etude à mi-régime du système de l'entreprise :

durée de fonctionnement en h	4320		
Puissance utile P_u (W)	Volet d'obturation	21000	OK
	Variation de vitesse	5000	OK
η	Volet d'obturation	0,92	
	Variation de vitesse	0,78	
Puissance absorbée P_a (W)	Volet d'obturation	22830	OK
	Variation de vitesse	6410	OK
Energie consommée (kWh)	Volet d'obturation	98625	OK
	Variation de vitesse	27691	OK
Coût d'utilisation en €	Volet d'obturation	9381	OK
	Variation de vitesse	2634	OK
Gain réalisé en €	6747	OK	

Figure 6 : Feuilles Excel

Etude et dimensionnement d'une station de pompage

Patrick DUPUIS

Lycée Lazare Carnot, 21 Boulevard Carnot – BP 918 62022 Arras

Adaptations mises en place :

- *Présentation des compétences attendues*
- *Introduction d'une analyse des risques.*
- *Utilisation d'un tableur*
- *Utilisation d'un projet réalisé par des étudiants de seconde année.*
- *De plus, ce sujet est traité par des élèves de 1^{ère} année dans le cadre d'une application du cours de sciences appliquées consacré à la mécanique des fluides*

Résumé : . Cette station de pompage permet d'aborder certaines notions de la mécanique des fluides au programme du nouveau référentiel de BTS électrotechnique comme le débit, les pertes de charges, le dimensionnement d'une pompe. Dans un premier temps, les élèves analysent le système et sa documentation afin de comprendre son principe de fonctionnement et d'effectuer sa mise en exploitation. Ensuite ils relèvent les caractéristiques de remplissage et vidage : hauteur d'eau en fonction du temps afin de déterminer le débit des pompes et de vérifier qu'elles permettent de compenser un débit de soutirage vanne ouverte. La dernière partie consiste au dimensionnement des pompes d'un château d'eau.

1. Situation - Problème :

L'eau est une ressource essentielle et il faut pouvoir extraire l'eau quelque soit l'endroit de la planète. L'organe essentiel pour l'extraction de l'eau est la pompe. Selon la source d'énergie disponible (électrique, solaire ou éolienne) et selon l'utilisation (zone urbaine ou rurale) l'architecture de la chaîne d'énergie et le choix des pompes seront différents.

On peut considérer 2 grands domaines d'utilisation de l'eau :

- l'extraction d'eau potable en zone urbaine. Dans ce cas, l'eau extraite d'une source est ensuite traitée puis envoyée dans un réseau appelé réseau d'eau potable. L'eau est extraite à l'aide de pompes commandées par des moteurs électriques. La source d'énergie électrique est celle présente dans les villes.
- l'extraction d'eau pour un usage individuel, rural ou villageois (dans les pays en voie de développement). Les coûts de raccordement à un réseau urbain (environ 30 000 € / km) peuvent vite devenir élevés dès que l'on s'éloigne des villes. Différentes solutions technologiques sont alors utilisées pour extraire l'eau : éolienne de pompage, aérogénérateur + pompe immergée, pompage solaire (photovoltaïque) ou thermique.

L'utilisation d'énergies alternatives (éolienne et photovoltaïque) pour le réseau d'eau potable en France est presque inexistante c'est pourquoi on étudiera le cas

d'un château d'eau en zone urbaine alimenté par le réseau de distribution.

Objectifs	- Vérifier les caractéristiques de la station de pompage du lycée ; - Dimensionner les pompes d'un château d'eau.
Tâche professionnelle associée	T5-3 : Réaliser les essais et les mesures nécessaires à la qualification d'un équipement.
Compétences mises en oeuvre	C01 : Analyser un dossier. C04 : Rédiger un document de synthèse. C06 : Respecter une procédure. C17 : Mettre en oeuvre des moyens de mesurage. C18 : Interpréter des indicateurs, des résultats de mesure et d'essais.
Pré requis	Cours : La mécanique des fluides - Dimensionnement d'une pompe.
Matériels	- Station de pompage du lycée ; - Oscilloscope numérique portable et ordinateur.
Documents fournis	- Documentation technique de la station de pompage du lycée ; - Fichier <i>Excel</i> « dimensionnement pompe.xls » pour aider au dimensionnement des pompes d'un château d'eau.



Figure 1 : Exemples de station de pompage

2. Présentation du système

2.1. Le château d'eau (cf. figure 2)

- L'équipement étudié comprend :
 - un château d'eau stockant l'eau à une hauteur et un volume suffisants pour en assurer la distribution avec une pression suffisante ;
 - 3 forages permettant de puiser l'eau dans la nappe phréatique.
- La distance entre les différents équipements sont :
 - château d'eau → forage n°3 : 4200 m ;
 - forage n°1 → forage n°3 : 800 m ;
 - forage n°2 → forage n°3 : 500 m.
- L'équipement du château comprend :
 - le château d'eau ;
 - une armoire d'équipement électrique comprenant l'appareillage de distribution et l'automatisme central gérant le cycle de production.
- L'équipement de chaque forage est identique et comprend :
 - une pompe centrifuge immergée permettant de puiser l'eau : elle est entraînée par un moteur asynchrone triphasé à démarrage direct ;
 - un relais détecteur de niveaux haut et bas à sondes résistives
 - une armoire d'équipement électrique regroupant tout l'appareillage et le pupitre de commande en mode local.

- Les réseaux d'alimentation électrique, de canalisation d'eau et de liaisons informationnelles relient l'ensemble du site.
- Conditions générales de fonctionnement :
 - Altitude moyenne des points de forage et de distribution : 200 m ;
 - Température moyenne de l'eau dans l'installation : 12 °C ;
 - Longueurs des canalisations et pertes de charges :
 - du forage n°1 au point central : 800 m avec pertes de charges de $20 \cdot 10^{-3}$ mCe par mètre ;
 - du forage n°2 au point central : 500 m avec pertes de charges de $20 \cdot 10^{-3}$ mCe par mètre ;
 - du forage n°3 qui se trouve au point central : 0 m avec pertes de charges de 0 ;
 - du point central au château : 4200 m avec pertes de charges réparties par pompe de $10 \cdot 10^{-3}$ mCe par mètre
 - les pertes de charges réparties par pompe dans les canalisations du château valent $10 \cdot 10^{-3}$ mCe par mètre.
 - Vitesse nominale de rotation des pompes : 1460 tr/min ;
 - Rendement des pompes : 90 % ;
 - On considère que la charge en débit se répartit équitablement entre les pompes en fonctionnement ; le débit maximum est : $Q_{\max} = 90 \text{ m}^3/\text{h}$;
 - Il n'est pas demandé de pression en haut de la cuve ; sortie « en fontaine ».

2.2. La station de pompage du lycée : (cf. figure 3)

- La station de pompage du lycée simule le fonctionnement d'un château d'eau.
- Elle comporte :
 - 1 cuve de puisage de capacité 180 litres ;
 - 1 cuve de stockage de capacité 130 litres ;
 - 2 pompes de puisage de débit maximum 3000 litres/heures et de puissance 0,5 CV ;
 - 1 vanne manuelle de soutirage ;
 - 1 électrovanne de soutirage.
- La cuve de stockage est équipée d'un capteur analogique de niveau et d'une sécurité « niveau haut » (détecteur de niveau à électrodes résistives). La cuve de puisage est équipée d'une sécurité « forage sec » (détecteur de niveau à électrodes résistives). La pompe P1 fonctionne à vitesse fixe et la pompe P2 est associée à un variateur de vitesse (ATV08) afin de permettre d'ajuster le débit et de fonctionner en régulation de niveau.

3. Vérification des performances et justification de la puissance des pompes de la station de pompage du lycée

3.1. Etude générale de la station de pompage :

- Définir la fonction d'usage d'une station de pompage (la formuler sous la forme d'un bloc fonctionnel).
- Identifier les procédés élémentaires d'une station de pompage. Pour chaque point placé, écrire une phrase explicative.

	Transformer	Déplacer	Stocker
Produit			
Energie			
Information			

c) Analyse des risques :

- Le système présente-t-il des risques mécanique, électrique, thermique, chimique, ... ?
- Si oui, que devez-vous faire pour les éviter ?
- Si non, recensez les éventuels éléments de sécurité en précisant leur rôle pour ce système.

d) A l'aide de la documentation fournie, décrire la procédure de mise en service de la pompe P1 en mode local.

3.2. Mesure du débit de la pompe P1 :

- Calculer le volume de la cuve de stockage en m^3 pour une hauteur d'eau de 40 cm. En déduire sa contenance en litres.
- Une chaîne de mesure délivre une tension notée u_{niveau} qui est l'image du niveau d'eau de la cuve de stockage : $1 V \equiv 10 cm$.
 - Ouvrir l'armoire électrique puis placer un voltmètre et un oscilloscope numérique portable afin de mesurer et visualiser la tension u_{niveau} . Régler la base de temps sur 50 s/carreau et la sensibilité verticale sur 1 V/carreau.
 - Vérifier que la cuve de stockage est vide et la vanne manuelle fermée.
 - Remplir la cuve de stockage à l'aide de la pompe P1 jusqu'au niveau 40 cm et relever la courbe $u_{niveau}(t)$ à l'aide de l'oscilloscope numérique portable.
- Imprimer la courbe $u_{niveau}(t)$ puis déterminer la durée de remplissage noté t_r et le débit de la pompe P1 noté q_{v1} . Exprimer le débit de la pompe en l/s et en l/h. Comparer la valeur obtenue en l/h à celle indiquée sur la plaque signalétique. Conclure sur les performances de la pompe P1.

Utiliser le fichier Excel « dimensionnement pompe.xls → station de pompage » (cf. figure 4) pour vérifier vos résultats.

3.3. Mesure de la durée de vidage de la cuve de stockage :

- Ouvrir la vanne mutuelle pour vider la cuve de stockage et relever la courbe $u_{niveau}(t)$ à l'aide de l'oscilloscope numérique portable. Régler la base de temps sur 20 s/carreau et la sensibilité verticale sur 1 V/carreau.
- Imprimer la courbe $u_{niveau}(t)$ puis déterminer la durée de vidage noté t_v et le débit de soutirage q_{S1} . Exprimer le débit de soutirage en l.s-1 et en l.h-1.

c) En considérant que le débit maximum des 2 pompes est identique et égale à la valeur obtenue au 3.2.c), montrer que la capacité des 2 pompes lors d'un fonctionnement simultanée est suffisante pour compenser un débit de soutirage « vanne manuelle ouverte ». Calculer dans ce cas la durée de remplissage de la cuve de stockage en heures puis en minutes.

3.4. Motorisation des pompes :

Hypothèses :

- Etant donné la faible longueur des canalisations, on néglige les pertes de charge ;
- La pression résiduelle à la sortie de la canalisation en haut de la cuve de stockage est de 0,7 bars ;
- Le débit maximum d'une pompe est de 3000 l.h-1 ;
- Le rendement d'une pompe de puissance inférieur à 1 kW a un rendement compris entre 20 et 40 %.

a) A l'aide du document intitulé « dimensionnement en puissance d'une pompe » et du fichier «dimensionnement_pompe.xls → station de pompage» (cf. figure 4), calculer la puissance hydraulique P_H d'une pompe (on considérera que la pression à la base d'une colonne d'eau de hauteur 10 m soit 10 mCe est de 1 bar). En déduire la puissance utile P_M du moteur entraînant la pompe. Comparer la valeur obtenue avec celle indiquée sur la plaque signalétique (1CV = 736W). Conclure sur le dimensionnement du moteur entraînant une pompe.

b) A partir du schéma électrique, repérer les 3 fils d'alimentation du moteur de la pompe P1 reliés au bornier.

Mettre en service la pompe P1 et à l'aide d'une pince multifonctions, mesurer : la tension U aux bornes du moteur, l'intensité I du courant absorbé, la puissance P_a absorbée et le facteur de puissance du moteur. Donner les résultats sous la forme d'un tableau et comparer les valeurs obtenues à celles indiquées sur la plaque signalétique.

4. Choix de la motorisation des pompes du château d'eau

4.1. Calculer les pressions minimum $P_{S\text{mini}}$ et $P_{S\text{maxi}}$ disponibles en sortie du château d'eau en bars. On rappelle que 10 mètres de colonne d'eau (10 mCe) représente une hauteur d'eau correspondant à une pression de 1 bar.

4.2. A l'aide du document intitulé « dimensionnement en puissance d'une pompe » et du fichier « dimensionnement_pompe.xls @ château d'eau » (cf. figure 5), calculer les puissances utiles des moteurs M1, M2 et M3 respectivement des pompes P1, P2 et P3. Détailler sur votre cahier la détermination de la hauteur manométrique HMT en mCe. On rappelle que le rendement des pompes est de 90 %.

4.3. Donner la fréquence de rotation en tr/min des moteurs M₁, M₂ et M₃ sachant que l'accouplement est direct entre les moteurs et les pompes.

4.4. Dans un souci de standardisation des équipements, les moteurs des pompes sont identiques. Indiquer la référence du moteur choisi dans la gamme LS de Leroy Somer. Justifier votre réponse sur le cahier.

4.5. Justifier le choix d'un moteur avec un indice de protection IP 68.

Mesure du débit de la pompe P1 :

H _{max} (cm)	50,27	
H _{mini} (cm)	8,85	
H (cm)	41,43	OK
V (m ³)	0,117	OK
V (litres)	117,13	OK
t _r (s)	271,80	
q _v (litres.s ⁻¹)	0,431	OK
q _v (litres.h ⁻¹)	1551,37	OK
q _{pompe} (litre.h ⁻¹)	3000	OK

Mesure de la durée de vidage de la cuve de stockage

H _{max} (cm)	50,06	
H _{mini} (cm)	8,85	
H (cm)	41,21	OK
V (m ³)	0,117	OK
V (litres)	116,52	OK
t _v (s)	156,64	
q _s (litres.s ⁻¹)	0,744	OK
q _s (litres.h ⁻¹)	2677,96	OK
q 2 pompes (litres.h ⁻¹)	3102,8	OK
durée de remplissage vanne ouverte en h et en min	0,275	OK
	16,5	OK

Dimensionnement en puissance des pompes :

H _{GT} (mCe)	1,7	OK
J _{pertes} (mCe)	0	OK
P _R (mCe)	7	OK
HMT (mCe)	8,7	OK
Q (m ³ .s ⁻¹)	8,33E-04	OK
P _H (W)	71	OK
P _M (W)	356	OK
Pu moteur installé	368	OK

Figure 4 : feuille Excel « Station de pompage du lycée »

Hauteur du réservoir en m	30	OK
Hauteur maxi de l'eau dans le château d'eau (mCe)	40	OK
Hauteur mini de l'eau dans le château d'eau (mCe)	30	OK
Ps maxi (bars)	4	OK
Ps mini (bars)	3	OK
POMPE 1		
H _{GT P1} (mCe)	60	OK
J _{pertes} (mCe)	58,85	OK
HMT _{P1} (mCe)	118,85	OK
Q _{P1} (m ³ .h ⁻¹)	30	OK
Q _{P1} (m ³ .s ⁻¹)	8,33E-03	OK
P _{Hp1} (W)	9716	OK
P _{M1} (W)	10795,5	OK
POMPE 2		
H _{GT P2} (mCe)	60	OK
J _{pertes} (mCe)	52,85	OK
HMT _{P2} (mCe)	112,85	OK
Q _{P2} (m ³ .h ⁻¹)	30	OK
Q _{P2} (m ³ .s ⁻¹)	8,33E-03	OK
P _{Hp2} (W)	9225,5	OK
P _{M2} (W)	10250,5	OK
POMPE 3		
H _{GT P3} (mCe)	60	OK
J _{pertes} (mCe)	42,85	OK
HMT _{P3} (mCe)	102,85	OK
Q _{P3} (m ³ .h ⁻¹)	30	OK
Q _{P3} (m ³ .s ⁻¹)	8,33E-03	OK
P _{Hp3} (W)	8408	OK
P _{M3} (W)	9342,2	OK
N _{pompe} (tr.min ⁻¹)	1460	OK
N _{moteur} (tr.min ⁻¹)	1460	OK
Pu moteur (W)	10795,5	OK
Référence du moteur	LS 160 MP	

Figure 5 : feuille Excel « Château d'eau »

ANNEXE :DIMENSIONNEMENT EN PUISSANCE D'UNE POMPE1) La hauteur manométrique totale : HMT en mCe

$$HMT = H_{GT} + J_{pertes} + P_R$$

avec :

- H_A et H_R : les hauteurs géométriques d'aspiration et de refoulement en mCe ;
- $H_{GT} = H_A + H_R$: la hauteur géométrique totale correspondant à l'élévation en altitude du fluide en mCe ;
- J_{pertes} : les pertes de charge totale de la conduite en mCe ;
- P_R : la pression résiduelle ou de service (installation sous pression) en mCe.

Remarques :

■ L'unité mCe « mètres de colonne d'eau » représente une hauteur d'eau correspondant à une pression.

Exemple : la pression à la base d'une colonne d'eau de hauteur 10,33 m est de 1,013 bars.

■ Les pertes de charge sont dues au frottement du liquide dans la tuyauterie et aux accessoires (coudes, vanne, ...).

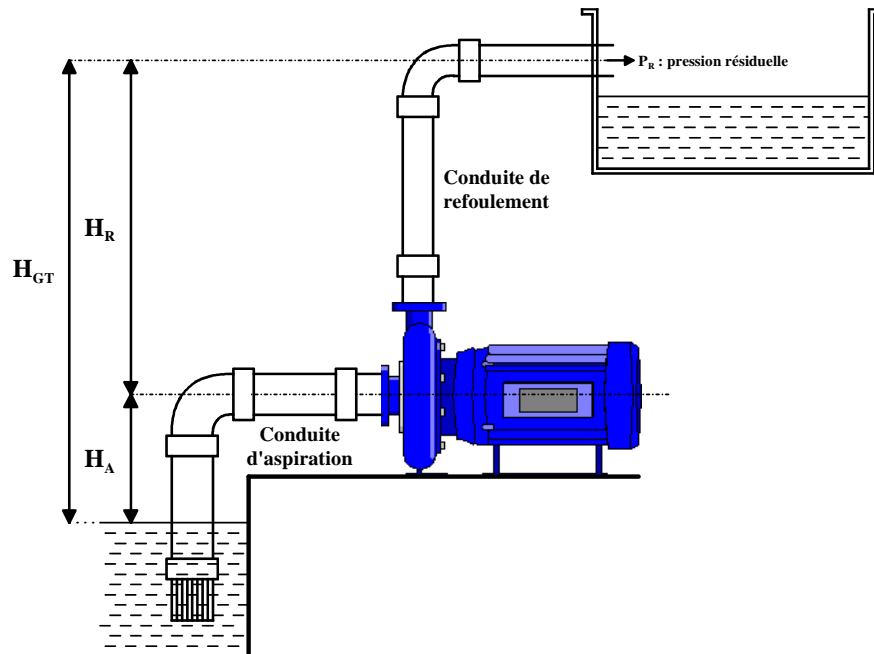
2) Puissance hydraulique de la pompe :

$$P_H = \rho \times Q \times g \times HMT$$

- avec :
- ρ la masse volumique de l'eau = 1000 kg.m^{-3} ;
 - Q : le débit volumique du fluide en $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$;
 - g : l'accélération de la pesanteur = $9,81 \text{ m.s}^{-2}$;
 - HMT : la hauteur manométrique totale en mCe.

3) Puissance du moteur d'entraînement de la pompe :

$$\eta_{pompe} = \frac{\text{Puissance hydraulique de la pompe}}{\text{Puissance mécanique du moteur}} = \frac{P_H}{P_M}$$



Régulation de niveau d'eau dans une cuve

François LEPLUS et Jean-François LONGBIEN

Lycée Carnot ARRAS

Adaptation mise en place :

- Maillage et repérage des questions génie électrique et sciences appliquées.

Résumé : Dans le cadre de la mise en place du nouveau référentiel du BTS électrotechnique, nous proposons un sujet d'essais de systèmes, basé sur la station de pompage, abordant à la fois des notions de physique appliquée et de génie électrique.

Dans un premier temps les élèves mettent en service le système et observent ses performances. On leur demande ensuite de modéliser le système afin de justifier ses performances et enfin de valider le programme automate concernant le variateur.

1. Introduction

1.1. Aspect matériel

Le support provient d'un projet réalisé en deuxième année de BTS. La partie opérative, qui simule le fonctionnement d'un château d'eau, peut fonctionner de manière autonome (mode local ou à distance).

Il peut aussi être télécommandé par une station de contrôle lointaine, la liaison entre les deux systèmes étant faite par une paire torsadée, l'échange des données étant multiplexé. Ce dernier point n'est pas étudié dans cet article mais fait l'objet d'un projet (épreuve E5).

1.2. Aspect pédagogique

Ce système était déjà support de deux essais de système: l'un à caractère scientifique, l'autre à caractère génie électrique.

Ils permettaient d'aborder les points suivants:

- en physique appliquée:
 - o introduire des notions de mécanique des fluides ;
 - o consolider des acquis en automatique ;
- en génie électrique:
 - o étudier la façon de programmer un régulateur à action proportionnelle ;
 - o étudier la façon de contrôler des variables avec une console de dialogue ;
 - o aborder l'aspect sécurité dans l'utilisation d'un système.

Nous avons essayé de reconstruire cet essai de système avec l'esprit du BTS rénové à savoir :

- observer le comportement d'un système en état de fonctionnement ;

- le modéliser pour le caractériser ;
- aborder à la fois des notions de physique appliquée (mesure de grandeurs physiques, identification ...) et de génie électrique (mise en fonctionnement, respect de la sécurité, automatisation...) pour que les élèves soient conscients que ces deux approches différentes sont complémentaires et indispensables lorsque que l'on veut appréhender un système.

Nous avons repéré les questions plutôt physique appliquée par le sigle **PA**, les questions plutôt génie électrique par le sigle **GE**, ceci facilite le travail des étudiants dans leur approche de la question ou pour savoir qui des deux professeurs sera plutôt concerné pour donner une explication complémentaire.

Pour ce TP, la répartition est environ 70% de physique appliquée et 30% de génie électrique.

1.3. Retour d'expérience

Ce sujet a été « testé » partiellement avec les élèves de 2^{ème} année dans l'ancienne version du BTS. Les notions nouvelles de mécanique des fluides posent des problèmes aux élèves, mais le bon sens permet de détecter et de corriger rapidement les erreurs les plus flagrantes.

L'identification des transmittances est nécessaire pour interpréter les relevés effectués. Toutefois, la présence des non-linéarités et des saturations à tous les niveaux de la chaîne directe et de retour, nous oblige à utiliser la simulation pour justifier quantitativement les résultats expérimentaux.

Nous proposons le sujet dans son intégralité. Il correspond à notre interprétation du nouveau référentiel. Ce sujet est certainement perfectible et nous accueillerons volontiers toutes les remarques susceptibles de le faire progresser.

2. Présentation générale

2.1. Savoirs associés et niveaux taxonomiques

Savoirs associés : Génie électrique	Niveaux taxonomiques :
\$1.6: La régulation industrielle - Constituants d'un procédé de régulation - Boucle de régulation - Paramètres d'une boucle de régulation	Niveau 3 : niveau de la maîtrise de l'outil
Savoirs associés ; Physique appliquée	
\$F-2: régulation et asservissement - Principes: chaîne d'action et de réaction - Réponse indicielle - Dilemme stabilité, précision, - Correction PID - Méthode de Broïda	Niveau 3 : niveau de la maîtrise de l'outil Niveau 3 : niveau de la maîtrise de l'outil Niveau 2 : niveau de l'expression Niveau 2 : niveau de l'expression

2.2. Tâche professionnelle associée

T5.3: réaliser les essais et les mesures nécessaires à la qualification d'un équipement.

2.3. Compétences mises en œuvre

Données	Compétences		Indicateurs de performance
données techniques (descriptif: le système industriel et le système "station de pompage"). la notice d'utilisation du système "station de pompage". Le cahier des charges précisant les critères de performance	C04	Rédiger un document de synthèse	Le modèle est élaboré correctement, les calculs sont exacts
	C17	Mettre en œuvre des moyens de mesurage	Les réglages demandés sont réalisés Les mesures sont judicieuses et adaptées
	C18	Interpréter des résultats de mesures	Les documents demandés sont fournis, Le compte rendu est pertinent par rapport aux problèmes posés
	C20	Régler les paramètres	Le compte rendu est bien présenté, lisible, structuré, l'orthographe est maîtrisée.

2.4. Objectifs généraux

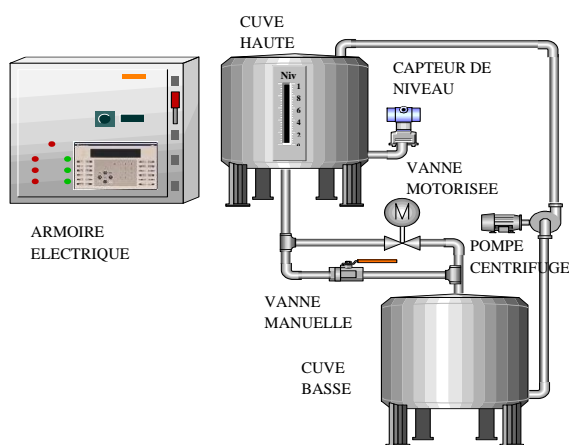
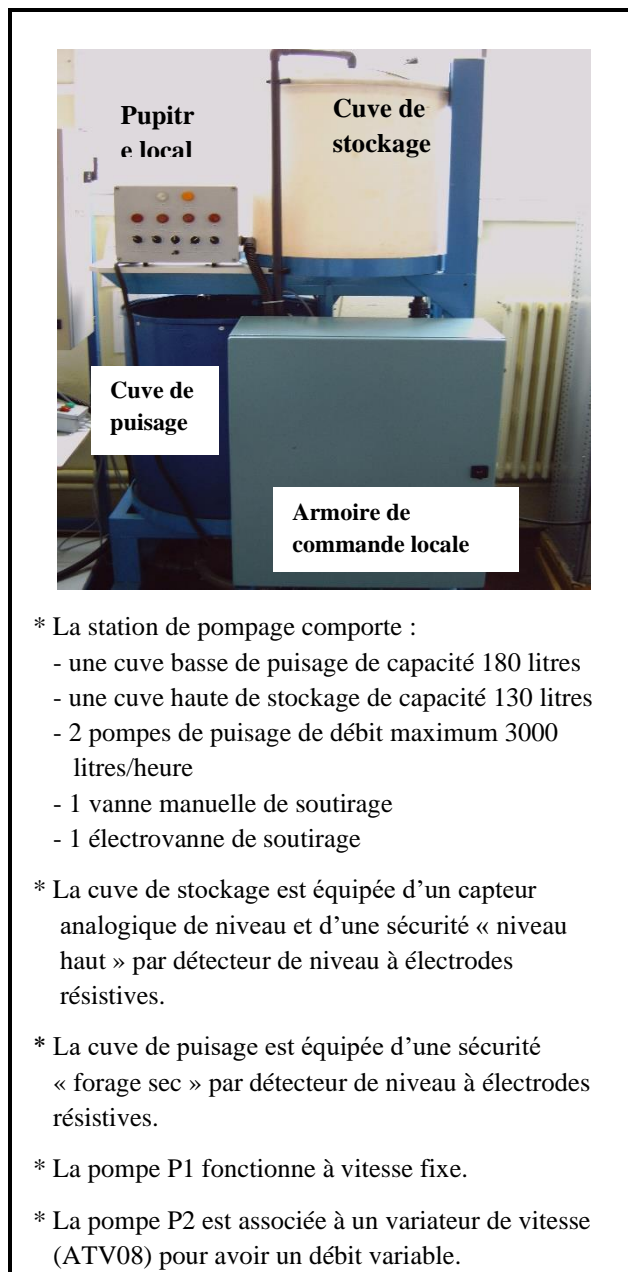
Cet essai de système permettra :

- de mettre en fonctionnement la station de pompage "système fabriqué au lycée" ;
- de l'utiliser dans ses différents modes de fonctionnement ;
- d'observer son comportement en régulation de niveau ;
- de la modéliser pour comprendre ce comportement et pouvoir l'améliorer si besoin est.

Le **travail demandé** se décompose en 6 parties :

- mise en fonctionnement
 - o mise sous tension
- utilisation dans les différents modes de fonctionnement
 - o essai en "commande manuelle" "locale"
 - o essai en "commande manuelle" "à distance"
 - o essai en "commande automatique" "à distance"
- observation de son comportement en régulation de niveau
 - o Mise en place des appareils de mesures
 - o Enregistrement de la réponse du système en boucle fermée
 - o Caractérisation de cette réponse
- modélisation pour comprendre ce comportement et pouvoir l'améliorer si besoin est
 - o essai en boucle ouverte
 - relevé des mesures
 - modélisation
 - calcul des transmittances
 - o validation du modèle simulation
 - o essai en boucle fermée
 - réponse à un échelon
 - réponse à une perturbation
- validation du programme "automate" concernant le régulateur
- conclusion

3. Présentation simplifiée du système

Description et principe de fonctionnement de la station de pompage


Vues de la PO et de la PC locale

- * La station de pompage comporte :
 - une cuve basse de puisage de capacité 180 litres
 - une cuve haute de stockage de capacité 130 litres
 - 2 pompes de puisage de débit maximum 3000 litres/heure
 - 1 vanne manuelle de soutirage
 - 1 électrovanne de soutirage
- * La cuve de stockage est équipée d'un capteur analogique de niveau et d'une sécurité « niveau haut » par détecteur de niveau à électrodes résistives.
- * La cuve de puisage est équipée d'une sécurité « forage sec » par détecteur de niveau à électrodes résistives.
- * La pompe P1 fonctionne à vitesse fixe.
- * La pompe P2 est associée à un variateur de vitesse (ATV08) pour avoir un débit variable.

Le système peut se commander :

- **en mode "local" "manu": sur le pupitre local**
 la mise en marche des pompes P1 et P2 est faite par commutateurs
 le réglage de la consigne de vitesse de la pompe P2 est faite par potentiomètre
 le circuit de commande est câblé, l'API n'est pas utilisé
- **en marche "à distance" à partir de la console de dialogue**
 l'API est utilisé, c'est le programme qu'il contient qui gère le fonctionnement des pompes.

il permet deux modes de commande :

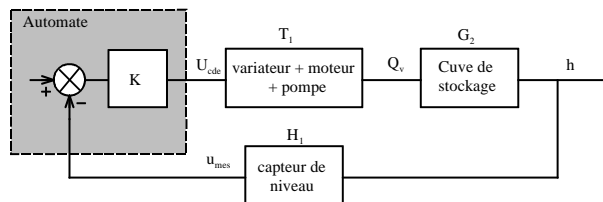
- marche "à distance" "manu"** par la touche fonction F1 (basculer) de la console de dialogue. Le fonctionnement est en boucle ouverte
 La mise en marche des pompes est faite par touches fonctions (F3) et (F6) de la console de dialogue
 La consigne de vitesse est fixée par les touches "F2: +vite" et "F5: - vite"
- en mode "à distance" "automatique"** par la touche F1 (basculer) de la console de dialogue. Le fonctionnement est en boucle fermée
 La mise en marche des pompes est faite par touches fonctions (F3) et (F6) de la console de dialogue

La consigne de vitesse est élaborée au sein de l'API par un régulateur programmé dans l'API

La consigne de niveau est fixée sur la console par clavier

Le gain du correcteur du régulateur est réglable sur la console par clavier

Le système peut alors être décrit par le schéma bloc suivant :



Le choix du mode de commande ("local" ou "à distance") se fait grâce à un commutateur sur le pupitre local: position L: "commande locale"; position R "commande à distance"

4. Travail demandé :

Remarque préalable: toute observation ou constatation sera consignée dans le cahier, vous devez en plus être en mesure de le présenter oralement au professeur qui pourra vous poser des questions

4.1. Mise en fonctionnement du système

GE+PA

mise sous tension après avoir fait les vérifications d'usage:

il y a de l'eau dans la cuve basse

le système est en bon état général: contrôle visuel externe et interne (armoire électrique)

4.2. utilisation dans les différents modes de fonctionnement

GE+PA

4.2.1. essai en "commande manuelle" "locale"

la pompe P1 fonctionne seule:

vérifier que le niveau de la cuve haute augmente

vérifier que la pompe P1 s'arrête automatiquement lorsque le niveau haut est atteint

la pompe P2 fonctionne seule:

vérifier que le débit varie lorsque l'on modifie la consigne du variateur.

vérifier que la pompe P2 s'arrête automatiquement lorsque le niveau haut est atteint

localiser sur le schéma et sur le système le détecteur qui assure cette sécurité

4.2.2. essai en "commande manuelle" "à distance"

la pompe P1 fonctionne seule:

la pompe P2 fonctionne seule:

vérifier que les effets des commandes sont les mêmes qu'en mode "manu" "local"

4.2.3. essai en "commande automatique" "à distance"

touche F1 de la MAGELIS, voyant allumé (touche à bascule)

la pompe P2 fonctionne seule:

la cuve haute est vide, la vanne de soutirage est fermée

- régler la consigne de niveau à 40cm et K à 5, puis valider par la touche "enter"

observer et décrire ce qui se passe

- ouvrir la vanne de soutirage à environ 100% et régler la consigne à 20cm

observer et décrire ce qui se passe

- arrêter la pompe P2 (F1), attendre que la cuve haute soit vide, remettre en marche (F1), régler la consigne à 40 cm, k à 50 et valider

- observer et décrire ce qui se passe, le niveau atteint est-il de 40 cm? l'installation fonctionne-t-elle correctement ?

4.3. observation de son comportement en régulation de niveau

Pour caractériser le comportement du système, nous devons mesurer la consigne U_{cde} du variateur et relever l'image u_{mes} du niveau dans la cuve de stockage en fonction du temps

4.3.1. Mise en place des appareils

GE+PA

Quels appareils allez vous utiliser?

Repérez sur le schéma, l'endroit où vous pourrez les brancher sans avoir à modifier le câblage

Faire une étude des risques encourus lors de l'intervention de mesurages

GE

En déduire les précautions à prendre

Installer les appareils

4.3.2. Enregistrement de la réponse du système en boucle fermée

dans les conditions §423

PA

4.3.3. Caractérisation de cette réponse

PA

Sortir ces courbes sur imprimante puis tracer sur ces relevés la valeur de la consigne de niveau (avec la même échelle que la mesure)

En déduire l'erreur finale, le temps de réponse à 5%

4.4. modélisation pour comprendre ce comportement et pouvoir l'améliorer si besoin est.

L'essai en boucle ouverte permet de déterminer la valeur du débit de la pompe en fonction de la consigne de vitesse de la pompe P2.

4.4.1. relevé des mesures

GE+PA

Remplissage - Relever la courbe de remplissage $u_{mes}(t)$ pour $U_{cde} = 5V$, le niveau étant initialement au minimum (10 cm). La base de temps de l'oscilloscope sera réglée à 50 s /carreau.

- Relever les courbes $u_{mes}(t)$ pour $U_{cde} = 5V, 4,5V, 4V$ et $3V$, le niveau étant initialement au minimum.

Vidage. Relever la courbe $u_{mes}(t)$ lorsque la vanne manuelle de soutirage est complètement ouverte.

4.4.2. modélisation

PA

A partir de la courbe de remplissage, calculer le débit Q_{vP2} de la pompe P2 en l/s et en l/s sachant que le diamètre de la cuve est de 60 cm. Comparer aux données du système.

4.4.3. calcul des transmittances

PA

Transmittance T_1 . Pour chaque valeur de U_{cde} , calculer le débit Q_v en l/s. Tracer la courbe $Q_v = f(U_{cde})$. Mettre cette courbe sous la forme $Q_v = A + G_1.U_{cde}$. Préciser les valeurs de A et G_1 .

Transmittance G_2 . La hauteur h de liquide dans la cuve de stockage est reliée au débit Q_v par $Q_v = S. \frac{dh}{dt}$. En utilisant le formalisme de Laplace, donner l'expression

de la transmittance $G_2 = \frac{h(p)}{Q_v(p)}$. Préciser la valeur

numérique du coefficient si h est exprimé en cm.

Transmittance H_1 . Le capteur de niveau délivre 1V lorsque $h = 10$ cm et 5V lorsque $h = 50$ cm. Préciser la valeur de H_1 .

4.4.4. validation du modèle

PA

Le fichier stat_pompage sous PSIM simule le fonctionnement du système en boucle ouverte. Après avoir précisé la valeur numérique des coefficients des différents blocs du schéma de simulation, tracer les courbes $h(t)$ pour les 4 valeurs de U_{cde} précédentes. Comparer avec les relevés expérimentaux et conclure sur la validité du modèle utilisé.

4.4.5. essai en boucle fermée

a. Réponse à un échelon de consigne.

Mesures:

GE+PA

Placer le système en boucle fermée (touche F1 de la MAGELIS). Relever les courbes $h(t)$ pour 4 valeurs de K : 3, 5, 10 et 50. Préciser, dans chaque cas, la valeur de l'erreur statique.

Validation:

PA

Simuler le fonctionnement du système en boucle fermée (fichier stat_pompageBF) pour les 4 valeurs de K. Comparer les résultats et justifier l'allure des courbes. (On pourra, en simulation, tracer l'évolution du débit Q_v).

b. Réponse à une perturbation.

GE+PA

Mesures:

Pour $K = 5$ puis pour $K = 50$, la consigne étant réglée à 40cm, relever l'évolution de $h(t)$ lors d'une ouverture de la vanne manuelle de soutirage pendant 30s.

4.4.6. Validation

PA

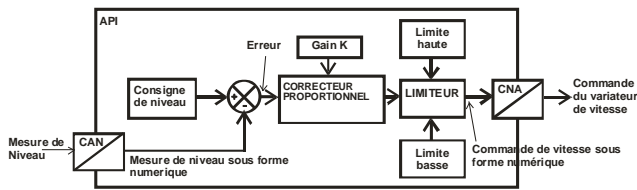
Simuler le fonctionnement correspondant (fichier stat_pompage_BF_perturb).

Comparer les résultats de la simulation aux relevés. Le modèle vous semble-t-il validé?

4.5. validation du programme "automate" concernant le régulateur

GE

Le schéma fonctionnel du régulateur est le suivant :



Il est programmé dans l'API TSX37 sous forme LADDER

A partir du PC raccordé à l'API et PL7PRO, visualiser le programme et recopier la partie correspondant à ce régulateur (ne pas oublier le dispositif limiteur)

Etablir la correspondance entre les mots utilisés dans l'API et les variables définies dans le schéma fonctionnel (consigne de niveau, mesure de niveau sous forme numérique, l'erreur, le gain K, la limite haute, la limite basse, le commande de vitesse sous forme numérique)

Tracer la caractéristique "commande de vitesse numérique" en fonction de la "mesure de niveau numérique" (celle-ci variant de 0 à 10000)

Ceci pour une consigne = 5000, un gain $K=5$, une limite haute = 9000, une limite basse=0

Pourquoi peut on dire que ce régulateur est "à action proportionnelle"?

Que devient cette caractéristique si la limite haute est 10000?

Que devient cette caractéristique si la limite haute est 10000 et que le gain est de 1?

Un mot simple (%MWi) est un mot de 16 bits, il peut contenir un nombre entier signé compris entre -32767 et +32768, un mot double (%MDj) est un mot de 32 bits, il peut contenir un nombre entier signé compris entre -2147483647 et +2147483648, justifier le fait que la commande de vitesse doit être un mot double.

4.6. CONCLUSION

GE+PA

Le modèle obtenu en §24 vous semble-t-il correspondre au comportement observé en §23

Quel est l'intérêt de faire un modèle d'un système?

Quel est l'intérêt d'avoir programmé ce régulateur dans l'API?

La rénovation du BTS ELECTROTECHNIQUE : La gestion de Chantier

JEAN-MARC DESPREZ

Inspecteur d'Académie

Inspecteur Pédagogique Régional

Sciences et Techniques Industrielles

Résumé : *Après une courte introduction reprenant le contenu d'une journée de formation académique dédiée à la mise en œuvre de situation de formation et d'évaluation relative à la gestion de chantier en BTS, cet article met l'accent sur les modalités de mise en œuvre du contrôle en cours de formation et la caractérisation des situations d'évaluation. L'exemple d'une situation professionnelle de gestion de chantier au travers du retour d'expérience d'une entreprise arrageoise (62), permet d'illustrer les compétences spécifiques à évaluer, les contraintes à prendre en compte, l'intérêt de mobiliser un logiciel de gestion de projet. Une équipe de l'académie de LILLE s'est attachée à adapter un logiciel libre de droit à la gestion de chantier en BTS ELECTROTECHNIQUE.*

Introduction :

Dans le cadre de la rénovation du BTS ELECTROTECHNIQUE, s'est tenue le 30 mars 2007, au Lycée Blaise Pascal de LONGUENESSE (62), une journée de formation sur les modalités de certification relatives à l'épreuve de Gestion de Chantier, à destination des professeurs ou formateurs de Génie électrique de l'Académie.

Cette journée de formation s'inscrivait dans le prolongement de deux journées de formations académiques dédiées à l'enseignement d'essais de systèmes dans le cadre de la rénovation du programme de formation. Les deux précédentes journées avaient associé les professeurs de Sciences Physiques Appliquées et les professeurs de Génie Electrique intervenant sur les horaires d'essais de systèmes en première année de BTS.

L'accent avait été mis sur l'appropriation des documents : Présentation des fonctions et tâches du Référentiel des Activités Professionnelles, l'approche par compétences du Référentiel de Formation, l'organisation de la formation présentée dans les Repères pour la Formation.

Le fil conducteur de cette journée dédiée à la gestion de chantier a été construit pour illustrer plus particulièrement la méthode de construction d'une situation de CCF et la façon de la contextualiser à la gestion de chantier en BTS ELECTROTECHNIQUE.

Les différentes interventions ont porté sur :

- Le Contrôle en Cours de Formation ;
- La présentation de la méthode de construction d'une situation d'évaluation certificative ;
- La présentation par l'entreprise LESOT de Saint Laurent Blangy (près d'ARRAS) de son activité de gestion de chantier, illustrant ainsi, après les présentations nationales et académiques, un nouvel exemple de contexte professionnel ;
- L'identification et l'appropriation des compétences à évaluer dans un contexte de certification ;
- La caractérisation d'une situation d'évaluation par l'illustration d'un chantier mené avec des étudiants de BTS Electrotechnique et encadré par l'équipe de professeurs du lycée CARNOT ARRAS (62) ;
- L'apport du logiciel Gant Project à cette activité d'organisation et de pilotage de chantier. L'équipe de professeurs du lycée Ernest COUTEAUX de St AMAND (59) a présenté les fonctionnalités et modalités d'utilisation de ce logiciel dans sa version téléchargeable, puis l'équipe de professeurs de l'E.P.I.D DUNKERQUE (59) , par une modification en cours des codes sources, a présenté une adaptation de ce logiciel au contexte de l'épreuve de BTS ;
- L'organisation de cette épreuve sur le site de formation.

1. Le Contrôle en Cours de Formation (CCF)

Force est de constater qu'ils permettent aussi de comprendre l'importance et la logique de construction ces dernières années des contenus des référentiels (articulation entre le R.A.P. et les référentiels de formation, de certification).

La première présentation de la journée « Le Contrôle en cours de Formation » avait comme objectif, non pas de revenir sur ces éléments, mais bien de porter l'accent sur le fait que le CCF est particulièrement bien adapté à l'évaluation de compétences professionnelles. Il s'agissait d'initier une réflexion de fond tant sur la construction des situations d'évaluation et de formation préalables, que sur l'évaluation. Le message a essentiellement porté sur la méthodologie et la caractérisation des situations d'évaluation.

Sur le Contrôle en Cours de Formation, à partir de quelques mots clés au travers de quelques moteurs de recherche, de nombreuses références sur ce mode d'évaluation peuvent être trouvées. Ces références reprennent pour l'essentiel, le rappel des principaux textes réglementaires qui régissent cette évaluation, leurs évolutions au travers de différents arrêtés décrets ou notes de service. Certaines références font largement écho aux différents rapports successifs des Inspections Générales de l'Education Nationale, (de 1994 à 2002) reprenant ainsi les principes, la définition, le champ d'application et les modalités de mise en œuvre du CCF.

Pour ce qui relève des principales questions soulevées sur sa mise en œuvre et son déroulement au sein d'un établissement de formation, de nombreuses réponses ont été formalisées et apportées aux équipes de professeurs. Les séminaires nationaux et les documents « Repères pour la Formation » des différents BTS ayant fait l'objet récemment d'une rénovation, reprennent largement ces différents apports successifs. Ces éléments d'information permettent à la fois d'en comprendre « la lettre et l'esprit ».

Force est de constater qu'ils permettent aussi de comprendre l'importance et la logique de construction ces dernières années des contenus des référentiels (articulation entre le R.A.P. et les référentiels de formation, de certification).

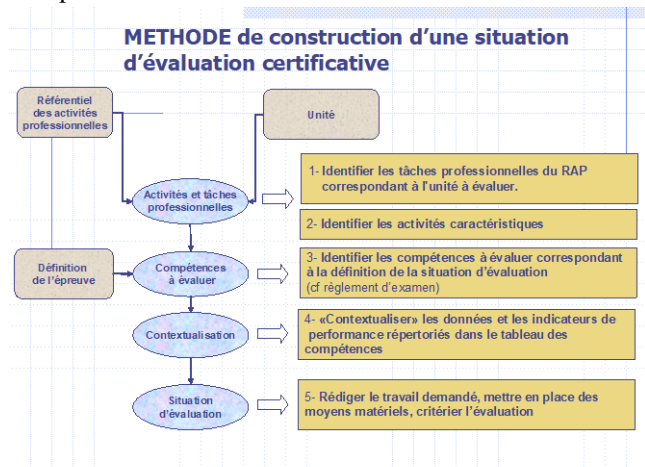
La première présentation de la journée « Le Contrôle en cours de Formation » avait comme objectif, non pas de revenir sur ces éléments, mais bien de porter l'accent sur le fait que le CCF est particulièrement bien adapté à l'évaluation de compétences professionnelles. Il

s'agissait d'initier une réflexion de fond tant sur la construction des situations d'évaluation et de formation préalables, que sur l'évaluation. Le message a essentiellement porté sur la méthodologie et la caractérisation des situations d'évaluation.

2. Méthodologie de mise en œuvre du CCF et caractérisation des situations d'évaluation

La mise en œuvre du CCF pour l'épreuve de Gestion de Chantier obéit à une méthodologie qui s'attache à :

- 1- Identifier la correspondance entre le RAP : (Référentiel des Activités Professionnelles) et l'unité à certifier ;
- 2- Identifier les activités caractéristiques des tâches professionnelles, décrites pour le BTS ELECTROTECHNIQUE en données mobilisées, situations relevées, résultats attendus pour la tâche)
- 3- Identifier les compétences à évaluer conformément à la définition de l'épreuve, qui concourent à la réalisation des tâches
- 4- Contextualiser, en l'occurrence concrétiser un contexte de gestion de chantier, les données et les indicateurs attachés à ce contexte particulier ;
- 5- Rédiger le travail demandé, réserver et mettre à la disposition des étudiants le matériel nécessaire.



Appliquer cette méthodologie offre plusieurs avantages :

- Elle apporte du sens à l'évaluation de compétences reliées à un contexte professionnel
- Elle garantit l'harmonisation à priori de la construction des situations d'évaluation
- Elle responsabilise les équipes pédagogiques sur la caractérisation des situations d'évaluation
- Elle responsabilise les équipes pédagogiques vis-à-vis des apprentissages antérieurs

Caractérisation des situations d'évaluations

Caractérisation d'une situation

Situation d'évaluation par CCF est caractérisée à partir des éléments suivants :

- ◆ les **compétences** à évaluer ;
- ◆ les **conditions** de l'évaluation ;
- ◆ la **définition de l'activité** à réaliser ;
- ◆ les **conditions** de réalisation de l'activité ;
- ◆ la **performance** attendue pour les **critères** de l'évaluation (indicateurs d'évaluation).

Les rapports des Inspections Générales successifs ont souligné les obstacles et la diversité des comportements des différents acteurs liés à la mise en œuvre du CCF dans les filières professionnelles. La publication de ces principes pour la construction et la caractérisation des

situations d'évaluation y remédie. Il revient à l'enseignant de choisir le contexte technique, les consignes et instructions adaptées, les outils et documents fournis et de traduire les indicateurs d'évaluations dans le contexte de l'évaluation.

3. Présentation du contexte de Gestion de Chantier de l'Entreprise LESOT

Lors du séminaire national, la présentation du contexte professionnel de l'Entreprise SEMELEC avait permis d'identifier la correspondance entre l'unité à certifier et une activité professionnelle. Cette activité était décrite et décomposée en différentes phases : de la revue de contrat à la réception des travaux. L'intervention du directeur et du chargé d'affaire de l'entreprise LESOT a permis aux professeurs de l'académie de découvrir un nouveau contexte professionnel décrit à partir de la consultation des appels d'offres aux différentes phases de gestion et de suivi de chantiers industriels.

32	16/03/2007 disponible	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39		
1		J1	J8	J8	J1	J9	J2	J9	J9																												
1		J1	J1	J1	J1	J1	J1	J1	J1	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	
1		B17	B17	B15	B17	B17	B15	B8	B8	B8	CP																										
1		D11	D7	B16	L7	L7	B16	B16	B16	B16	L6	L6																									
1		B16	B16	EC	B16	B16	EC	B16	B16	B16	L6	L6	EC			EC																					
1		D11	D11	E3	E3	E3	E3	E3	E3	E3	CP	E3	E3																								
1		J1	J1	L4	L6	J1	J9	J2	J9	J9	CP																										
1		B16	B16	B16	B16	B16	B16	B11	B11	B11	CP	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	CP	CP
1		L4	L4	L4	L5	L5	L5	L5	L5	L5	CP	L17	L17																								
1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	
1		AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR	FOR
1		D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	CP	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	D13	
1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	CP	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	
1		L6	L4	CP	L6	L5	L5	L5	L5	L5	L5	L17	L17	L17																							
1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	
1		J1	J8	J8	J1	J8	J9	J2	J9	J9	CP																										
1		B6	B6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6																								
1		B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6																								
1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	
1		D6	D6	D6	D6	D14	D15	D15	D15	D15	CP	CP	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	
1		D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5
1		D7	D7	D7	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT
1		C1	C1	C1	D6	D6	D6	D6	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	
1		B12	B17	B8	CP	B17	B12	B8	B8	B8																											
1		J1	J8	J8	J1	J8	J9	J2	J9	J9	CP	CP																									
1		B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6																								
1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	
1		B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	CPA	CPA	L6	L6																							
1		AT	AT	B16	B16	B16	B16	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	B11	
1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	
1		B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16	B16
1		B12	B17	B8	CP	B17	B12	B8	B8	B8																											

M BRU...	M DEBE...	M. JANK...	M CAS...	M CAM...	
B1 Décathlon	D1 SOMAIN	J1 dep.divers	C1 SFR	L1 DUPIRE	Maillage
B2 Nord Helio	D2 Clinique S.C.	J2 ent. Cascades	C2	L2	E1 Maillage
B3 AGER	D3 Lille Mut.	J3 ODM à LILLE	C3	L3 CAZIN	E2 Maillage
B4 Divers	D4	J4 XANAKA LENS2	C4	L4 CAMILLE C.	E3 Maillage
B5	D5 LOOS M	J5 QUENIART	C5	L5 Lycée CHOCHOY	E4 Atelier
B6 GIE Vauban	D6 UFG	J6 LAFARGE EAUX	C6	L6 Internat L.	
B7 AFPA Lomme	D7 Divers	J7 Entretien ACM	C7	L7 ETHOMASn	EC Cours
B8 IRCI Nord	D8 CASA	J8 CSF Grenoble	C8	L8	CP Congés
B9 Unédic Beaurains	D9 Radiologie	J9 UCB	C9	L9	RTT
B10 Clairbois	D10	J10	C10	L10	AT Arrêt travail
B11 ERG	D11 Vie Active	J11	C11	L11	FOR Formation
B12 Déchèterie	D12 InnovAALys	J12	C12	L12	BE Bureau étude
B13 GROUPEAMA	D13 HAD DK	J13	C13	L13	CPA Congés parental
B14	D14 FOIRATIER	J14	C14	L14	
B15 Phalempin	D15 LAVOISIER	J15	C15	L15 TRIOLET	
B16 CASAUQUE	D16 Ordre des M	J16	C16	L16 CR-Divers	
B17 Haubourdin	D17	J17	C17	L17 Divers	

A noter que cette entreprise offre l'opportunité à des professeurs de Génie Electrique, dans le cadre des stages CERPET, de réaliser un stage d'une semaine pour suivre le responsable d'affaire, découvrir et apprécier plus

particulièrement, la réalité d'un contexte professionnel authentique :

- la conduite de travaux
- les approvisionnements

- le planning
- les plans de sécurité
- les prises de décisions en sous-traitance
- les habilitations nécessaires
- les ordres d'intervention
- la gestion administrative du chantier
- les documents caractéristiques du chantier

Les échanges avec la salle ont permis de mesurer l'importance accordée aux plans d'actions sécurité engagés par l'entreprise dans le cadre d'une démarche de prévention des risques professionnels liés à l'activité de gestion de chantier. L'élaboration systématique du dossier sécurité chantier ou PPSPS, sa forme, son contenu, ses éléments réglementaires ont été exposés. La gestion des contraintes techniques, administratives et réglementaires spécifiques à chaque chantier, la gestion des aléas (vols, malveillance, dégradations volontaires ou involontaires, disponibilité ou retards de livraison de matériels spécifiques), la co-activité avec les autres corps d'états (non respect des engagements en termes de planning, occupation conjointe des lieux et problèmes de sécurité inhérents, ...), ont été longuement évoqués. L'utilité et la nécessité d'un outil planning ont été démontrées pour gérer à la fois les chantiers en cours de réalisation, la disponibilité des personnels en fonction de leurs qualifications, des délais impartis, de la technicité des travaux, pour faire face aux aléas. Le planning reste l'outil stratégique de la société car il doit aussi parfois permettre de dégager une capacité à répondre à de nouveaux appels d'offres qui se présenteraient.



5. Les compétences à évaluer, le contexte de l'évaluation

Les attentes liées à la certification de compétences ont été rappelées. L'activité de chantier doit permettre d'apporter, aux étudiants, des compétences sur l'organisation (planification, suivi, maîtrise du triangle « coûts, qualité, temps ») et sur l'animation d'équipes.

- Des compétences relatives à l'organisation et la planification des activités de chantier
 - o C22 : Déterminer les différentes tâches
 - o C23 : Planifier les tâches
 - o C25 : Analyser un planning
- Des compétences relatives au pilotage et au suivi de la réalisation
 - o C12 : Concevoir une procédure
 - o C29 : Exercer une responsabilité hiérarchique
- Des compétences relatives à la réalisation et au contrôle du chantier
 - o C26 : Contrôler la conformité d'un produit
 - o C30 : Ordonnancer des interventions de maintenance
 - o C31 : Intervenir sur une installation

Il a été précisé aux équipes de professeurs que la richesse technique et technologique du chantier n'est, ne sera pas l'élément important pour caractériser l'activité de chantier qui sera évaluée. Certes, cette activité devra s'attacher à reproduire tout ou partie des activités ou tâches professionnelles suivantes :

ACTIVITÉS
Étude technique et économique d'une affaire ou d'un projet
Planification, suivi technique et maîtrise des coûts d'une affaire ou d'un projet
Animation et coordination d'équipe dans le cadre d'un chantier ou d'un projet
Maintenance ou service après vente d'un ouvrage, d'un produit ou d'un moyen de production
Relations clients - fournisseurs (internes et externes)

Tâches professionnelles associées
T1.4 : Réaliser les dossiers techniques de fabrication et d'exécution de chantier
T3.1 : Programmer et assurer le suivi de la réalisation de prototypes et d'essais
T3.2 : Assurer le suivi de l'ensemble du cycle achat-vente, depuis la prescription jusqu'à la facturation
T3.3 : Organiser l'ordonnancement, la logistique et la gestion des flux de matière d'œuvre à partir des prévisions de commandes et des moyens matériels disponibles
T3.4 : Préparer, planifier l'intervention sur un chantier une installation ou un équipement
T3.5 : Suivre les coûts, les délais et la qualité de réalisation, dans le cadre d'une gestion de projet
T3.6 : Rechercher et décider du recours à la sous-traitance
T4.1 : Assurer la responsabilité hiérarchique dans le cadre d'un projet ou d'une réalisation
T6.1 : Organiser des interventions préventive ou curative, locales ou à distance
T6.2 : Réaliser les réglages, corrections, expertises et dépannages sur une installation
T7.4 : Informer le client sur l'état d'avancement des travaux

Mais il s'agit bien, comme dans le cas des contextes professionnels décrits pour illustrer ces activités et tâches professionnelles autour de la gestion de chantier, d'évaluer des compétences dans un contexte où la diversité des moyens à mobiliser et des contraintes sont les véritables facteurs à privilégier dans la caractérisation des situations d'évaluations :

Contraintes de santé, de sécurité et d'environnement :

- travaux en hauteur
- travaux en environnement extérieur
- travaux dans un atelier de production

Contraintes temporelles :

- délai fixé pour une tâche
- début d'une tâche à une date donnée
- fin des travaux à une date donnée

Contraintes matérielles :

- disponibilité ou indisponibilité passagère du matériel
- quantité limitée du matériel ou ressource matérielle unique

Contraintes humaines :

- qualification des intervenants
- habilitation des intervenants
- disponibilité des intervenants

6. Illustration d'un chantier mené avec des étudiants de BTS Electrotechnique

Profitant de travaux de rénovation et d'une phase de travaux portant sur la mise en conformité de l'installation électrique d'une partie du plateau technique d'électrotechnique, l'équipe pédagogique du Lycée CARNOT d'ARRAS a anticipé la phase d'apprentissages des étudiants vis-à-vis de l'acquisition de compétences et a pris l'initiative de créer une activité pédagogique de gestion de chantier.

Sur la base d'un cahier des charges élaboré par l'équipe pédagogique, ce chantier a consisté à apporter des modifications sur 6 tables de manipulations identiques d'électrotechnique et d'essais de systèmes.

CAHIER DES CHARGES :

- mise en conformité avec la norme
- changement des tensions disponibles pour une meilleure adaptation aux travaux pratiques

Modifications à faire :

- 1- suppression de l'alimentation 220V continu variable

- 2- ajout d'un voyant de signalisation de présence tension sur le pupitre
- 3- ajout d'une double prise de courant II + PE 16A restant toujours sous tension avec sécurité "informatique"
- 4- ajout d'une prise de courant triphasé III + N + PE 20A
- 5- modification de l'alimentation des anciennes prises de courant II + PE 16A: commandées avec la mise sous tension de la table
- 6- ajout d'une alimentation 230V III + N + PE issue d'un CANALIS 230V triphasé disponible sur bornes 4mm sur pupitre latéral avec signalisation de présence tension 230V sur ce pupitre

Réception des travaux :

- Par contrôle complet de chaque table
- Certification par un organisme de contrôle mandaté

Documents fournis :

- le dossier élaboré : plans, schémas et nomenclature
- le planning de disponibilité des intervenants
- le rappel du rôle du chargé de travaux
- le rappel du rôle d'un exécutant

Conformément aux recommandations pédagogiques, le chantier a été organisé autour de contraintes

Contraintes de sécurité et d'environnement :

- travaux dans une salle recevant du public (élèves et étudiants)

Contraintes temporelles :

- commencer les travaux le plus vite possible
- durée des travaux la plus courte possible

Les élèves, étudiants et professeurs devaient pouvoir réutiliser la salle le plus vite possible, celle-ci devait redevenir fonctionnelle très vite

Contraintes matérielles :

- quantité limitée du matériel pour réaliser les opérations

Les étudiants ne disposaient pas de matériels en 6 exemplaires pour les réalisations attendues, pour mener de front les modifications sur les 6 tables, de façon simultanées (opérations de découpage, perçage, collage et rivetage).

Contraintes humaines :

- tenir compte de la faible qualification des intervenants
- habilitation des étudiants en cours, titulaire de l'habilitation B1V uniquement

Contraintes économique

- réaliser les travaux au moindre coût : le budget était limité. Il a été prélevé sur les fonds propres de l'EPL, ayant été évalué à 150 euros par table.

Cette expérience est largement décrite dans ce numéro par un article rédigé à l'initiative de cette équipe pédagogique. Les responsables de l'Entreprise LESOT qui ont assisté à cette présentation ont largement plébiscité l'adéquation entre leurs préoccupations et activités quotidiennes en gestion de chantier et les compétences développées et mise en œuvre dans le cadre de cette action de formation et d'évaluation.

7. L'apport d'un logiciel de Gestion de Projet à cette activité de chantier

Deux équipes pédagogiques de l'Académie ont expertisé les logiciels OPENWORBENCH et GANTT PROJECT pour apporter une réponse quant aux possibilités offertes de mobiliser un logiciel pour organiser un chantier. Ces logiciels offrent l'avantage d'être libre de droit. Ils sont facilement téléchargeables et peu gourmands en ressources informatiques. Il existe actuellement sur le marché d'autres logiciels libres de droit qui n'ont pas fait l'objet de cette même expertise mais qui pourraient également convenir. Il s'avère que le logiciel GANTT PROJECT est partiellement utilisé par des équipes pédagogiques pour organiser, suivre, gérer des projets dans le cadre d'autres BTS, il était pertinent de se reposer sur cette expérience acquise. La stratégie consistant à faire appel à des progiciels de gestion intégrés en formation, type E.R.P, pour mettre en réseau l'ensemble des données et ressources n'est pas abandonnée. La réflexion suit son cours.

Pour permettre une mise en œuvre d'un logiciel de gestion de tâches, l'équipe du Lycée EPID de DUNKERQUE s'est chargée de l'évolution de la version actuelle de GANTTPROJECT pour l'adapter à la gestion de chantier en BTS ELECTROTECHNIQUE. Car les chantiers à organiser en BTS ELECTROTECHNIQUE sont basés sur des plages horaires de 8h qui seront vraisemblablement décomposés en 2 plages horaires de 4 heures si l'on tient compte de l'organisation horaire des emplois du temps des étudiants et professeurs.

Et la décomposition d'un chantier en activités amène à gérer des tâches dans le planning de GANTT de l'ordre d'une dizaine de minutes. Or les logiciels OPENWORKBENCH et GANTTPROJECT, dans leurs versions actuelles, ne permettent la construction de diagramme de GANTT que sur une base temporelle de 1 journée au mieux. Actuellement il existe peu d'outils logiciels ayant la possibilité de configurer des tâches sur une base de temps aussi fine.

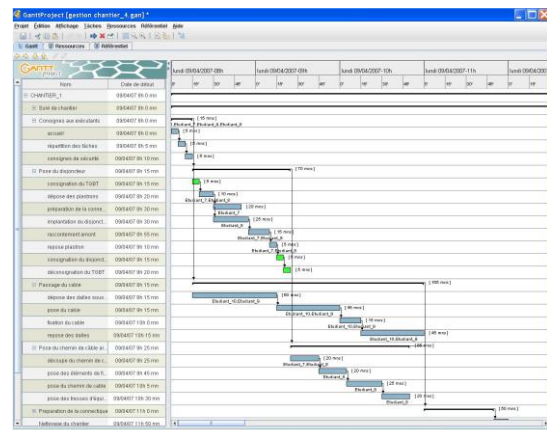
La solution a consisté à modifier quelque peu le code de ces outils open source. Le code JAVA de GANTTPROJECT a été modifié pour finalement arriver à une décomposition de la base horaire au niveau de la minute.

Ces modifications n'ont pas été simples à concrétiser. L'évolution de la base horaire impliquait des modifications importantes dans la gestion de l'affichage et de l'impression. De plus il fallait envisager de mettre au point la gestion des WE et des jours de congé, ainsi que sur le diagramme PERT qui nécessitait d'être modifié. Un autre problème est apparu : la gestion des délais entre les tâches éloignées (1 à 2 semaines) qui s'avère délicate dans un codage à la minute ...

Il faut noter aussi que le passage d'une base de temps à la journée à une base de temps à la minute multiple la charge de travail du PC par 60x24. Ceci se fait sentir cruellement s'il on veut traiter des phases de travail supérieures à la demi journée, mais compte tenu des contraintes de la gestion de chantier, cela est resté acceptable à condition de limiter les zooms et scrolling du logiciel.

Cette version du logiciel téléchargeable sur le site académique de LILLE est en cours de tests pour valider ses performances et débusser les bugs ! Un travail important pour les enseignants, concernant l'édition des "convocations des étudiants" peut être soulagé pour l'informatisation de cette tâche dans le logiciel. Cette fonctionnalité est en cours d'implémentation.

L'image suivante montre l'évolution significative de la version initiale de GANTTPROJECT

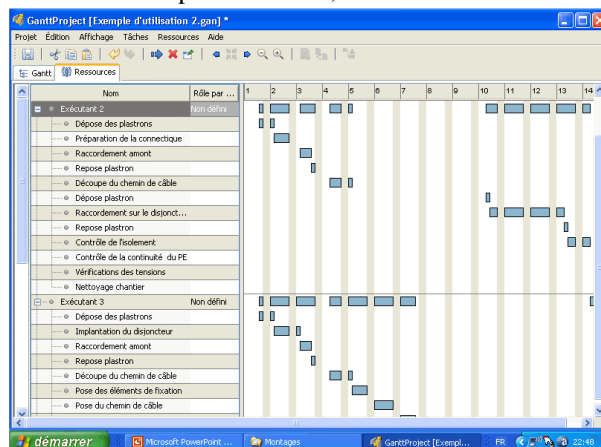


Pour permettre aux équipes de professeur de prendre en main ce logiciel, l'équipe du Lycée E.COUTEAU de ST AMAND les EAUX s'est chargée de construire un didacticiel pour faciliter l'appropriation des principales fonctionnalités du logiciel.

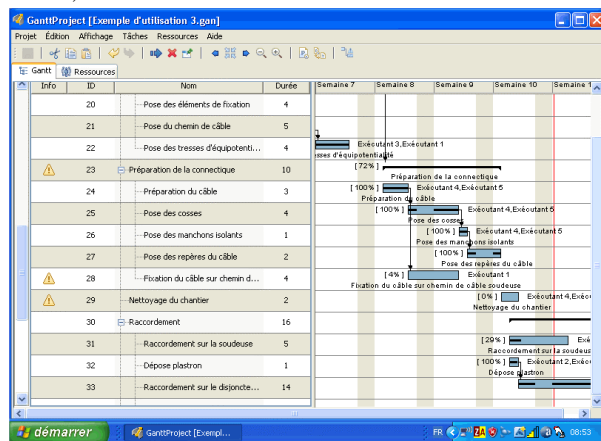
Leur intervention a porté sur l'installation et prise en main du logiciel, les fonctionnalités principales et secondaires, la mise en œuvre : facilités et difficultés identifiées, les avantages et inconvénients de ce logiciel quant à la formation, l'évaluation en CCF des étudiants.

Mais également, sur le traitement de l'exemple exposé dans les repères pour la formation (installation d'une soudeuse à point) qui a servi de fil conducteur à leur présentation (chantier 1 dans le §6.3 Organisation de chantier). Pour finalement Sur la base de l'expertise réalisée, ouvrir la discussion avec les collègues concernant la formation des étudiants.

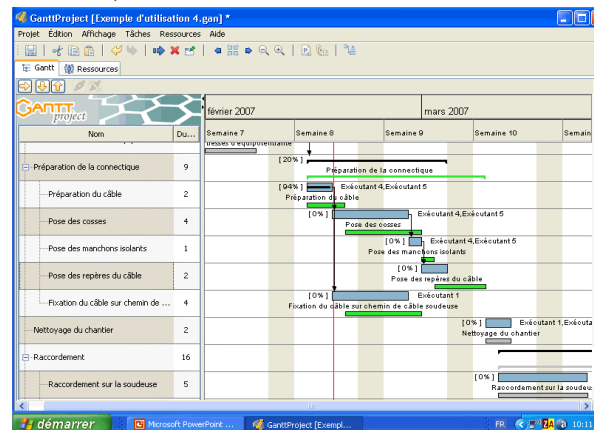
Ainsi les professeurs de Génie Electrique ont découvert les fonctionnalités de ce logiciel et ses fonctionnalités pour créer une liste de tâches, obtenir une représentation du projet sous forme de diagramme P.E.R.T., créer et visualiser les dépendances, gérer les ressources, lister les tâches par ressources,



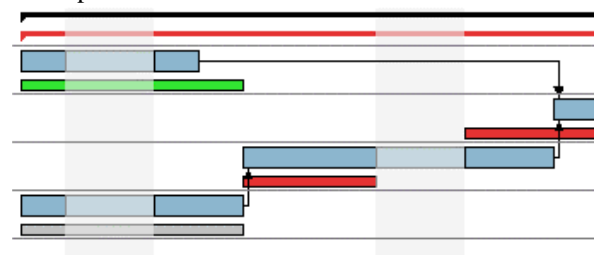
visualiser l'état d'avancement du projet, faire apparaître les alertes pour les retards vis-à-vis de l'échéancier initial,



Identifier les propriétés de chaque tâche (délai d'avancement ou de retard), temps d'utilisation de la ressource, ...



A noter que le logiciel GANTTPROJECT permet d'effectuer un suivi de chantier en faisant apparaître le projet en cours de réalisation et le projet initial enregistré sur le même diagramme de GANTT. Il est ainsi possible de visualiser si la tâche courante est en avance, en retard sur le prévisionnel.



Ce logiciel offre l'opportunité d'exporter des fichiers au format HTML, JPEG ou PDF. Sa gratuité et sa mise à jour régulière des ses fonctionnalités, ainsi que sa compatibilité avec d'autres logiciels, lui confèrent une nette préférence à d'autres logiciels.

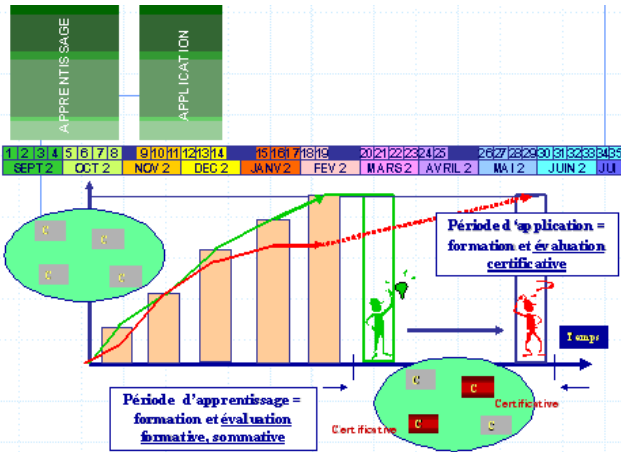
En conclusion il a été rappelé que l'utilisation d'un logiciel de planification était un point important dans la période de formation dédiée à l'organisation de chantier. Toutefois, compte tenu de la complexité de ce type de logiciel, il ne s'agissait pas d'exiger des étudiants d'en être des spécialistes mais d'avoir une vue globale des possibilités offertes par cet outil, de savoir l'utiliser dans les situations de chantier, de projets, qu'il était donc pertinent de le mobiliser au travers de la formation et des activités d'apprentissages, de TP dès la première année.

Le projet, élément important de la formation de deuxième année, mettra à profit les outils utilisés durant l'organisation de chantier et complètera la formation des futurs techniciens supérieurs avec les outils de démarche de projet.

8. L'organisation de cette épreuve sur le site de formation.

L'activité de chantier comportera 2 phases :

- Une phase de préparation
- Une phase d'application



Une phase d'apprentissage menée dès la rentrée de la 2^{de} année de façon à pouvoir commencer la phase d'évaluation dès la rentrée des vacances d'Automne.

Durant cette période, les étudiants doivent conforter les apprentissages acquis durant la première année ou acquis spécifiquement au cours de cette période :

- préparation de la phase d'organisation, de planification d'un chantier,
 - Elaboration d'un planning prévisionnel ;
 - Elaboration d'une demande de prix de délais ;
 - Attribution de ressources ;
 - Prise en compte des délais ;
 - Utilisation d'un logiciel de planification ;
 - Préparation de l'activité chantier : réception des constituants, préparation matérielle, préparation des consignes de sécurité, préparation des fiches de travaux par intervenants
- préparation de la phase de pilotage et de réalisation du chantier.
 - Mise à jour d'une planification ;
 - Contrôle des écarts entre le réel et le prévisionnel ;
 - Recherches de solutions et d'actions possibles
 - Elaboration d'une fiche recette pour la réception d'un chantier ;

Ces apprentissages méritent d'être abordés au travers d'exemples vécus de chantier. Les chantiers de l'année n-1 pourront utilement servir de support à ces apprentissages.

Une phase d'application support de l'évaluation de l'activité de chantier, se déroulera dès le retour des vacances d'Automne et devra être terminée avant les vacances de fin d'année.

Phase « organisation – planification » (8 H) :

- Élaborer le planning prévisionnel ;
- Estimer, attribuer, répartir, réserver des ressources ;
- Élaborer différentes fiches de travaux par intervenants ;
- Rédiger des consignes de sécurité.

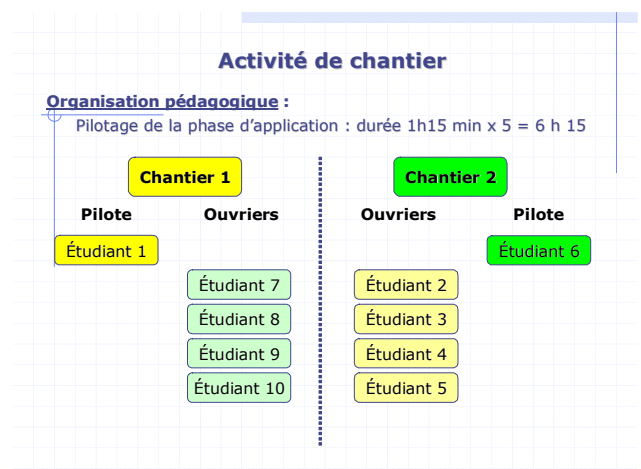
Phase « pilotage - suivi de réalisation » (8 H) :

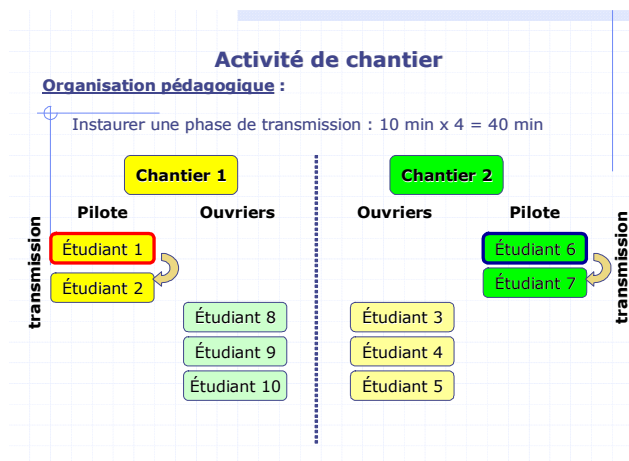
- Encadrer la réalisation ;
- Transmettre des consignes ;
- Mettre à jour la planification.

Phase « réception et contrôle de l'équipement » : (4H) :

- Établir le bilan faisant apparaître les écarts de temps de réalisation et de qualité de la réalisation ;
- Procéder à la réception de l'équipement suivant la procédure de réception.

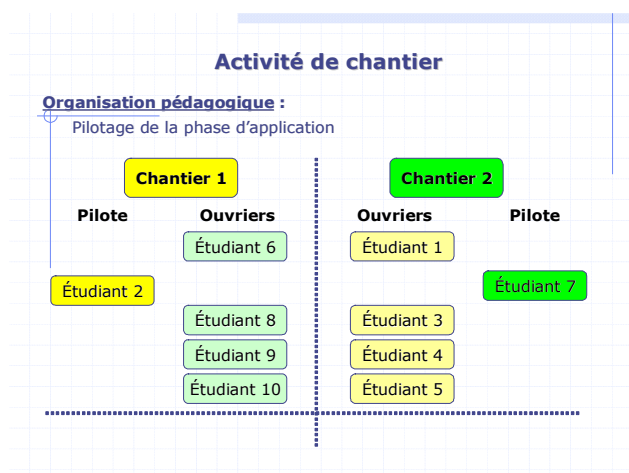
Il a été rappelé que les travaux seront réalisés par les étudiants d'un autre chantier lorsque ceux-ci ne seront pas pilote de leur propre chantier suivant l'organisation suivante ci après décrite.




Conclusion :

Cette journée a permis aux professeurs de l'Académie de mieux percevoir les attentes et les modalités d'organisation de cette épreuve. Dans le cadre du Plan Académique 2007-2008, une nouvelle journée sera consacrée au retour d'expériences, à la mutualisation des chantiers organisés à l'initiative des équipes qui encadreront ces activités de chantier.

Avec mes remerciements aux équipes des lycées CARNOT ARRAS : MM LONGBIEN, CITERNE et VANDEVILLE, Lycée E COUTEAU ST AMAND : MM DELCROIX et LHERMEROUT, Lycée EPID DUNKERQUE : MM TURPIN et VIENNE pour leurs contributions.



Organisation et gestion de chantier

Frédéric VANDEVILLE et Jean-François LONGBIEN

Lycée Lazare Carnot BP918 62022 Arras Cedex

Résumé : *L'article proposé traite de l'activité d'organisation de chantier menée en 2^{ème} année de BTS Electrotechnique ; il présente :*

- *un exemple d'une organisation de chantier en contexte professionnel développé par l'entreprise LESOT de SAINT LAURENT BLANGY (Pas-de-Calais) lors de la journée d'étude du 30 mars 2007 à Longuenesse : nous remercions MM Leclercq et Bruneau de leur précieuse participation*
- *une activité de gestion de chantier proposée à titre expérimental par l'équipe pédagogique du Lycée Carnot d'ARRAS (académie de LILLE)*

1. Gestion de chantier en contexte industriel :

« des appels d'offres à la gestion de chantiers industriels »

Il apparaît intéressant de lister de manière chronologique les différentes étapes d'obtention et de suivi d'affaires afin de faire le lien avec la formation et l'évaluation en CCF des étudiants

1.1. Prise d'affaires

La prise d'affaires s'effectue à partir :

- d'appels d'offres publics
- d'appels d'offres privés : consultation du Maître d'Ouvrage ou du Maître d'œuvre

Le temps passé au devis, le coût et la sélection des chiffrages dépendent de critères tels que :

- client récurrent ou non
- intérêt stratégique : travaux futurs, travaux urgents
- connaissance de l'architecte, du maître d'œuvre
- situation géographique du chantier
- état de la concurrence
- charge de travail et disponibilité du « bureau d'études », des monteurs

Les étapes suivantes sont :

- le retrait du dossier et la prise en compte de pièces telles que le CCTP (cahier des clauses techniques particulières)
- pour chaque devis, détermination du prix de revient :

- * consultation (matériel)
- * estimation main d'œuvre
- * optimisation étude

pour arriver à un prix de vente incluant :

- * la main d'œuvre avec déplacement
- * les matériels
- * les études de prix et de réalisation

* le suivi de ce chantier

* les frais annexes

et aboutir à la remise de l'offre : qualifications, références, documentation

La négociation permet d'aborder des points particuliers tels que :

- variantes techniques et/ou économiques
- rabais commercial

1.2. Réalisation (aspects administratifs)

Lorsque l'affaire est obtenue, les aspects administratifs suivants sont abordés :

- réception de la commande du client : création affaire et budget affaire
- visite d'inspection commune avec le coordinateur sécurité
- formalités administratives : dossier sécurité, PPSPS (plan particulier de sécurité et de protection de la santé), constitution des équipes selon habilitations électriques...
- suivi des dépenses
- règlement des factures fournisseurs
- situations mensuelles, encaissements
- établissement de devis de travaux supplémentaires ou modificatifs
- réception des ouvrages, signature PV

1.3. Réalisation (aspects techniques)

Parallèlement aux points précités, les aspects techniques suivants sont abordés :

- lancement des études de réalisation : calculs, plans, synoptiques,
- consultation matériel, négociation d'achats, lancement des approvisionnements

- établissement d'un planning avec répartition des tâches
- constitution des équipes et affectation du personnel
- planification et contraintes de livraison du matériel
- mise en œuvre avec outillage adéquat
- suivi de chantier, relation avec les équipes
- réunion de chantier, prise en compte des comptes-rendus, relations avec les autres corps d'état
- mise en service et essais avec constructeurs ;
- contrôle avec le bureau d'études, coordinateur sécurité.

1.4. Aléas

L'organisation d'un chantier doit anticiper les problèmes existants tels que :

- la co-activité avec les autres corps d'états
- l'occupation conjointe des lieux

ou pouvant survenir :

- problèmes de livraison
- vol, malveillance,
- non respect des plannings ou des engagements
- non respect des ouvrages exécutés

1.5. Liaison avec la gestion de chantier en BTS Electrotechnique

L'examen des points abordés précédemment fait apparaître la concordance avec la formation prévue en 2^{ème} année du BTS Electrotechnique ; on peut les classer en 3 catégories :

1.5.1. Les tâches du chargé d'affaires (professeur):

- **formalités administratives** : dossier sécurité, PPSPS (plan particulier de sécurité et de protection de la santé)
- **études de réalisation** : calculs, plans, synoptiques,
- **constitution des équipes et affectation du personnel**
- **contraintes de livraison du matériel**
- **réception des ouvrages, signature PV**

Conclusion :

Le chargé d'affaires est responsable de l'ensemble :

- il supervise tout le personnel.
- il distribue le travail aux chargés de chantier et organise leur planning d'intervention
- il fournit tous les documents de travail
- il fournit les ressources humaines (exécutants) en fonction de la demande du chargé de travaux

- il fournit les ressources matérielles selon disponibilité

- en tant que PROFESSEUR, il évalue dans le cadre du CCF

1.5.2. Les tâches du responsable de travaux ou chargé de chantier (étudiant)

- **établissement d'un planning** avec répartition des tâches
- **prévision** des ressources humaines
- **planification** et contraintes de livraison du matériel
- **mise en œuvre** avec outillage adéquat
- **suivi de chantier, gestion des aléas** en liaison avec le chargé d'affaires (professeur)
- **sécurité** des exécutants
- **mise en service et essais** ; contrôle avec le bureau d'études (représenté par le professeur)

Conclusion :

Le chargé de chantier est responsable de son chantier:

- il prévoit et distribue le travail aux exécutants suivant leurs disponibilités
- il leur fournit les documents de travail
- il assure l'approvisionnement du chantier en temps voulu
- il supervise le travail des exécutants.
- il assure la sécurité
- il gère les problèmes en temps réel
- il fournit un compte rendu au chargé d'affaires
- il assure la réception du chantier

-en tant qu' ETUDIANT, il est évalué dans le cadre du CCF

1.5.3. Les tâches des exécutants (groupe d'étudiants)

L'exécutant est responsable de son travail et de sa sécurité

- il réalise les travaux
 - *conformément au dossier de réalisation fourni
 - *dans les règles de l'art
 - *dans le temps imparti
 - il respecte les consignes de sécurité
 - il participe à la réception du chantier
 - il participe au nettoyage de fin de chantier
- il n'est pas évalué dans le cadre du CCF**

2. Activité de gestion de chantier au Lycée Carnot d'Arras (académie de Lille)

Il s'agit d'exposer l'organisation de l'activité adoptée par l'équipe pédagogique du Lycée Carnot d'Arras au travers de la présentation:

- du travail du professeur (chargé d'affaires)

- du contenu d'un dossier « sujet de chantier »
- du travail demandé à l'étudiant (chargé de chantier)
- de l'organisation de la rotation des étudiants lors du CCF
- d'un exemple de chantier

2.1. Travail du professeur (chargé d'affaires)

La conclusion du §151 permet de définir la préparation à effectuer par le professeur responsable de la formation et de l'évaluation :

- **étudier la faisabilité**
- **respecter le cadre proposé par le « RPF »**
- **disposer du dossier technique**
 - *sans litige technique
 - *nomenclature faite
- **préparer le plan de sécurité global**
- **préparer le matériel** pour le rendre disponible au magasin
- **préparer l'outillage** pour le rendre disponible au magasin
- **préparer le planning prévisionnel** du chantier
- **mettre à disposition** des chargés de chantier **les documents à remplir**
- **préparer le planning d'intervention** des chargés de chantier
- **présenter le chantier et le rôle de chacun**
- **suivre l'évolution** du chantier
- **exposer la procédure d'évaluation**
- **faire l'évaluation**

2.2. Dossier « sujet de chantier »

Ce dossier est à constituer pour chaque chantier et comprend les rubriques suivantes :

AFFAIRE :

- Référence
- Client
- Professeur (chargé d'affaires)
- Etudiants (chargés de travaux)
- Auteur du dossier technique
- Coût des travaux

CAHIER DES CHARGES

- Description technique des travaux
- Contraintes temporelles
- Contraintes matérielles
- Contraintes environnementales
- Contrainte de compétence des exécutants
- Contraintes de sécurité
- Contraintes en outillage d'électricien
- Contraintes en outillage de chantier

DOSSIER TECHNIQUE DE REALISATION

- Plan architectural
- Schémas de réalisation normalisés
- Notices techniques nécessaires du matériel et de l'outillage

DECOMPOSITION EN TACHES GLOBALES puis ELEMENTAIRES (PERT) et ORGANISATION TEMPORELLE DES ACTIVITES :

- des chargés de chantier
- des exécutants

Ceci afin de contrôler la faisabilité et le travail des chargés de chantier (ces documents restent en possession du professeur)

DOCUMENTS JOINTS A REMPLIR

Pour l'étudiant (chargé de chantier)

- * Liste des tâches globales
- * Liste des tâches élémentaires
- * Fiche des travaux par exécutant
- * Fiche de sécurité par exécutant
- * Fiche de consignation
- * Fiche de réservation (sortie) de matériel par exécutant
- * Fiche de réservation d'outillage par exécutant
- * Fiche de réservation de matériel de chantier
- * Fiche de suivi
- * Fiche de réception des travaux (à compléter par les exécutants)
- * Fiche de mise en service (à compléter par les exécutants)

2.3. Travail demandé à l'étudiant (chargé de chantier)

PREPARATION (semaines 1 et 2)

- **prendre connaissance** du dossier (semaine 1)
- **décomposer le travail** en tâches principales puis élémentaires (PERT)
- **planifier** les interventions (GANTT)
- **remplir les fiches**
 - * des travaux par exécutant
 - * de sécurité par exécutant
 - * de réservation de matériel par exécutant
 - * de réservation d'outillage par exécutant
 - * de réservation de matériel de chantier
- **préparer les fiches**
 - * de réception et de mise en service
 - * du procès verbal de fin de chantier

SUIVI (semaine 3)

- **attribuer** les tâches aux exécutants
- **livrer** le matériel et l’outillage spécifique
- **contrôler**: respect de la qualité et durée de l’intervention
- **résoudre** les problèmes divers (matériel et personnels)
- **mettre à jour** le planning
- **passer le témoin** au pilote suivant

Pour le dernier chargé de chantier

- **nettoyer** le chantier
- **ranger** le matériel et l’outillage

EVALUATION (semaine 3)

- **fournir** les documents de suivi au chargé d’affaire
- **rendre compte** oralement

2.4. Travail demandé aux étudiants (exécutants)

PHASE DE REALISATION

- **réaliser** les tâches confiées par le chargé de travaux
 - * dans le délai prescrit
 - * dans les règles de l’art (maîtrise des techniques de pose, de raccordement et de repérage)
- **assurer sa sécurité**

PHASE DE RECEPTION

- **réaliser** les essais suivant fiche de réception
 - * dans le délai prescrit
 - * dans les règles de l’art
- **assurer sa sécurité**

2.5. Rotation des chargés de chantier (pilotes) et des exécutants

La rotation est organisée pour **2 chantiers menés en parallèle** et comportant **5 personnes** chacun **au maximum**, ce qui concerne **au plus 10 étudiants**.

Chaque exécutant d’un groupe est chargé de chantier (**pilote**) de l’autre groupe pendant une période donnée.

Chaque pilote peut être exécutant de l’autre groupe lorsqu’il est disponible ; il ne peut diriger le chantier que pendant 80 minutes (Cf planning de rotation fig 1).

Le reste de la classe travaille dans le cadre d’une autre activité de façon à :

- limiter le nombre de professeurs de génie électrique (1 par chantier et 1 pour le groupe restant) soit 3 professeurs
- disposer d’étudiants pouvant pallier une absence dans les groupes de chantier (« intérimaires »)

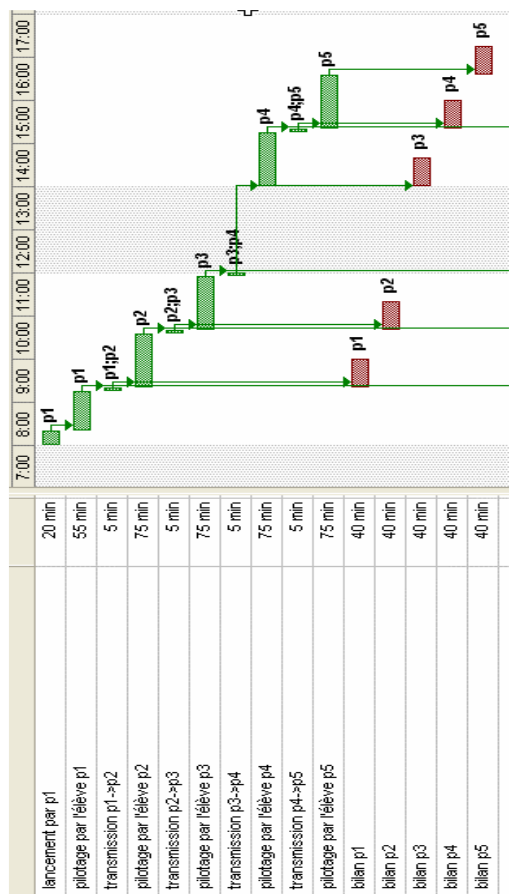


Figure1 : planning de rotation des chargés de chantier (pilotes)

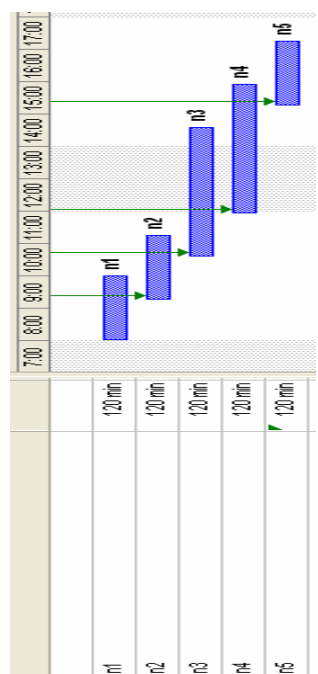


Figure 2 : indisponibilité des exécutants (lorsqu'ils sont pilotes)

2.6. Exemple de chantier et documents associés

Tout le dossier n'est pas exposé ici ; seul un exemple des principaux documents est présenté.

2.6.1. le contexte

Mise à profit des travaux de rénovation et d'actualisation de l'alimentation électrique du lycée
 Modification de la distribution de 2 tables de la salle de TP « machines »

But des travaux:

- mise en conformité avec la norme
- changement des tensions disponibles pour une meilleure adaptation aux travaux pratiques

Contraintes:

- travaux le plus tôt possible (dans l'année scolaire)
- le moins longtemps possible
- pas d'incidence sur les rotations de TP en cours
- avec un budget limité aux fonds propres
- 2 x 4h la semaine scolaire avec un groupe de 10 élèves
- le professeur est chef de chantier
- le dossier technique doit fournir tous les plans ainsi que la nomenclature précise du matériel à installer pour le jour du début des travaux
- la commande de matériel est faite
- *le détail des tâches n'est pas défini*
- *le planning de réalisation n'est pas fait (ces 2 points sont préparés par le professeur)*
- début des travaux: 8h
- fin des travaux: 17h50
- périodes de travail: 8h-12h et 14h-17h50

Le changement de pilote se fera avec transmission des consignes et des informations sur l'avancement des travaux.

La qualité du travail réalisé ne doit pas en subir les inconvénients

Travaux:

- suppression de l'alimentation 220V continu variable
- ajout d'un voyant de signalisation de présence tension sur le pupitre
- ajout d'une double prise de courant II + PE 16A restant toujours sous tension avec sécurité "informatique"
- ajout d'une prise de courant triphasé III + N + PE 20A
- modification de l'alimentation des anciennes prises de courant II + PE 16A: commandées avec la mise sous tension de la table
- ajout d'une alimentation 230V III + N + PE issue d'un CANALIS 230V triphasé disponible sur bornes

4 mm sur pupitre latéral avec signalisation de présence tension 230V sur ce pupitre

2.6.2. Les données

- 1 chantier: 1 table de manipulation à modifier pour 5 étudiants
- le travail ne comporte pas de difficultés techniques
- le dossier de réalisation complet est disponible (déjà réalisé en bureau d'études)
- le matériel nouveau est disponible en magasin
- l'outillage spécifique est disponible à l'atelier
- un PC est disponible , gestion du projet avec logiciel spécialisé (Microsoftproject , Ganttproject...)
- les étudiants exécutants sont compétents:
 - * pour lire un schéma , un plan
 - * pour réaliser un câblage (suivant les règles de l'art)
 - * pour scier, percer du plastique et de la tôle (emporte pièce, perceuse, scie sauteuse)
- les étudiants exécutants
 - * sont habilitables B2V,
 - * ont leur matériel d'électricien

2.6.3. Liste des macro tâches

- 1- présentation du travail par le chargé de chantier aux exécutants
- 2- dépose de la partie alimentation 220V = variable
- 3- modification du pupitre de la table
- 4- modification de l'armoire électrique
- 5- câblage du pupitre latéral
- 6- installation du pupitre latéral
- 7- réalisation du câble d'alimentation 230V triphasé
- 8- raccordement à l'armoire électrique
- 9- réception avant mise sous tension
- 10- remise sous tension
- 11- Nettoyage du chantier

2.6.4. Détail de la macro tâche n°5 « câblage du pupitre latéral » (PERT)

Tâches secondaires	Durée présumée	Niveau de formation à l'habilitation requis	liste de l'outillage
-câbler la puissance, la commande	50 min	B1V	-Outillage d'électricien (personnel) -Jeu de clés -Tournevis
-préparer le câble C12	15 min		
-préparer le câble C8	15 min		
-raccorder les fils en attente de la face avant	30 min		
-raccorder les câbles , laisser en attente	30 min		
-assembler le pupitre (fond et face avant)	15 min		

Figure 3 : détail d'une macro tâche

Donneur d'ordre : Le chargé de chantier M Martin		FICHE DE RESERVATION D'OUTILLAGE à remplir par le donneur d'ordre (chargé de chantier)	
Date : XX/XX/2007	Nom du chantier : Modification de la distribution de 2 tables de la salle de TP Référence : ch2/2007	Lieu : salle de TP physique A19	
Nature des travaux : Câblage du pupitre latéral	Date(s) de réservation : Le YY/YY/2007	Durée : 8H	
Remarques : aucune			
Désignation		Etat lors de la prise en charge	Etat lors du retour
Au local technique : -jeu de clés plates et à pipe -jeu de tournevis (hors électricien)			
Destinataires : -le chargé d'affaires -les électriciens exécutants			

Figure 6 : réservation d'outillage

Donneur d'ordre : Le chargé de chantier M Martin		FICHE DE SORTIE DE MATERIEL à remplir par le donneur d'ordre (chargé de chantier)	
Date : XX/XX/2007	Nom du chantier : Modification de la distribution de 2 tables de la salle de TP Référence : ch2/2007	Lieu : salle de TP physique A19	
Nature des travaux : Câblage du pupitre latéral	Date(s) de réservation : Le YY/YY/2007	Durée : 8H	
Remarques : aucune			
Désignation		Contrôle avant livraison	Prise en charge
Au magasin: -câbles (C8 et C12) -conducteurs (fils souples 2.5 ² , fils souples 1 ²) -bornes WAGO -embouts -matériel de repérage (bornes et conducteurs) -presse-étoupe -visserie 5 x 25 + écrous H5 -PE 28		Contrôle du bon de commande par le chargé d'affaires	Réception par le chargé de travaux
Destinataires : -le chargé d'affaires -les électriciens exécutants			

Figure 7 : sortie de matériel

Donneur d'ordre : Le chargé de chantier M Martin Exécutant : M Durand		FICHE DE TRAVAUX à remplir par le donneur d'ordre (chargé de chantier) à compléter par les exécutants		
Date : XX/XX/2007	Nom du chantier : Modification de la distribution de 2 tables de la salle de TP Référence : ch2/2007	Lieu : salle de TP physique A19		
Nature des travaux : Câblage du pupitre latéral	Date d'exécution des travaux : Le YY/YY/2007	Horaire : 8H-12h/14h-17h		
Remarques : aucune				
Travaux à effectuer : -câbler la puissance, la commande -préparer le câble 12 -préparer le câble C8 -raccorder les fils en attente de la face avant -raccorder les câbles, laisser en attente -assembler le pupitre (fond et face avant)	Durée estimée -50 min -15 min -15 min -30 min -30 min -15 min	réalisée	contrôlée	
Matériel à prendre en charge -câbles (C8 et C12) -conducteurs (fils souples 2.5 ² , fils souples 1 ²) -bornes WAGO -embouts -matériel de repérage (bornes et conducteurs) -presse-étoupe -visserie 5 x 25 + écrous H5 -PE 28	Outillage à prendre en charge -jeu de clés -tournevis (hors travaux d'électricité)			

Figure 8 : fiche de travaux

Donneur d'ordre : Le chargé de chantier M Martin	FICHE DE SECURITE à remplir par le donneur d'ordre (chargé de chantier)	
Date : XX/XX/2007	Nom du chantier : Modification de la distribution de 2 tables de la salle de TP Référence : ch2/2007	Lieu : salle de TP physique A19
Niveau de tension : BTA Niveau d'habilitation requis : B1V	Date(s) de réservation : Le YY/YY/2007	Horaire : 8H-12h/14h-17h
Dangers particuliers : La table est hors tension, consignée et la zone de travail est balisée sous la responsabilité du chargé de chantier ; pas de danger particulier		
Equipement de sécurité (cocher les cases retenues)		
Protection individuelle <input type="checkbox"/> casque isolant anti-choc à visière anti-UV <input type="checkbox"/> gants de travail et gants isolants avec étui <input type="checkbox"/> vêtement de protection en coton		
Equipements collectifs <input type="checkbox"/> écran de protection <input type="checkbox"/> banderole de balisage de zone <input type="checkbox"/> pancarte d'avertissement de travaux	Equipements individuels <input type="checkbox"/> cadenas <input type="checkbox"/> macaron de consignation <input type="checkbox"/> outils isolants <input type="checkbox"/> tapis isolant	

Figure 9 : fiche de sécurité

Donneur d'ordre : Le chargé de chantier M Martin Exécutant : M Durand	FICHE DE RECEPTION à remplir par le donneur d'ordre (chargé de chantier) à compléter par les exécutants	
Date : XX/XX/2007	Nom du chantier : Modification de la distribution de 2 tables de la salle de TP Référence : ch2/2007	Lieu : salle de TP physique A19
Nature des travaux : Câblage du pupitre latéral	Date d'exécution des travaux : Le YY/YY/2007	Horaire : 8H-12h/14h-17h
Remarques : aucune		
Contrôle: -contrôle du respect des règles de l'art (câblage) -contrôle des tensions câble C8 (niveau de tension et ordre des phases) -contrôle des tensions câble C12 (niveau de tension et ordre des phases) -contrôle des tensions amont disjoncteur Q5 (niveau de tension et ordre des phases)....	attendu	relevé
Dangers particuliers : Mesurages table sous tension , consignation des départs non concernés par le contrôle		
Niveau de tension : BTA	Niveau d'habilitation requis: B1V	
Equipement de sécurité (cocher les cases retenues)		
Protection individuelle <input type="checkbox"/> casque isolant anti-choc à visière anti-UV <input type="checkbox"/> gants de travail et gants isolants avec étui <input type="checkbox"/> vêtement de protection en coton		
Equipements collectifs <input type="checkbox"/> écran de protection <input type="checkbox"/> banderole de balisage de zone <input type="checkbox"/> pancarte d'avertissement de travaux	Equipements individuels <input type="checkbox"/> cadenas <input type="checkbox"/> macaron de consignation <input type="checkbox"/> outils isolants <input type="checkbox"/> tapis isolant	

Figure 10 : réception des travaux

Donneur d'ordre : Le chargé de chantier M Martin Exécutant : M Dupuis	FICHE DE MISE EN SERVICE à remplir par le donneur d'ordre (chargé de chantier) à compléter par les exécutants		
Date : XX/XX/2007	Nom du chantier : Modification de la distribution de 2 tables de la salle de TP Référence : ch2/2007	Lieu : salle de TP physique A19	
Nature des travaux : Câblage du pupitre latéral	Date d'exécution des travaux : Le YY/YY/2007	Horaire : 8H-12h/14h-17h	
Remarques : aucune			
-Fermeture du disjoncteur Q5 , contrôle des tensions aval disjoncteur Q5 (niveau de tension et ordre des phases)- -Commande du contacteur , contrôle des tensions de sortie		réalisée	contrôlée
Dangers particuliers : Mesurages table sous tension , consignation des départs non concernés par le contrôle			
Niveau de tension : BTA		Niveau d'habilitation requis: B1V	
Equipement de sécurité (cocher les cases retenues)			
Protection individuelle - <input type="checkbox"/> casque isolant anti-choc à visière anti-UV - <input type="checkbox"/> gants de travail et gants isolants avec étui - <input type="checkbox"/> vêtement de protection en coton			
Equipements collectifs <input type="checkbox"/> écran de protection <input type="checkbox"/> banderole de balisage de zone <input type="checkbox"/> pancarte d'avertissement de travaux		Equipements individuels <input type="checkbox"/> cadenas <input type="checkbox"/> macaron de consignation <input type="checkbox"/> outils isolants <input type="checkbox"/> tapis isolant	

Figure 11 : mise en service

2.7. Conclusion : commentaires sur le déroulement des travaux

Concernant les exécutants :

- les exécutants perdent du temps au début de leur prise de fonction ; en outre, ils font ce travail pour la première fois : il faut en tenir compte dans la gestion du planning

- les travaux ne sont pas toujours conformes, notamment l'aspect « règles de l'art » : le professeur doit être vigilant

- en cas d'absence, il faut pouvoir faire un remplacement par un « intérimaire » pris dans le groupe d'élèves non concernés par les chantiers

-la difficulté est de minimiser le retard pris par les exécutants ; s'il n'est pas essentiel pour l'évaluation, cela devient plus gênant lorsque le travail doit être exploité immédiatement

Concernant les chargés de chantier :

- la décomposition en tâches élémentaires est assez difficile : il est important de l'exercer avant la période de formation au travers d'autres activités de construction (notamment en 1^{ère} année)

-en cas de difficulté dans l'établissement de l'enchaînement des tâches (PERT et GANTT), le professeur doit disposer d'une solution préparée : ceci évite aux étudiants d'être pénalisés 2 fois (en préparation et en exécution de chantier) dans le cadre de l'évaluation

- le passage de témoin d'un pilote à l'autre peut être délicat pour certains de part leur difficulté à communiquer oralement

- le suivi de la qualité est assez difficile, les chargés de chantier n'ayant pas plus d'expérience que les exécutants : c'est bien souvent le professeur qui assure le suivi et transmet ses constats aux étudiants

- les documents à remplir doivent être clairs ; ils nécessitent un entraînement préalable pour que les étudiants ne perdent pas de temps à les décoder

Concernant le professeur :

- la gestion du temps est primordiale : tout le matériel doit être prêt, ainsi que la logistique afin d'éviter les prises de retard

- le dossier technique doit être sans faille : pas de modification de dernière minute

- comme dans tout chantier, le nombre d'exécutants est variable en fonction de l'avancement des travaux (exemple, lors de la réception du chantier, 2 exécutants suffisent) : la répartition du travail sur 5 personnes durant tout le chantier peut être difficile à faire

- le choix du chantier doit permettre l'activité simultanée de 5 personnes (1 chargé de chantier et 4 exécutants), donc géographiquement présentes sur le même site : il faut éviter de les faire travailler sur une seule armoire

- malgré toute bonne préparation, il faut envisager le cas où le chantier n'est pas terminé et prévoir un temps (hors évaluation) de finition

Cette activité est d'une grande importance pour structurer les étudiants dans leur façon de travailler et leur permettre d'être plus efficaces

Enjeux, défis et activités pédagogiques au lycée César Baggio de Lille.

HERVE DESCAMPS - Professeur de Génie électrique – descampsherve1@wanadoo.fr

GIUSEPPE GALASSO - Professeur de Génie électrique – g.galasso@free.fr

FRANÇOIS LEMAN - Professeur de Physique Appliquée – f.leman@free.fr

RICHARD MOUYAL - Professeur de Génie électrique - richard.mouyal@skynet.be

Résumé : dans le cadre de la réforme du BTS Electrotechnique, et en réponse aux difficultés croissantes d'attractivité de notre filière, nous vous proposons une expérience originale, en cours de réalisation au lycée Baggio de Lille.

Voici comment nous avons décidé de réaliser des "projets" avec des étudiants de 1ère et 2ème année TS Electrotechnique autour de la production des énergies renouvelables, et plus précisément du photovoltaïque.

L'histoire commence, à l'initiative d'un enseignant de physique appliquée, François Leman, membre de l'association « DIOKKO » de Villeneuve d'Ascq qui se consacre depuis des années au développement rural en Afrique. Le projet consiste à électrifier à l'aide de panneaux photovoltaïques l'école du village « BONABA » au Sénégal (Projet N°1).



Pour sensibiliser le plus grand nombre d'étudiants, un ensemble de projets techniques en relation avec les systèmes photovoltaïques a été développé :

Une installation similaire à celle installée au Sénégal est réalisée au lycée Baggio par les étudiants de seconde année de BTS Electrotechnique accompagnés par des élèves de 1ère année (Projet N° 2).

Une autre installation permettant l'étude des différentes technologies de panneaux photovoltaïques est présentée par les élèves de 2ème année BTS lors de l'épreuve professionnelle de synthèse en juin 2007 (Projet N°3).

Les deux projets techniques réalisés au lycée l'ont été pour répondre aux questions que nous nous sommes posées lorsque nous avons rencontré des industriels du secteur :

- Comment préparer les élèves pour qu'ils soient efficaces au Sénégal ?
- Quel type de panneaux photovoltaïques doit-on choisir pour tenir compte de l'influence de la température sous les tropiques ?
- Quelles sont les différentes fonctions d'un régulateur solaire ?
- Peut-on utiliser des batteries de voiture ou de camion afin de réduire le coût de l'installation ?

Projet N°1 : LUMIERES SUR BONABA – SENEGAL chantier d'électrification de l'école suivi par Mr Galasso et Mr Leman .

Le village de Bonaba est situé dans une zone de dunes entre l'océan Atlantique et le lac de Retba dit «lac rose». Il est situé à 40 km au nord de DAKAR.

Il n'est équipé ni en électricité, ni en eau potable. L'eau douce est fournie par des puits, mais en quantité très limitée. Les familles, en majorité de la tribu des Peuls, sont très pauvres et le revenu par famille est d'environ un à deux euros par jour.



LES PROBLEMES A RESOUDRE !

Le village n'étant pas électrifié, les enfants qui fréquentent l'école ne peuvent pas travailler en dehors des heures scolaires d'autant plus, que la plupart d'entre eux doivent réaliser des tâches agricoles notamment l'arrosage dans les champs cultivés par leur famille.

Le niveau scolaire de l'école est trop faible pour que les enfants puissent entrer au collège. Certains parents ne ressentent pas l'intérêt d'envoyer leurs enfants à l'école car ils ne vont pas réussir leur scolarité.

Nous nous sommes intéressés aux systèmes d'éclairage utilisés par les villageois : bougies, lampes au kérosène. Ils sont peu efficaces et polluants.

LES OBJECTIFS GENERAUX.

☞ L'électrification par panneaux photovoltaïques de l'école du village afin :

- de permettre l'accès des élèves et d'organiser des cours d'alphabétisation pour les femmes le soir ;
- de faciliter le travail de correction et de préparation des cours par les maîtres ;
- d'améliorer le niveau des élèves notamment en français et en calcul par l'animation de la bibliothèque (donner envie de lire, lecture par thème, rédaction à faire après la lecture d'un livre).
- de faire découvrir le monde extérieur aux enfants (voir des habitants du village) par le biais de la télévision.

☞ La mise en place d'un équipement pour recharger les batteries.

Nous voulons développer une activité économique grâce à la recharge de téléphone portable, de batterie, à la fabrication et à la vente de lampes à diodes. Ces activités doivent permettre de pérenniser le système.

☞ La formation de quelques jeunes du village en leur donnant des notions d'électricité pour l'entretien du matériel solaire (batteries, panneaux), pour l'utilisation du chargeur de batterie et la fabrication de lampes.

DEROULEMENT DU PROJET N°1:

☞ Préparation du Projet.

Elle a débutée par une recherche de financement dès le début de l'année 2006. Ce travail nous a permis de rencontrer les différents partenaires régionaux : ADEME, conseil régional, conseil général, ville de Lille ainsi que les entreprises travaillant sur le solaire. Certaines subventions ont été demandées plus d'un an avant le début du projet. Néanmoins, l'attribution très tardive des subventions par les différents organismes nous a posé un gros problème de crédibilité en effet jusqu'en décembre 2006, soit quatre mois avant le début du projet, nous n'avions aucune notification de subvention.

La présentation du projet a été faite aux étudiants de première année de BTS électrotechnique à la rentrée de septembre 2006. Nous voulions que le projet soit porté par les premières années pour avoir un suivi l'année suivante. A cette occasion, une association d'étudiants de BTS a été créée. Des réunions ont été organisées chaque semaine pour faire le point sur la préparation. Les élèves ont été sensibilisés aux différentes facettes du projet :

- La vie dans un pays africain (notamment le Sénégal) : scolarité, structures sociales et économiques ...
- Les relations Nord Sud : coopération, aides techniques, organismes institutionnels et humanitaires...
- L'environnement et le développement durable : les énergies nouvelles et plus particulièrement l'énergie solaire.
- La préparation du séjour (vaccinations, autofinancements,...)
- Les informations et la communication sur le projet (affiches, films, site Internet...).

La préparation a été bénéfique, aussi bien pour les étudiants directement impliqués par le voyage, que pour l'ensemble des élèves de la section électrotechnique. Une dynamique s'est créée par la recherche d'autofinancement : création et vente de calendriers, organisation d'une soirée, repas Sénégalais au lycée, vente de boissons et de pâtisseries (réalisées par des parents) à la journée portes ouvertes, participation au concours EDDEALI des mines de Douai (3ème prix)...

☞ La préparation technique.

Un important travail de préparation a été réalisé par Giuseppe Galasso enseignant de Génie électrique. En effet, dans ce type de projet il est nécessaire d'anticiper et de prévoir le chantier dans le moindre détail (devis, matériel, outillage ...).

Le dimensionnement de l'installation en fonction de la demande de l'instituteur est le suivant :

- 3 panneaux P.V. de 90 Wc permettant d'allumer 18 lampes de 11 W – 12 V pendant 4 heures, une télévision et un magnétoscope pendant 2 heures.
- 2 batteries solaires ouvertes 12 V – 210 Ah garantissant une autonomie de 3 à 4 jours.
- Le régulateur a une intensité nominale de 30 A (courants d'origine solaire et de charge).
- Par souci de sécurité, nous avons choisi de conserver la tension de 12 V pour l'ensemble de l'installation ce qui a nécessité un calcul pointilleux des chutes de tension entre les panneaux photovoltaïques et le régulateur, le régulateur et la batterie ainsi qu'entre le régulateur et les lampes fluorescentes (choix des sections de câbles, positionnement des points lumineux...).
- Un onduleur à onde sinus vrai (MLI) de 200 W permettant d'alimenter la télévision et le magnétoscope.
- Un compteur d'énergie a été ajouté afin de suivre l'évolution de la production de l'installation. Nous avons demandé à l'instituteur de nous envoyer régulièrement les données afin de les étudier. Ces résultats pourront être exploités lors des essais de systèmes.

☞ Avril 2007 : le chantier d'installation du système solaire.

Le chantier d'électrification a duré dix-sept jours avec le nombre d'intervenants prévu c'est-à-dire dix élèves accompagnés de deux enseignants (génie électrique et physique appliquée). Une dizaine de jeunes sénégalais nous a accompagné pendant toute la durée du chantier. Bien qu'agriculteurs pour la plupart, ils étaient très motivés et très intéressés par l'électricité.

Nos étudiants ont encadrés et formés durant tout le séjour ces jeunes « apprentis électriciens »

Chaque élève regroupé en binôme connaissait la tâche qu'il avait à réaliser car le travail avait été réparti et planifié en France.

Le chantier :

- La réalisation de lampes solaires



- L'installation et le branchement des panneaux solaires :



- Le câblage des salles :



- Le câblage et l'implantation du tableau de distribution :



- La réalisation des lampes rechargeables a nécessité le démontage de projecteurs (150 W et 500 W) pour y insérer 3 piles rechargeables de 1,2 V d'environ 4000 mAh et une diode luxéon de 1 W. La charge et la décharge des piles étant limitées par des résistances de 2,2W, une résistance de 5,7 W permet un fonctionnement à puissance réduite (environ 100 mA dans la LED). En réalité, nous avons testé différentes solutions, par exemple : : Une batterie au plomb de 12 V avec un hacheur commandé en courant, qui posera des problèmes de décharges profondes de la batterie. Finalement, nous avons opté pour la solution la plus simple (diode + résistance) qui a été très appréciée par les villageois.

Sachant que le prix des bougies est de 15 cents par jour, et que le prix de revient est d'environ 16 € par lampe, la réalisation semble intéressante. (Les lampes pouvant être rechargées à l'école ou par un petit panneau solaire de 6 V de quelques Wc dont le prix est d'environ 15 €).

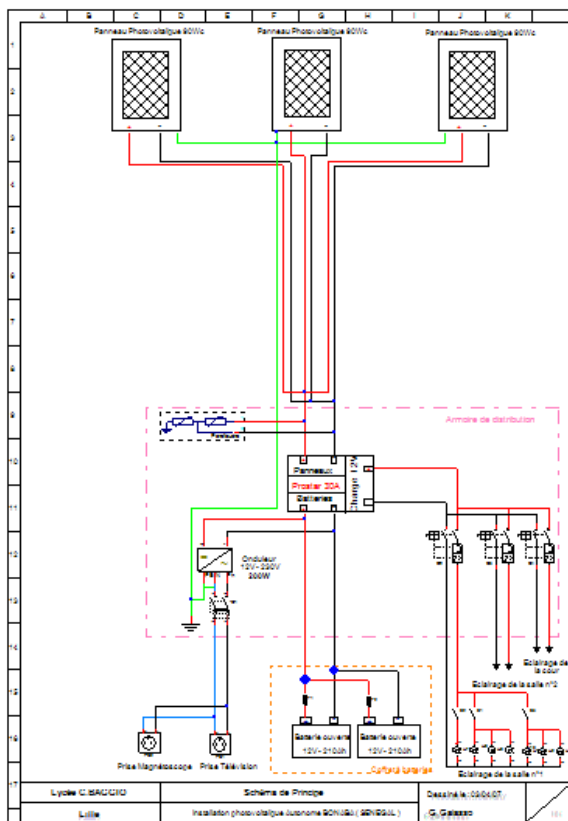
La réalisation du projet a été une réussite parfaite. Les complicités entre étudiants du lycée et villageois ont été totales. Les jeunes du village très volontaires et toujours présents souhaitent se réunir en groupement d'intérêt économique (G.I.E.) afin de développer une activité au

village. Cela nous semble un gage de pérennité pour l'installation photovoltaïque.

L'installation a été inaugurée par l'inspecteur de l'éducation nationale du district et par l'ensemble des habitants du village.



☞ Schéma fonctionnel de l'installation:



☞ Découverte du Sénégal.

Le voyage a été l'occasion de découvrir un monde entièrement nouveau pour la plupart des étudiants : les problèmes d'accès à l'énergie, à l'eau, les problèmes sanitaires, le droit à l'éducation ne sont pas du tout ressentis de la même façon en Afrique.

Nous avons visité le lycée technique de Saint-Louis avec lequel nous avons étudié d'éventuels projets de coopération (Les villes de Lille et de Saint-Louis sont liées par un accord de coopération régional). Nos étudiants se sont rendus comptes de la vétusté des locaux et de la chance qu'il avait de pouvoir étudier dans de bonnes conditions en France.

☞ Au retour en France.

- Une concertation régulière sera organisée entre le lycée, l'association Diokko et les habitants de Bonaba afin d'améliorer ou de modifier l'installation et les lampes solaires.
- Une journée de restitution de l'action, au sein du lycée, sera organisée par les étudiants pour présenter ce travail aux élèves du lycée ainsi qu'aux différents partenaires.
- L'expérience sera développée sur le site internet.

☞ Au Sénégal.

- L'instituteur mettra en place, chaque soir, une salle d'études et de lecture pour les enfants de l'école.
- Les cours d'alphabétisation démarreront dès que le groupement de femmes le désirera et aura trouvé un enseignant. Les cours d'alphabétisation pour les femmes seront financés à 50% par l'association Diokko durant 3 ans.
- La gestion de l'installation sera organisée par les villageois selon leur volonté (par un groupe de gestion, par un groupement de femmes...).

LES RESULTATS ATTENDUS

Au Sénégal :

- Une augmentation de la fréquentation de l'école.
- Une amélioration du niveau scolaire des élèves.
- Un taux de réussite raisonnable au CFEE. (Certificat de fin d'études élémentaires).
- La réussite de certains élèves au concours d'entrée en sixième dans 2 ans.
- L'alphabétisation des femmes qui devrait leur permettre de développer des activités commerciales ou artisanales et de mieux comprendre l'intérêt d'envoyer leurs enfants à l'école.
- Un développement de l'utilisation de systèmes d'éclairage solaire par les villageois et un abandon progressif des systèmes rudimentaires (bougies...).

En France :

- Une sensibilisation des élèves aux problèmes des pays en voie de développement, de l'énergie et de l'éducation.
- Une plus grande implication des élèves dans leurs études.
- Une bonne préparation des élèves à l'épreuve de chantier du nouveau référentiel du BTS.

Projet N°2: Réalisation d'une installation photovoltaïque autonome au lycée Baggio de Lille suivi par Mr Galasso.

Le but de cette étude est de se placer dans les conditions proches de l'installation qui est réalisée par les élèves de 1ère année de BTS électrotechnique sur le site de Bonaba au Sénégal (projet n°1 : « Lumière sur Bonaba »). De ce fait le matériel utilisé pour le projet du lycée Baggio sera le même que celui installé au Sénégal. Le projet est réalisé de Novembre 2006 à Juin 2007 par les étudiants de 2ème année de BTS en Electrotechnique (groupe de 3 élèves) dans le cadre de l'épreuve de Projet (E.P.S.) pour l'examen qui a lieu en Juin 2007

☞ Aspects techniques.

Le projet réalisé au lycée Baggio, devra répondre au même cahier des charges que celui de Bonaba, mais aussi à un certain nombre de contraintes permettant d'effectuer des mesures et des études comparatives de matériel dans le cadre des essais de systèmes.

Afin de comparer les différentes performances des matériels solaires, l'installation comprend :

- un premier ensemble composé d'un régulateur MLI 24V-15A, de 2 batteries au plomb ouvertes et d'un onduleur 24V-230V « Quasi sinus »
- un second ensemble (plus performant) composé d'un régulateur MPPT, de 2 batteries au gel et d'un onduleur « Pur sinus ».

Dans le cas d'absence de soleil une alimentation de puissance 230V-24V permet de faire fonctionner l'installation.

Un capteur d'éclairement et une sonde de température sont placés au plus près des panneaux.

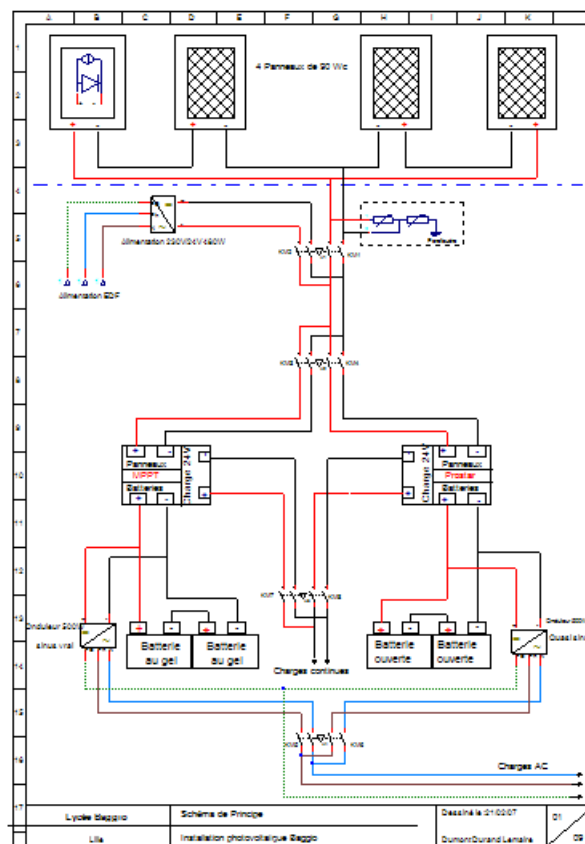
10 capteurs de courants et de tensions connectés à 2 cartes d'acquisition sont placés aux différents points de l'installation afin d'effectuer des mesures.

Pour faciliter la gestion de cette installation, un Automate Programmable et une console de dialogue Homme / Machine permettent de choisir le premier ou le second ensemble afin:

- de comparer le comportement de batteries solaires ouvertes au plomb ou au gel et de mettre en évidence leur durée de vie et leur facteur de charge et de décharge.
- d'observer le fonctionnement des régulateurs MLI ou MPPT (recherche de la puissance maximale) lors de la charge ou la décharge des batteries.
- d'alimenter en courant continu 10 tubes fluorescents 24V-18W éclairant une partie de la salle d'essais systèmes.
- d'alimenter des ordinateurs via les onduleurs 12V-230V « pur sinus » ou « quasi sinus ».
- d'étudier le comportement de la lampe portable rechargeable (voir projet n°1)

- de fournir du courant alternatif, 230V via un onduleur de tension afin de compléter l'étude des installations alimentées par l'énergie solaire photovoltaïque.

☞ Schéma fonctionnel de l'installation:



☞ Aspects humains.

- Relation Nord Sud :

Le cahier des charges étant en partie fixé par les utilisateurs de l'école de Bonaba, le projet permettra des échanges, entre l'instituteur de l'école de Bonaba et les élèves de BTS du lycée Baggio.

Il permettra après que les deux installations soient terminées d'échanger les informations techniques entre les électriciens formés à Bonaba et nos futurs élèves de BTS grâce aux compteurs d'énergie placés sur chacune des installations.

Il sensibilisera nos étudiants aux conditions de vie et de scolarisation des populations vivants dans les pays en voie de développement

- Echanges dans le lycée:

Il permettra des échanges au sein même de notre établissement entre les élèves de 1ère année et de 2ème année de BTS mais aussi entre ceux de BTS et 1ère STI. (Les étudiants du projet n°1 «Lumière sur Bonaba » d'avril 2007, observeront tout au long de l'année scolaire 2006-2007, le projet « Baggio » des étudiants de 2ème année et s'en inspireront, principe du tutorat).

Nos étudiants grâce à cette installation, pourront sensibiliser l'ensemble des élèves du lycée aux problèmes de gestion d'énergie et de l'utilisation des énergies renouvelables.

☞ Environnement.

Dans un monde où l'énergie est considérée comme infinie et intarissable, l'étude d'une source d'énergie autonome doit montrer les limites aussi bien dans la production que dans la consommation. C'est un problème que devront gérer les utilisateurs de l'école au Sénégal.

Ce projet nous permettra de soulever les problèmes de pollution et plus particulièrement ceux liés aux émissions de CO₂

PROJET N°3 : Réalisation d'un banc de test de panneaux photovoltaïques au lycée Baggio de Lille suivi par Mr Descamps.

Le but de cette étude est de permettre de répondre à un problème de choix des panneaux photovoltaïques ; leurs rendements diminuant différemment lorsque la température augmente et cela en fonction de leurs technologies de fabrication.

Le rendement présenté à 25°C a-t-il une signification lorsque les panneaux sont installés dans un pays africain ?

Pour répondre à cette question, nous avons réalisé une enceinte qui permettra de tester 3 types de panneaux photovoltaïques (amorphes, monocristallins et polycristallins) sous des conditions variables d'éclairement et de température.

Le projet est réalisé de Novembre 2006 à Juin 2007 par les étudiants de 2ème année de BTS en Electrotechnique (groupe de 3 élèves) dans le cadre de leur Epreuve de Synthèse de Projet (E.P.S.) pour l'examen qui a lieu en Juin 2007.

☞ Aspects techniques.

Ce projet, réalisé sur le site du Lycée Baggio de Lille, permettra d'effectuer des mesures des caractéristiques « courant – tension » sur des panneaux photovoltaïques de différentes technologies en fonction :

- de l'éclairement, réalisé de façon artificielle par des lampes de forte puissance,
- de la température ambiante des panneaux photovoltaïques, température ambiante imposée par le banc de test.

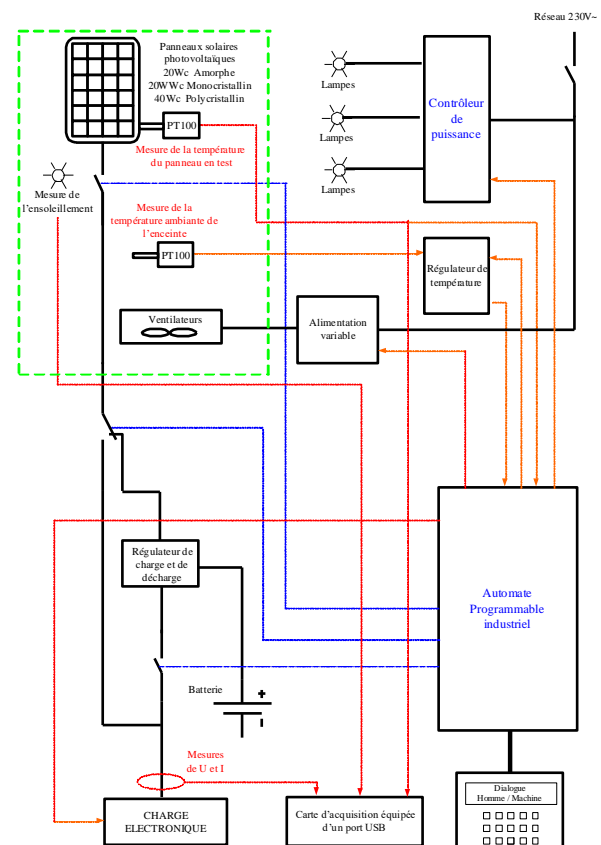
Le process sera de puissance modeste, il est équipé d'appareillages permettant d'effectuer des mesures dans le cadre des TP d'Essais de Systèmes.

Un Automate Programmable et une console de dialogue Homme / Machine géreront l'ensemble de l'installation. Il sera possible :

- de sélectionner le panneau solaire photovoltaïque (1 panneau Amorphe de 20Wc, 1 panneau Monocristallin de 20Wc ou 1 panneau Polycristallin de 40Wc) permettant d'étudier le comportement de l'installation en fonction des conditions d'ensoleillement et de température,
- de choisir la température ambiante de fonctionnement des panneaux (de 35°C à 55°C),
- de débiter du courant continu directement sur une charge électronique ou par l'intermédiaire d'un régulateur solaire associé à une batterie,
- de relever les paramètres courant – tension – température des panneaux photovoltaïques.

Le but étant de faire des mesures dans les conditions réelles afin d'analyser, suivant la technologie utilisée pour fabriquer le panneau :

☞ Schéma fonctionnel de l'installation



Le financement des trois projets.

- L'association Diokko de Villeneuve d'Ascq. www.diokko.org/.
- L'ADEME Région: L'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.
- Le Conseil Régional Nord Pas de Calais.
- Solidarité Laïque Paris. FLASEN de Lille: correspondant régional de la « quinzaine de l'école publique ».
- La Fédération des Parents d'Elèves de l'Enseignement Public (PEEP).
- Ville de Lille.
- Le Conseil Général du Nord.
- Le lycée Baggio de Lille.

Il faut ajouter les partenaires privés qui nous ont fournis du matériel : Electronique Diffusion à Villeneuve d'Ascq, Brico Dépôt, Boulanger à Douai, Schneider, ebmpapst, Castorama.

L'avenir.... Futurs Projets ?

☞ En France au lycée :

- Installation d'une centrale photovoltaïque connectée au réseau E.D.F. au lycée
- Concertations régulières entre le lycée, l'association Diokko et les habitants de Bonaba.

☞ Au Sénégal :

Les projets dépendront de la demande des villageois mais on peut penser au développement de l'électrification par la fourniture de panneaux solaires de petites puissances pour les particuliers, le pompage de l'eau (solaire ou éolien) qui est actuellement réalisé par de nombreux enfants.

Conclusion :

L'énergie est un moyen de lutte contre les inégalités et une des clés du développement durable, économique, sanitaire, et éducatif.

Sans électricité, on vit mal car les besoins élémentaires que sont l'eau propre, l'hygiène, la santé, la lumière pour l'éducation des enfants et l'accès à la culture, ne peuvent guère être satisfaits.

Nous avons essayé de former des étudiants, mais aussi, par le biais de ces activités pédagogiques et humanitaires, des hommes en participant à leur éducation pas seulement pour leurs transmettre un savoir mais aussi un savoir être.

Déjà, nous pouvons dire que des relations privilégiées se sont créées entre les étudiants, les enseignants, et les personnels du lycée (CDI, cantine...).

Notre vœu, est de renouveler cette aventure qui a marqué tous les participants aussi bien en France qu'au Sénégal.

BULLETIN D'ABONNEMENT A LA REVUE 3EI

Année 2007 – 2008

N°51 (décembre 2007), n°52 (mars2008), n°53 (juin 2008), et 54 (septembre 2008).

Abonnement individuel :

Adresser le bulletin ci dessous, accompagné d'un chèque libellé à l'ordre de :

SEE- la revue 3EI

à l'adresse suivante

SEE-la revue 3EI

17 rue Hamelin , 75783 PARIS CEDEX 16

*D'un montant de : **36 € TTC** pour la **France et pays de la CEE***

*Ou de : **46 € TTC** pour les pays **hors CEE***

Nom : Prénom

Adresse d'expédition de la revue 3EI :

Rue, n° :

Code postal : Ville :

Pays :

Adresse électronique :

Activité (pour statistiques) :

Abonnement souscrit pour une collectivité (bibliothèque , CDI, laboratoire, entreprises, université, école d'ingénieur, lycée, IUT ...)

52 € TTC pour la **France et pays de la CEE**

65 € TTC pour les pays **hors CEE**

Prendre soin de mentionner sur le bon de commande le lieu de livraison de la revue ainsi que le destinataire (personne physique ou service). Expédier le bon de commande à

SEE-la revue 3EI

17 rue Hamelin , 75783 PARIS CEDEX 16

Mr PY - RESPONSABLE MAINTENANCE

“ Disponibilité des équipements et gestion de la rechange ? Sur SCS, nous allons trouver la solution ”

Organes de commande et de sécurité • étanchéité • surveillance • GMAO

Pour la 1^{ère} fois à **LYON**

SCS Automation & Control LYON 2007
systèmes - composants - solutions

13-16 NOVEMBRE 2007

EUREXPO-LYON • FRANCE • HALLS 6 & 66

Votre rendez-vous des technologies d'**AUTOMATION**, d'**ENERGIE**, de **TRANSMISSION** et de **MECATRONIQUE** pour la performance des industries et des grandes infrastructures



SCS s'adresse à tous les secteurs industriels : pharmacie - pétrochimie - automobile - aéronautique - emballage - industries mécaniques - OEM - infrastructures ...

www.scs-automation.com

tenue conjointe avec

EUROPACK07
EUROMANUT
www.europackonline.com



SCS Automation & Control 2007
Immeuble le Wilson
70, avenue du Général de Gaulle
92058 PARIS LA DEFENSE CEDEX
TEL.: +33 (0)1 49 68 51 00 - FAX.: +33 (0)1 53 30 95 11

SCS, un salon organisé par EXPOSIUM
www.exposium.fr

FIRST-PASS SYSTEM SUCCESS

APPLICATION WORKSHOPS FOR HIGH-PERFORMANCE ELECTRONIC DESIGN

HIGH-PERFORMANCE
IC DESIGN & VERIFICATION

HIGH-PERFORMANCE
SIGNAL & POWER INTEGRITY

HIGH-PERFORMANCE
ELECTROMECHANICAL SYSTEMS

HIGH-PERFORMANCE
RF & MICROWAVE

Ansoft's "First-Pass System Success" Application Workshops, held throughout Asia, North America and Europe, make it easier than ever to stay connected with the latest techniques and trends associated with the design of high-performance electronic systems.

Les experts Ansoft seront là pour vous présenter les actualités de nos logiciels, ainsi que nos utilisateurs pour témoigner de leur expérience et vous exposer leurs projets.

Thèmes de la journée:

- IC design and verification
- Signal- and power-integrity simulation
- RF, microwave and antenna design
- Advanced packaging and PCB design
- Electromechanical and power systems design
- Medical electronics
- EMI/EMC

Pour en savoir plus,
et pour vous inscrire en ligne :

WWW.ANSOFT.COM/FIRSTPASS

15 novembre 2007
Toit de la Grande Arche - Paris La Défense



Ansoft France
153, rue Fourny BP 513
78535 BUC
T. 01 39 56 67 99 - F. 01 39 56 64 14
Email: contactfrance@ansoft.com