

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR CYCLE TERMINAL DE LA SÉRIE SCIENTIFIQUE

I - SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Dans un contexte économique de forte concurrence mondiale, la mise sur le marché de produits nouveaux à forte valeur ajoutée impose des efforts permanents de recherche pour atteindre de meilleures performances à moindre coût. Ces contraintes s'accompagnent d'un accroissement de la complexité des produits, de l'organisation et des moyens industriels, favorisé par l'essor de la microélectronique et des Technologies de l'information et de la communication (TIC). Il en résulte un besoin croissant en techniciens, ingénieurs et chercheurs.

L'élaboration par l'homme de produits réalisant des fonctions matérielles ou virtuelles exige, pour les concevoir, les fabriquer et en obtenir les performances attendues, des compétences scientifiques et pluritechniques alliées à une compréhension approfondie des principes qui les gouvernent.

Partant de problèmes concrets, les "sciences de l'ingénieur", sciences de la conception et de la réalisation des systèmes inventés par l'homme, concernent aussi bien l'élaboration d'objets, d'équipements et de processus, que l'organisation qui accompagne ces créations.

Par leur implication dans l'ensemble de l'activité humaine, les sciences de l'ingénieur sont en interdépendance avec les sciences de la nature, les sciences économiques et les sciences humaines, dont elles exploitent les lois et les méthodes tout en contribuant à leur développement.

II - OBJECTIFS GÉNÉRAUX

L'enseignement des sciences de l'ingénieur dans la série S aborde les grands domaines techniques de la mécanique, l'automatique, l'électrotechnique, l'électronique, le traitement et la communication de l'information.

La formation vise à donner au bachelier des connaissances de base dans les domaines concernés ainsi que la capacité à conduire en autonomie des activités pratiques. Elle s'appuie sur l'étude de la conception et la mise en œuvre de tout ou partie de produits pluritechniques. Elle fait largement appel aux outils informatiques pour représenter des solutions constructives existantes ou imaginées, pour calculer des paramètres déterminants, et pour simuler des comportements à partir des lois physiques.

Ces études autorisent une large ouverture vers les différentes voies de l'enseignement supérieur.

Compétences terminales visées

Le titulaire du baccalauréat S doit être capable :

- d'identifier l'organisation fonctionnelle et structurelle d'un produit ou d'un système pluritechnique, ainsi que les flux d'énergie et d'information par lesquels il s'anime et communique;
- de le mettre en œuvre, d'analyser son fonctionnement et d'y associer des modèles de comportement ;
- d'en déterminer expérimentalement les principales performances ;
- d'effectuer des calculs simples relatifs aux grandeurs associées aux fonctions du système et/ou de vérifier (éventuellement à l'aide de logiciels) la réponse à des performances attendues du cahier des charges ;
- de justifier ou de concevoir l'organisation des constituants de systèmes simples;
- de participer, en tant que généraliste, à tout ou partie des différentes phases de création, de mise au point et d'utilisation d'un système, d'un sous-système ou d'un constituant.
- d'utiliser les outils informatiques actuels de documentation, conception, calcul, simulation et partage de données.

III - ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT

Les nouveaux programmes induisent une approche pluritechnique qui se rapproche de la démarche industrielle de projet et sensibilise l'élève à l'ingénierie concourante et simultanée.

Cet enseignement étant actuellement assuré par deux enseignants, une coordination pédagogique étroite et permanente est la condition indispensable à sa cohérence et à la mise en place du travail d'équipe chez les élèves eux-mêmes.

Du point de vue des méthodologies d'apprentissage, l'enseignement se base sur l'analyse en travaux pratiques d'objets et systèmes réels associés à des dossiers ou ressources aidant à la conceptualisation. Il est essentiel que chaque cycle de travaux pratiques s'articule étroitement avec le cours, indispensable pour structurer les acquis. Chaque cycle se rapporte à un "centre d'intérêt" dominant qui est le fil rouge de l'activité de l'ensemble des élèves pour une période donnée. Le centre d'intérêt est le point de départ des apprentissages et sera l'objet des évaluations en fin de cycle.

IV - PROGRAMME

IV.1 Présentation

L'enseignement de sciences de l'ingénieur s'intéresse à l'étude de systèmes et de produits pluritechniques dont la complexité, en relation avec le niveau des élèves, exige une approche structurée.



À cet effet, l'enseignement utilise les approches fonctionnelle, structurelle, et comportementale, qui permettent de caractériser et valider les solutions constructives du dispositif étudié. Cette structuration est cohérente avec la démarche actuelle d'ingénierie concourante pratiquée dans l'industrie.

L'approche conjointe fonctionnelle et structurelle développe les qualités d'analyse d'un système, induit les acquis techniques et exerce aux raisonnements de synthèse de l'activité de conception. L'accent sera mis en priorité sur les solutions techniques sans toutefois négliger les contraintes technico-économiques. L'approche comportementale met en évidence les effets, notamment physiques, et les processus impliqués dans le fonctionnement, elle conduit l'élève à réfléchir sur la validité des résultats obtenus à partir des modèles retenus.

Le concept de fonction répondant à un besoin exprimé et spécifié constitue la première étape de la démarche de conception et il offre un très large champ de développements pédagogiques pour amener l'élève à s'exprimer, développer son esprit d'analyse et son sens créatif.

Par une confrontation permanente entre les systèmes ou produits réels, leur représentation et les modèles associés à leur comportement, l'élève découvre puis établit les relations entre les solutions technologiques et les lois scientifiques.

La progression individualisée est privilégiée dans les activités de travaux pratiques qui alternent avec les cours en classe complète. L'enseignement s'appuie sur une approche concrète fondée sur l'observation et l'expérimentation des systèmes pluritechniques conduites en travaux pratiques et sur la production de documents, le plus souvent numérisés, pour décrire ou valider des solutions constructives.

IV.2 Architecture du programme

A - Analyse fonctionnelle du produit

L'objectif de ce chapitre est d'introduire l'analyse fonctionnelle et son rôle structurant dans la démarche de création d'un produit. L'élève peut ainsi s'initier à l'analyse (définition du besoin, identification et ordonnancement des fonctions à remplir) et à la synthèse (architecture du système).

B - Fonctions du produit

Ce chapitre vise à l'acquisition de la culture des solutions constructives. La démarche conduite est basée sur les méthodes de l'analyse fonctionnelle interne. Les activités associées recouvrent l'observation et la mise en œuvre de composants réels en travaux pratiques. Elles s'articulent autour de l'élaboration de schémas de principes, l'étude et l'exploitation de documents techniques et la représentation de solutions constructives.

L'élève y découvre les grandes familles de solutions, y retrouve les conditions de fonctionnement, les interfaces dans une architecture donnée et les performances des divers composants. Il dégage quelques règles principales de construction, de définition, d'implantation, de configuration. Il y discerne enfin l'agencement des fonctions techniques qui réalisent la chaîne d'énergie et la chaîne d'information.

C - Principes et comportement

Ce chapitre s'adjoint à l'étude des solutions constructives pour appréhender le fonctionnement des produits ou des systèmes. La démarche s'appuie sur les connaissances scientifiques nécessaires pour analyser les effets physiques (électriques, mécaniques,...) et les processus de base (acquisition et traitement de l'information, commande,...) régissant le fonctionnement du système.

L'élève découvre les effets principaux induits par le fonctionnement et identifie certaines causes de dysfonctionnement; il justifie et applique les modèles de base fournis pour vérifier quelques dimensionnements, ce qui l'amène à pouvoir comparer des solutions constructives à partir de critères objectifs.

Il s'exerce ainsi à l'exploitation d'outils informatiques de modélisation, de simulation et de calcul.

D - Représentation des produits pluritechniques

Les schémas, sous diverses formes, et la représentation des solutions constructives, constituent des outils de la communication technique indispensables aux techniciens, aux ingénieurs et aux utilisateurs, à différentes étapes du cycle de vie d'un produit ou d'un système.

Ce chapitre précise donc la nature des schémas qui seront abordés et utilisés lors des activités (avec une aide normative lorsqu'elle existe). La représentation des solutions constructives prend en compte le potentiel croissant des modeleurs 3D paramétrés variationnels et l'utilisation des fonctionnalités de ces logiciels selon différents points de vue.

E - Projet pluritechnique encadré

Une partie des activités de la classe de terminale est réservée à la réalisation d'un projet pluritechnique encadré (PPE) qui exerce la créativité des élèves, met en œuvre et complète les savoirs et les savoir-faire visés par la formation et développe les capacités de réflexion autonome et de travail en groupe organisé des élèves.

Structurée en démarche de projet, cette réalisation peut débuter par la recherche d'une documentation relative au sujet abordé, se poursuivre par la définition d'une architecture et aboutir à la création, la modification, la validation, la configuration, la mise en œuvre et le test de solutions constructives ou de processus.

Associée à un mini dossier témoignant de la démarche conduite, la production pourra prendre diverses formes : fichiers, maquette de simulation, prototype de pièce, dispositif de mesure d'une performance du produit ou du système en réponse au CdCF, etc.

L'ensemble des ressources documentaires et des moyens disponibles dans le laboratoire pourra être mobilisé pour mener à bien les activités de projet. L'éventualité d'un travail conduit en collaboration avec d'autres sections de l'établissement peut également présenter un intérêt pour la découverte de divers procédés et pour l'illustration concrète de la démarche d'ingénierie.

IV.3 Contenus

La colonne de gauche définit les compétences terminales attendues définissant le contrat d'évaluation pour chaque point des différentes parties du programme. La colonne centrale présente les connaissances nécessaires à l'acquisition de ces compétences. Enfin, en regard, l'objectif d'acquisition de chaque savoir ou savoir-faire est précisé par son niveau taxonomique.

Cette liste de compétences terminales attendues ne préjuge en rien de la stratégie pédagogique adoptée par l'enseignant : ordre d'acquisition, redondance éventuelle dans l'acquisition (la maîtrise de certaines compétences peut résulter d'activités réitérées sur des systèmes variés), démarches pédagogiques mises en œuvre pour les atteindre.

N.B. - Spécification des niveaux d'acquisition

Cette définition du niveau de la description ou de l'analyse convient particulièrement bien à la technologie, du fait de son caractère systémique, de sa diversité pluridisciplinaire, de son évolution permanente. Elle permet en outre, pour l'analyse scientifique des comportements et la modélisation, de bien délimiter l'ampleur des développements théoriques souhaitables, et enfin de préciser le niveau de l'évaluation. Chacun de ces niveaux cumule les compétences des précédents.

- 1 Niveau d'information : l'élève sait "de quoi il parle", ce niveau correspond à l'appréhension de l'existence d'un sujet, avec une vue d'ensemble. Capacité à : identifier désigner, citer un élément ou un composant, une méthode ; évoquer un phénomène sans nécessairement le replacer dans son contexte (ce niveau ne conduit donc à rien s'il s'agit d'un concept scientifique).
- 2 Niveau d'expression : l'élève sait "en parler", est un niveau de compréhension, il correspond à l'acquisition de moyens d'expression et de communication permettant à l'élève de définir et d'utiliser les termes de la discipline, et à exprimer son savoir. Capacité à : décrire, expliquer, faire un schéma (l'élève a compris le principe et est capable de l'expliquer).
- 3-Niveau de maîtrise d'outils: l'élève sait "faire", est un niveau d'application, il correspond à la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action. L'élève sait utiliser, manipuler des principes, des règles, en vue d'un résultat à atteindre. Capacité à : maîtriser le savoir-faire associé au savoir (l'élève peut mettre en œuvre un modèle simple, représenter et simuler un fonctionnement, effectuer un dimensionnement, conduire une machine, réaliser une opération technique).
- 4 Niveau de la maîtrise méthodologique : l'élève sait "choisir", est un niveau de savoir et d'autonomie, avec une capacité d'analyse, de synthèse et de transfert, il correspond à la maîtrise de résolution de problèmes. Compte tenu d'un problème donné, capacité à : effectuer une analyse puis concevoir une démarche de résolution ; effectuer une synthèse guidée.

A - Analyse fonctionnelle						
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	D'	EAU SITION			
		1	2	3	4	
→ Un produit étant fourni et/ou défini par un dossier, son domaine et son environnement d'utilisation étant précisés avec le CdCF: - identifier et définir le besoin auquel il répond et ses fonctions de service; - configurer le produit et le faire fonctionner; - identifier et ordonner les fonctions techniques qui contribuent à la satisfaction des fonctions d'usage (diagramme FAST); - décrire l'architecture fonctionnelle sous forme de schéma-blocs; - identifier les éléments transformés et les flux (physique, énergie, information); - expliciter tout ou partie des spécifications du cahier des charges fonctionnel.	A.1 Le cahier des charges fonctionnel - Besoin à satisfaire, finalité du produit, contraintes Analyse fonctionnelle externe ou expression fonctionnelle du besoin (étude limitée à la phase d'utilisation du produit): . fonctions de service (fonctions d'usage et fonctions d'estime), . frontière de l'étude, . caractéristiques des fonctions de service (critères, niveaux et flexibilité).		X X			
	A.2 L'analyse fonctionnelle interne - Fonctions techniques associées aux fonctions d'usage Ordonnancement des fonctions (FAST) Nature des éléments transformés par le produit (matière, énergie, information) Architecture d'une chaîne fonctionnelle ou d'un produit sous forme de schéma-blocs : flux physique, d'énergie et d'information.		х	X X		

Commentaires: Cette partie du programme est traitée au travers d'exemples pertinents pour l'accès aux connaissances. L'essentiel des acquisitions se fait par la mise en situation systématique des fonctions techniques (solutions constructives) étudiées ou abordées lors des activités de travaux pratiques et dans les projets d'études proposés aux élèves. Le projet pourra en outre exercer l'élève à l'ordonnancement des fonctions techniques pour répondre à des fonctions d'usage données, précisées par un cahier des charges.



B - Fonctions du produit

B.1 Convertir et distribuer de l'énergie

COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION					
		1	2	3	4		
→ Tout ou partie d'un système étant à disposition et/ou défini par son dossier, le cahier des charges et les documentations techniques afférentes étant fournis : -identifier les constituants et justifier les solutions constructives mises en œuvre ; -vérifier les performances des constituants et de l'ensemble au regard des spécifications du cahier des charges ; -proposer une modification d'une des solutions techniques, en réponse à une évolution du cahier des charges.	B.11 Les actionneurs - Fonction globale et caractéristiques d'entrée et de sortie. Effort et vitesse en régime permanent. Espaces de fonctionnement Conditions d'implantation et de mise en œuvre. Pour les solutions constructives électriques: . machines asynchrones, . machines à courant continu avec et sans balai. Pour les solutions constructives hydrauliques et pneumatiques: . vérins.		x	х			
→ Un système automatisé étant à disposition avec son cahier des charges, les actionneurs électriques ou pneumatiques et le schéma de puissance étant définis, les caractéristiques de fonctionnement étant précisées pour une application donnée : - identifier et régler les paramètres de commande liés à la variation de vitesse ; - identifier les constituants du réseau d'alimentation électrique et donner leurs caractéristiques.	B.12 Les circuits de puissance B.121 L'alimentation en énergie - Alimentation électrique et pneumatique Alimentation autonome (pile, batterie, accumulateurs). B.122 La commande de puissance - Fonction globale, caractéristiques d'entrée et de sortie Sécurité des biens et des personnes.		X X	X			
⇒ En présence de tout ou partie d'un système et/ou de son dossier technique : - associer à sa représentation schématique chaque constituant des chaînes de puissance et de commande ; - vérifier la conformité ou modifier tout ou partie d'un schéma de puissance en utilisant un logiciel de simulation ; - justifier les protections mises en place dans les circuits de puissance.	Pour les solutions constructives électriques : . commande tout ou rien (contacteur, relais et relais statique), . commande par modulation d'énergie (variateur). Pour les solutions constructives pneumatiques : . distributeurs.						

Commentaires : cet enseignement vise à construire chez l'élève une culture du choix d'un composant en réponse à des conditions d'utilisation définies dans un cahier des charges.

Là aussi, la dimension "performances attendues du composant" impose une liaison étroite entre cette partie du programme, dans laquelle les composants sont agencés dans une chaîne énergétique cohérente du point de vue des caractéristiques et l'étude des modèles de comportement de la partie C.

COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITIC					
		1	2	3	4		
Tout ou partie d'un produit réel démontable, nstrumenté si nécessaire, étant à disposition et/ou défini par un dossier, son CdCf et les documents echniques étant donnés: identifier une solution constructive réalisée et lui associer sa fonction technique; vérifier les caractéristiques fonctionnelles d'une solution constructive (cinématique, précision des guidages, efforts transmissibles, faisabilité d'assemblage); proposer et justifier une solution constructive épondant à une modification du CdCf et la représenter par un moyen de communication approprié.	B.21 Les liaisons mécaniques: assemblages et guidages - Mobilité des mécanismes Solutions constructives d'assemblage, éléments standards Conditions et surfaces fonctionnelles, approche qualitative (1) de leur influence sur la précision et la tenue aux efforts: efforts et vitesses admissibles, jeux, rigidités, états de surface, lubrification Adéquation pièce-procédé-matériau (2). Pour les solutions constructives: . Assemblage démontable Guidage en rotation par glissement et par éléments roulants Guidage en translation par glissement et par éléments roulants.		x x	x			
	B.22 Les composants mécaniques de transmission - Loi de mouvement : relation entrée-sortie; - Puissances d'entrée et de sortie, rendement; - Conditions d'installation et de bon fonctionnement. Pour les solutions constructives suivantes : B.221 Sans transformation de mouvement . Sans modification de la vitesse angulaire : accouplement d'arbres, embrayage, limiteur de couple, frein. . Avec modification de la vitesse angulaire : poulies-courroie, engrenages (3). Application aux réducteurs et aux boîtes de vitesse. B.222 Avec transformation de mouvement		x x	x x x			

- (1) L'observation de ces effets sera effectuée dans le cadre des TP.
- (2) La réalisation des pièces et des surfaces sera abordée à partir d'un nombre limité d'études de cas.
- (3) L'étude des engrenages n'est pas au programme. Seules les relations globales cinématiques $\omega_2/\omega_1 = Z_1/Z_2$, et de transmission d'effort $C_1/C_2 = \eta(Z_1/Z_2)$ sont à préciser (η : rendement).

Commentaires: les systèmes étudiés seront choisis en fonction de leur caractère représentatif d'une famille de solutions. Ils devront être révélateurs des applications de la technologie actuelle (systèmes grand public et systèmes industriels). Cet enseignement vise à faire acquérir par l'élève une culture des solutions technologiques limitées aux fonctions techniques de base. Cette culture doit s'accompagner d'une capacité à identifier les effets physiques principaux induits par le fonctionnement à l'intérieur du système étudié. On mettra particulièrement en évidence ceux qui sont susceptibles de conditionner ou d'altérer les performances. La conduite des études menées ici exige une liaison étroite entre cette partie du programme et l'étude des modèles de comportements du chapitre C.



B - Fonctions du produit (suite)

B.3 A	Acqué	erir l'	inf	orma	tion

COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	D'	NIVEAU D'ACQUISITION		
		1	2	3	4
	B.31 Les capteurs				
→ Les éléments du cahier des charges de l'acquisition d'une grandeur ou d'un paramètre et les documents	- Fonction de base et structure fonctionnelle de la chaîne d'acquisition.			X	
techniques relatifs au capteur étant donnés : - justifier un choix de capteur ;	- Caractéristiques d'entrée (grandeur à mesurer dans son milieu) et de sortie (donnée fournie).			X	
- expliciter les caractéristiques d'entrée et de sortie du conditionneur éventuel ;	- Caractéristiques métrologiques (étendue de mesure, sensibilité, résolution, répétabilité).		X		
- identifier la grandeur physique à mesurer et la nature	- Temps de réponse.		X		
de l'information délivrée par le capteur.	- Conditions de montage, réglage.		X		
	Pour les solutions constructives :				
	. détecteurs avec ou sans contact,				
	. capteurs de position, de pression, d'effort.				
	B.32 Le conditionnement du signal				
→ Une chaîne d'acquisition étant en fonctionnement, et les documents techniques sur le (ou les) capteur(s)	- Le signal et son évolution temporelle (chronogramme).			X	
étant à disposition :	- Principales fonctions de conditionnement de signal		X		
- décrire par schéma-blocs une décomposition structurelle et fonctionnelle de tout ou partie	(amplification, filtrage, mise en forme, conversion).				
de la chaîne d'acquisition,	Pour les solutions constructives :				
- mesurer les signaux en divers points de la chaîne	. détecteurs avec ou sans contact,				
d'acquisition, - décrire et représenter l'évolution du signal le long	. capteurs de position, de pression, d'effort.				
de la chaîne.					

Commentaires: les chaînes étudiées seront choisies en fonction de leur caractère transposable et révélateur des applications modernes de la haute technologie. L'accent sera mis sur les principes de fonctionnement, les critères de choix des capteurs et les fonctions de l'électronique de conditionnement.

Cet enseignement vise à construire chez l'élève une culture du choix d'un composant en réponse à un besoin formalisé de maîtrise des informations caractérisant l'état du système.

B.4 Traiter l'information COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
À partir d'un système mis à disposition et/ou défini par un dossier, des documents techniques correspondants et du cahier des charges de l'application : - identifier les différents constituants matériels de la chaîne d'information et les fonctions techniques réalisées ; - analyser l'organisation fonctionnelle de la chaîne d'information et en établir un schéma-bloc	B.41 Le système de traitement intégré dans la chaîne d'information - Fonction de base et caractéristiques des entrées et des sorties de la chaîne d'information Architecture matérielle, contraintes de montage, de connexion et de configuration. Pour les solutions constructives: . chaîne intégrant un automate programmable industriel (API), . chaîne intégrant un système à base de microcontrôleur.			x x	
Forctions assurées, flux de données). Sur un équipement réel donné, une proposition de modification de fonctionnement de tout ou partie du système étant formulée, le modèle de commande et les frontières de l'étude étant définies : modifier la spécification comportementale à l'aide d'un éditeur (atelier logiciel, interface de développement rapide) ; générer automatiquement le programme et 'implanter dans le système cible ;	B.42 Les sytèmes programmables B.421 Structure fonctionnelle et matérielle - Fonction de base et caractéristiques des entrées et des sorties du système de traitement de l'information Structure fonctionnelle et architecture matérielle (microprocesseurs, mémoires, bus, cartes d'E/S et coupleurs). (4) - Caractéristiques de fonctionnement: espace adressable, temps d'exécution Paramètres de configuration pour une application donnée (logiciels et matériels).		x x x	X	
tester le fonctionnement.	B.422 Structure logicielle - Structure et mise en œuvre de la chaîne de développement (éditeur, compilateur, débogueur) Structuration d'un programme d'application (utilisation de modules logiciels réutilisables tels que : fonctions et bloc fonctionnels pour les API, bibliothèques de composants logiciels pour les microcontrôleurs).			x x	
	Pour les solutions constructives : . automate programmable industriel (API), . systèmes à base de microcontrôleur.				

(4) On se limitera strictement aux aspects fonctionnels de traitement.

Commentaires: les langages assembleurs ne feront pas l'objet d'une étude particulière. Ils pourront éventuellement servir à une illustration du fonctionnement d'une unité centrale.

L'apprentissage d'un langage de haut niveau orienté objet n'est pas au programme, mais on pourra valoriser le concept important de réutilisation lors de l'utilisation de bibliothèques de composants logiciels fournis avec certains microcontrôleurs.

Dans le cas des automates programmables industriels, on utilisera des éditeurs permettant de travailler au niveau de la spécification ou des ateliers logiciels conformes à la norme IEC61131-3 où on se limitera à l'utilisation d'un (deux au plus) langage normalisé.



B - Fonctions du produit (suite) B.5 Communiquer l'information COMPÉTENCES ATTENDUES SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS NIVEAU **D'ACQUISITION** 4 **B.51** Les périphériques Dialogue homme-machine: → Un système de dialogue ou de communication étant à disposition et/ou défini par un dossier, - saisie d'informations binaires ou numériques, X la documentation technique associée étant fournie: - affichage d'informations binaires ou numériques, - identifier la nature de l'information à communiquer, - modes de transmission série et parallèle X - reconnaître le type d'interface d'E/S. (format, paramètres). Pour les solutions constructives : . périphériques de positionnement d'un pointeur sur un écran, de saisie d'images, de lecture de codes, de saisie de consignes opérateurs; . afficheurs alphanumériques, écrans, imprimantes, traceurs. Stockage des données: - par procédé magnétique, X - par procédé optique. X Pour les solutions constructives : Périphériques de stockage des données sur disques magnétiques et optiques. **B.52** Les réseaux ⇒En présence de postes équipés d'une carte réseau, - Fonction globale (concept de mise en réseau local X une procédure détaillée de mise en œuvre d'un réseau et étendu). local étant fournie: - Architecture matérielle (cartes réseau, concentrateurs, X - établir les liaisons physiques entre les différents câbles, connecteurs, modems). postes et les périphériques, - Modes d'accès au média et envoi des données X - configurer les logiciels de façon à établir sur le réseau (trame). - Notion de protocole. la communication. X ⇒En présence d'un poste d'accès au réseau Internet : - Paramètres de configuration d'une suite de protocoles X - énoncer, d'un point de vue utilisateur, les éléments TCP-IP dans un système d'exploitation multitâches caractéristiques du réseau (architecture matérielle, (adresse IP, masque de sous-réseau). services...); - paramétrer une suite de protocoles TCP-IP. Pour les solutions constructives : . Ethernet . Bus de terrain

Commentaires: l'étude d'un réseau local ou étendu est conduite essentiellement sous forme de TP selon un point de vue utilisateur.

. Internet

C.1 La chaîne d'énergie COMPÉTENCES ATTENDUES SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS NIVEAU								
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	D'	NIV ACQUIS					
		1	2	3	4			
	C.11 Comportement mécanique des structures							
	et des mécanismes							
→À partir de tout ou partie d'un produit:	C.111 Liaisons mécaniques							
disponible sous sa forme matérielle	- Liaisons normalisées (limitées aux solutions			X				
réel démontable), instrumenté si nécessaire;	constructives étudiées).							
et/ou défini par une maquette numérique, un dessin d'ensemble, un schéma de principe,	- Mouvements relatifs et actions mécaniques associées.			X				
'élève doit être capable de :	C.112 Transmission des efforts,							
- isoler un solide ou un ensemble de solides et justifier	statique des mécanismes							
l'isolement proposé;	- Actions à distance, actions de contact.			X				
identifier les contacts entre pièces et la liaison	- Actions mutuelles, isolement d'un solide			X				
réalisée;	ou d'un ensemble de solides.							
- associer à chaque liaison les paramètres géométriques	- Principe fondamental de la statique.			X				
et les grandeurs de vitesse qui définissent es mouvements permis;	- Efforts transmis par les liaisons (sur des étude de cas).			X				
déterminer les actions mécaniques transmises,	C.113 Transmission des mouvements,							
ésultante et moment résultant, par :	cinématique des mécanismes							
une résolution graphique pour un solide ou un ensemble	- Graphe des liaisons (ou de structure).			X				
le solides isolé soumis à 2 ou 3 forces concourantes,	- Schéma cinématique et paramétrage d'un mécanisme.			X				
résolution analytique dans le cas de forces parallèles,	- Mouvements de translation et de rotation autour			X				
une résolution logicielle dans les cas plus complexes;	d'un axe fixe (5).							
déterminer les grandeurs cinématiques caractéristiques	- Mouvement plan (6).			X				
associées à la fonction réalisée (vitesse linéaire ou/et angulaire d'entrée et de sortie);	- Mouvement hélicoïdal.			X				
appliquer le principe fondamental de la dynamique	C.114 Frottement entre solides,							
à l'élément réalisant la fonction mécanique étudiée :	résistance au mouvement							
définir et quantifier les efforts moteur et résistant, e moment d'inertie et l'accélération linéaire	Glissement, roulement.			X				
ou angulaire,	C.115 Mouvement d'un solide indéformable							
en déduire la force ou le couple en accélération	- Isolement d'un solide.			X				
constante (application au calcul de l'effort	- Principe fondamental de la dynamique appliqué			X				
au démarrage) ;	à un solide : application aux solides en mouvement							
identifier la sollicitation subie par un solide	de translation rectiligne et de rotation autour d'un axe							
de type poutre.	fixe central d'inertie.							
	C.116 Comportement du solide déformable							
	À partir d'études de cas et d'essais (traction, torsion,							
	flexion), faire émerger les notions :							
	- de sollicitation de traction, flexion et torsion;		X					
	- de limite élastique et de module d'élasticité		X					
	longitudinal (module de Young) dans le cas de l'essai							
	de traction.							

(5) Champ des vitesses.(6) Construction graphique du CIR et du champ des vitesses. Base et roulante sont exclues du programme. L'étude multipositions sera effectuée à l'aide de logiciels.



C - Principes et comportements (suite)

C.1 La chaîne d'énergie (suite)

COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	D'		NIVEAU CQUISITION		
		1	2	3	4	
	C.12 Comportement énergetique des systèmes					
→ Un système avec conversion et transmission	C.121 Énergie, puissance					
d'énergie étant à disposition et/ou défini	- Énergie et puissance électrique;			X		
par son dossier, le cahier des charges étant donné et les documentations techniques concernant la chaîne	- Travail et puissance d'une force et d'un couple.			X		
d'énergie étant fournis :	C.122 Conversion électromécanique d'énergie					
- analyser et déterminer les modes de fonctionnement,	- Principe physique de base utilisé dans les actionneurs		X			
en déduire le sens de circulation du flux d'énergie;	électriques (application de la loi de Laplace					
- déterminer les grandeurs énergétiques des éléments	aux moteurs à courant continu);					
fonctionnels de la chaîne d'énergie (puissances	- Conversion et transmission de puissance : rendement			X		
d'entrée et de sortie, rendement);	d'un actionneur ou d'un mécanisme (puissance					
- reconnaître la réversibilité des éléments fonctionnels	électrique absorbée, puissance mécanique utile).					
de la chaîne (transmission, conversion, alimentation);						
- tracer la relation entrée/sortie dans le quadrant	C.123 Espace de fonctionnement					
correspondant.	en régime permanent					
1	- Caractéristique force-vitesse et couple-vitesse ;			X		
	- Notion de point de fonctionnement;			X		
	- Réversibilité d'une source, d'un actionneur,		x			
	d'une chaîne de transmission.					
	- Dans le cas du moteur à courant continu:		X			
	entraînement et freinage d'une charge, dissipation					
	de l'énergie, notion de quadrant.					
	C.124 La sécurité des biens et des personnes					
	- Notions de risques et de phénomènes dangereux ;		X			
	- Dangers du courant électrique :		X			
	. sécurité des personnes,					
	. sécurité des biens (surcharge, court-circuit).					

C - Principes et comportements (suite) C.2 La chaîne d'information COMPÉTENCES ATTENDUES SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS NIVEAU D'ACQUISITION 4 C.21 L'information → Un système de traitement intégré à une chaîne - Nature de l'information (logique, analogique, d'information étant disponible sous forme matérielle numérique). et/ou défini par son dossier: - Les systèmes de numération (base 2, base 10, base 16). - lister et caractériser les entrées et les sorties ; - Les codes (binaire pur, BCD, GRAY, ASCII). - identifier les opérateurs logiques et arithmétiques utilisés: C.22 Comportement des systèmes logiques - déterminer le format numérique adapté; combinatoires - établir, pour un système combinatoire, l'expression - Définition d'un système logique combinatoire. X d'une fonction logique, la représenter sous les formes - Variable logique, opérateurs logiques OU, ET, NON X tabulées, d'équations ou graphiques. (application du théorème de De Morgan) et expressions logiques. → Un cahier des charges d'une application - Outils de description (table de vérité, équation logique, X étant donné, les frontières de l'étude précisées : logigramme). élaborer tout ou partie du modèle comportemental. C.23 Comportement des systèmes logiques → Pour une application donnée sur un système séquentiels séquentiel mis à disposition et/ou défini par un dossier, - Définition d'un système logique séquentiel. X le cahier des charges et les frontières de l'étude étant - Le concept d'état. X précisés et le grafcet fourni: - Les fonctions : mémoire, comptage et retard. X - analyser et interpréter le grafcet fourni en décrivant, - Le modèle comportemental Grafcet (IEC60848): depuis une situation donnée, la suite des situations . frontière de description et bilan des entrées/sorties, atteintes au cours de l'évolution; . descriptions structurées, - vérifier le respect de certaines contraintes formulées . syntaxe et sémantique du modèle Grafcet, dans le cahier des charges (temporelles, de sécurité) règles d'évolution (1 à 4). - élaborer un diagramme décrivant l'enchaînement temporel des différentes tâches. C.24 Comportement des systèmes numériques - Définition d'un système numérique. X - Variable numérique, mot binaire. X - Les opérateurs sur mots (décalage, OU, ET, NON, X transfert, comparaison, addition et soustraction d'entiers). - Les outils de description comportementale : X . algorigramme, appel de procédures, . spécification littérale structurée : expressions, énoncés d'affectation et d'itération (SI ... ALORS ... SINON ..., FAIRE ... JUSQU'À ..., TANT QUE ... FAIRE ..., POUR ... FAIRE ...).

Commentaires: l'étude des systèmes combinatoires, séquentiels et numériques permettra en particulier de sensibiliser les élèves à l'utilisation d'un outil de description du comportement adapté à un problème donné.



COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITIO					
		1	2	3	4		
 → Un dossier technique de produit ou de système étant fourni sous forme de dessin, la norme associée étant à disposition: - représenter tout ou partie du produit sous forme schématique; - identifier les constituants représentés. 	D.1 Schématisation - Schémas mécaniques (cinématique, technologique) Schémas normalisés : électriques, électroniques et pneumatiques (symboles et règles de représentation).			x x			
 → Un produit étant mis à disposition ou défini sous forme de représentation du réel : - identifier les différentes pièces constituant 	D.2 Représentation géométrique du réel - Dessin et croquis à main levée pour exprimer une idée, esquisser une solution, décrire graphiquement une observation.			x			
l'assemblage; - définir les contraintes d'assemblage; - analyser morphologiquement les pièces et identifier les volumes élémentaires et les paramètres associés. ■ Un produit étant mis à disposition et/ou défini	- Représentation en 3D par modeleur volumique paramétré variationnel : . différents modes de création des pièces, . arbres de construction, . relations entre paramètres géométriques et conditions fonctionnelles,			X			
par un dossier : représenter tout ou partie du produit à l'aide de l'outil informatique 3D.	. assemblage sous contrainte; arbre d'assemblage Outils d'animation et de simulation : déplacements et interférences			X			
	- Exploitation de bases de données de composants. Relation 3D-2D : mise en plan, coupes et sections. - Fonctionnalités d'habillage.			X			

Commentaires: l'enseignement de la représentation des produits pluritechniques rend l'élève capable de décrire le produit analysé ou conçu dans un contexte donné. Les outils de CAO sont utilisés et l'enseignant suivra leur évolution.

Cet enseignement participe à la conceptualisation et à la compréhension des autres parties du programme et aux productions qui leur sont associées. Il sera donc essentiellement abordé, en lecture comme en écriture, lors d'activités d'analyse et de conception de produits et trouvera une place privilégiée dans le cadre d'activités de projet et/ou de travaux personnels encadrés.

COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION					
		1	2	3	4		
	1 - La démarche de projet						
→ Un CdCF ou un dossier technique de produit	- Expression du besoin :			X			
étant fourni, les outils logiciels et les bibliothèques	. objectifs						
nécessaires étant mis à disposition.	. contraintes						
Une étude de produit ou une modification du produit	- Organisation :			X			
elative à une performance ou à une fonction technique	. planning						
tant définie par un cahier des charges partiel	. définition et répartition des tâches						
ou un autre principe de solution étant proposé:	. revues de projet						
proposer une note de clarification définissant	- Bilan:						
es objectifs, les tâches et le planning;	. rapport, démonstration et conclusions,			X			
communiquer au sein du groupe de projet, et rendre	écarts par rapport à l'objectif.						
compte de son travail oralement et par écrit;							
produire différentes architectures de solutions	2 - Les performances des solutions constructives						
ous forme de schémas, de croquis ou dessins	- La réponse au cahier des charges.			X			
main levée, d'algorithmes;	- Le choix d'une solution : critères et pondération.			X			
évaluer la réponse des solutions proposées au cahier	- Les critères économiques : notion de coût.	X					
les charges et les comparer;	•						
choisir le cas échéant des éléments standards;	3 - Les composantes de la compétitivité						
rechercher et partager des données informatiques;	- La standardisation.		X				
représenter la solution en utilisant l'outil informatique.	- L'interchangeabilité des pièces et des composants.		X				
	- L'adéquation produit-procédé-matériau.		X				
	4 - Les outils et les méthodes de la compétitivité						
	- La CAO, la CFAO, le prototypage rapide.		X				
	- L'ingénierie concourante et simultanée.	X					
	- La démarche de qualité.	X					

Commentaires: il s'agit ici d'une activité de petit projet pluridisciplinaire qui peut aller jusqu'à la réalisation de certains éléments à l'aide des outils de production présents dans le laboratoire, et l'assemblage de composants. L'activité de chaque groupe est structurée en démarche de projet de type ingénierie concourante.

Cette activité doit constituer la synthèse des apprentissages effectués pendant le cycle de formation. Elle doit permettre à l'élève de développer son esprit de synthèse et d'acquérir le sens d'une ingénierie aboutie avec la prise en compte de diverses étapes du cycle de vie d'un produit ou d'un système.

L'élève est acteur et propose ses solutions. C'est dans ce type d'activité que les sciences de l'ingénieur prennent tout leur sens.

L'accès à une documentation organisée et la mise à disposition de bibliothèques informatiques sont indispensables à la réussite des activités de projet.

Des normes sur les spécifications, des documentations sur les procédés de production et de mesure, complétées par quelques leçons de synthèse sur les méthodes d'analyse et d'organisation complètent les savoirs ressource des autres chapitres pour que l'élève puisse conduire ses activités.