

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 modélisateurs 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	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<p>➔ Un produit étant fourni et/ou défini par un dossier, son domaine et son environnement d'utilisation étant précisés avec le CdCF :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>A.1 Le cahier des charges fonctionnel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besoin à satisfaire, finalité du produit, contraintes. - Analyse fonctionnelle externe ou expression fonctionnelle du besoin (étude limitée à la phase d'utilisation du produit) : <ul style="list-style-type: none"> . 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		
	<p>A.2 L'analyse fonctionnelle interne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fonctions techniques associées aux fonctions d'usage. - Ordonnement 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. 		x		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'ordonnement 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
<p>➡ 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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>➡ 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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>➡ En présence de tout ou partie d'un système et/ou de son dossier technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>B.11 Les actionneurs</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Pour les solutions constructives électriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> . machines asynchrones, . machines à courant continu avec et sans balai. <p>Pour les solutions constructives hydrauliques et pneumatiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> . vérins. <p>B.12 Les circuits de puissance</p> <p>B.121 L'alimentation en énergie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alimentation électrique et pneumatique. - Alimentation autonome (pile, batterie, accumulateurs). <p>B.122 La commande de puissance</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fonction globale, caractéristiques d'entrée et de sortie. - Sécurité des biens et des personnes. <p>Pour les solutions constructives électriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> . commande tout ou rien (contacteur, relais et relais statique), . commande par modulation d'énergie (variateur). <p>Pour les solutions constructives pneumatiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> . distributeurs. 				
				x	
			x		
					x
			x		

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.

B - Fonctions du produit (suite)					
B.2 Transmettre l'énergie					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<p>➔ Tout ou partie d'un produit réel démontable, instrumenté si nécessaire, étant à disposition et/ou défini par un dossier, son CdCf et les documents techniques étant donnés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 répondant à une modification du CdCf et la représenter par un moyen de communication approprié. 	<p>B.21 Les liaisons mécaniques : assemblages et guidages</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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). <p>Pour les solutions constructives :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Assemblage démontable. . Guidage en rotation par glissement et par éléments roulants. . Guidage en translation par glissement et par éléments roulants. <p>B.22 Les composants mécaniques de transmission</p> <ul style="list-style-type: none"> - Loi de mouvement : relation entrée-sortie ; - Puissances d'entrée et de sortie, rendement ; - Conditions d'installation et de bon fonctionnement. <p>Pour les solutions constructives suivantes :</p> <p>B.221 Sans transformation de mouvement</p> <ul style="list-style-type: none"> . 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. <p>B.222 Avec transformation de mouvement</p> <ul style="list-style-type: none"> Systèmes vis-écrou et systèmes plans. 				
				X	
			X		
			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 Acquérir l'information**

COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<p>➔ Les éléments du cahier des charges de l'acquisition d'une grandeur ou d'un paramètre et les documents techniques relatifs au capteur étant donnés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - justifier un choix de capteur ; - expliciter les caractéristiques d'entrée et de sortie du conditionneur éventuel ; - identifier la grandeur physique à mesurer et la nature de l'information délivrée par le capteur. <p>➔ Une chaîne d'acquisition étant en fonctionnement, et les documents techniques sur le (ou les) capteur(s) étant à disposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - décrire par schéma-blocs une décomposition structurelle et fonctionnelle de tout ou partie de la chaîne d'acquisition, - mesurer les signaux en divers points de la chaîne d'acquisition, - décrire et représenter l'évolution du signal le long de la chaîne. 	<p>B.31 Les capteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fonction de base et structure fonctionnelle de la chaîne d'acquisition. - Caractéristiques d'entrée (grandeur à mesurer dans son milieu) et de sortie (donnée fournie). - Caractéristiques métrologiques (étendue de mesure, sensibilité, résolution, répétabilité). - Temps de réponse. - Conditions de montage, réglage. <p>Pour les solutions constructives :</p> <ul style="list-style-type: none"> . détecteurs avec ou sans contact, . capteurs de position, de pression, d'effort. <p>B.32 Le conditionnement du signal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le signal et son évolution temporelle (chronogramme). - Principales fonctions de conditionnement de signal (amplification, filtrage, mise en forme, conversion). <p>Pour les solutions constructives :</p> <ul style="list-style-type: none"> . détecteurs avec ou sans contact, . capteurs de position, de pression, d'effort. 			x	
			x		
				x	
			x		

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 - Fonctions du produit (suite)					
B.4 Traiter l'information					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<p>➡ 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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 (fonctions assurées, flux de données). <p>➡ 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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - modifier la spécification comportementale à l'aide d'un éditeur (atelier logiciel, interface de développement rapide) ; - générer automatiquement le programme et l'implanter dans le système cible ; - tester le fonctionnement. 	<p>B.41 Le système de traitement intégré dans la chaîne d'information</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Pour les solutions constructives :</p> <ul style="list-style-type: none"> . chaîne intégrant un automate programmable industriel (API), . chaîne intégrant un système à base de microcontrôleur. <p>B.42 Les systèmes programmables</p> <p>B.421 Structure fonctionnelle et matérielle</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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). <p>B.422 Structure logicielle</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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). <p>Pour les solutions constructives :</p> <ul style="list-style-type: none"> . 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.

C - Principes et comportements (suite)
C.1 La chaîne d'énergie (suite)

COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<p>➔ Un système avec conversion et transmission d'énergie étant à disposition et/ou défini par son dossier, le cahier des charges étant donné et les documentations techniques concernant la chaîne d'énergie étant fournis :</p> <ul style="list-style-type: none"> - analyser et déterminer les modes de fonctionnement, en déduire le sens de circulation du flux d'énergie ; - déterminer les grandeurs énergétiques des éléments fonctionnels de la chaîne d'énergie (puissances d'entrée et de sortie, rendement) ; - reconnaître la réversibilité des éléments fonctionnels de la chaîne (transmission, conversion, alimentation) ; - tracer la relation entrée/sortie dans le quadrant correspondant. 	<p>C.12 Comportement énergétique des systèmes</p> <p>C.121 Énergie, puissance</p> <ul style="list-style-type: none"> - Énergie et puissance électrique ; - Travail et puissance d'une force et d'un couple. <p>C.122 Conversion électromécanique d'énergie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe physique de base utilisé dans les actionneurs électriques (application de la loi de Laplace aux moteurs à courant continu) ; - Conversion et transmission de puissance : rendement d'un actionneur ou d'un mécanisme (puissance électrique absorbée, puissance mécanique utile). <p>C.123 Espace de fonctionnement en régime permanent</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caractéristique force-vitesse et couple-vitesse ; - Notion de point de fonctionnement ; - Réversibilité d'une source, d'un actionneur, d'une chaîne de transmission . - Dans le cas du moteur à courant continu : entraînement et freinage d'une charge, dissipation de l'énergie, notion de quadrant. <p>C.124 La sécurité des biens et des personnes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Notions de risques et de phénomènes dangereux ; - Dangers du courant électrique : <ul style="list-style-type: none"> . sécurité des personnes, . sécurité des biens (surcharge, court-circuit). 			x x	
			x		
				x	
			x		
				x	
			x		

C - Principes et comportements (suite)					
C.2 La chaîne d'information					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<p>➔ Un système de traitement intégré à une chaîne d'information étant disponible sous forme matérielle et/ou défini par son dossier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - lister et caractériser les entrées et les sorties ; - identifier les opérateurs logiques et arithmétiques utilisés ; - déterminer le format numérique adapté ; - établir, pour un système combinatoire, l'expression d'une fonction logique, la représenter sous les formes tabulées, d'équations ou graphiques. <p>➔ Un cahier des charges d'une application étant donné, les frontières de l'étude précisées : élaborer tout ou partie du modèle comportemental.</p> <p>➔ Pour une application donnée sur un système séquentiel mis à disposition et/ou défini par un dossier, le cahier des charges et les frontières de l'étude étant précisés et le grafcet fourni :</p> <ul style="list-style-type: none"> - analyser et interpréter le grafcet fourni en décrivant, depuis une situation donnée, la suite des situations atteintes au cours de l'évolution ; - vérifier le respect de certaines contraintes formulées dans le cahier des charges (temporelles, de sécurité) ; - élaborer un diagramme décrivant l'enchaînement temporel des différentes tâches. 	<p>C.21 L'information</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nature de l'information (logique, analogique, numérique). - Les systèmes de numération (base 2, base 10, base 16). - Les codes (binaire pur, BCD, GRAY, ASCII). <p>C.22 Comportement des systèmes logiques combinatoires</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition d'un système logique combinatoire. - Variable logique, opérateurs logiques OU, ET, NON (application du théorème de De Morgan) et expressions logiques. - Outils de description (table de vérité, équation logique, logigramme). <p>C.23 Comportement des systèmes logiques séquentiels</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition d'un système logique séquentiel. - Le concept d'état. - Les fonctions : mémoire, comptage et retard. - Le modèle comportemental Grafcet (IEC60848) : <ul style="list-style-type: none"> . frontière de description et bilan des entrées/sorties, . descriptions structurées, . syntaxe et sémantique du modèle Grafcet, règles d'évolution (1 à 4). <p>C.24 Comportement des systèmes numériques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition d'un système numérique. - Variable numérique, mot binaire. - Les opérateurs sur mots (décalage, OU, ET, NON, transfert, comparaison, addition et soustraction d'entiers). - Les outils de description comportementale : <ul style="list-style-type: none"> . algorithme, appel de procédures, . spécification littérale structurée : expressions, énoncés d'affectation et d'itération (SI ... ALORS ... SINON ..., FAIRE ... JUSQU'À ..., TANT QUE ... FAIRE ..., POUR ... FAIRE ...). 				
				X	
				X	X
				X	X
			X		
			X		
				X	
					X
					X

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.

D - Représentation des produits pluritechniques					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<p>➔ Un dossier technique de produit ou de système étant fourni sous forme de dessin, la norme associée étant à disposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - représenter tout ou partie du produit sous forme schématique ; - identifier les constituants représentés. <p>➔ Un produit étant mis à disposition ou défini sous forme de représentation du réel :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier les différentes pièces constituant l'assemblage ; - définir les contraintes d'assemblage ; - analyser morphologiquement les pièces et identifier les volumes élémentaires et les paramètres associés. <p>➔ Un produit étant mis à disposition et/ou défini par un dossier : représenter tout ou partie du produit à l'aide de l'outil informatique 3D.</p>	<p>D.1 Schématisation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schémas mécaniques (cinématique, technologique). - Schémas normalisés : électriques, électroniques et pneumatiques (symboles et règles de représentation). <p>D.2 Représentation géométrique du réel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dessin et croquis à main levée pour exprimer une idée, esquisser une solution, décrire graphiquement une observation. - Représentation en 3D par modèle volumique paramétré variationnel : <ul style="list-style-type: none"> . différents modes de création des pièces, . arbres de construction, . relations entre paramètres géométriques et conditions fonctionnelles, . assemblage sous contrainte ; arbre d'assemblage. - Outils d'animation et de simulation : déplacements et interférences... - Exploitation de bases de données de composants. Relation 3D-2D : mise en plan, coupes et sections. - Fonctionnalités d'habillage. 			x x	
				x x x 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.

