

INITIATION AUX SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

ENSEIGNEMENT DE DÉTERMINATION

I - PRÉSENTATION

Notre pays, pour affirmer sa place dans le concert des pays industrialisés, dans un contexte de concurrence mondiale accrue, doit satisfaire aux besoins croissants en techniciens, ingénieurs et chercheurs. La complexité actuelle des produits et l'amélioration constante de leurs performances, dues entre autre à l'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication, exigent des compétences pluridisciplinaires avec une compréhension approfondie des principes qui les gouvernent.

Ce développement technologique associe nouvelles méthodes de conception, capacité d'analyse scientifique et culture technique, pour la maîtrise des performances. Il est donc aujourd'hui important de proposer aux jeunes un enseignement qui leur apporte la connaissance et la compréhension des concepts élémentaires qui régissent le fonctionnement des produits de leur environnement. Les formations à la technologie répondent à cet objectif. Elles développent progressivement chez les élèves la connaissance et les méthodes d'approche des produits actuels, leur font découvrir l'intérêt des démarches et des contenus qu'ils rencontreront dans les filières scientifiques et technologiques du secondaire puis du supérieur. L'enseignement de détermination "Initiation aux sciences de l'ingénieur" leur permet ainsi de mieux affirmer leur projet personnel.

II - OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Cet enseignement se caractérise par l'approche, à un niveau élémentaire, des principales technologies mises en œuvre dans les produits actuels. Il utilise pour cela les méthodes d'analyse et de conception assistées par ordinateur, associées à l'application concrète des savoirs scientifiques et techniques. En appui sur des produits de l'environnement quotidien, il recherche l'épanouissement des élèves en développant leur ouverture d'esprit, leur sens critique, leur créativité et leur capacité d'initiative.

Il vise à :

- construire les bases d'une culture technique ;
- faire acquérir les connaissances et les démarches permettant la compréhension des systèmes présents dans l'environnement de l'élève ;
- promouvoir l'utilisation des nouvelles technologies informatiques ;
- développer le travail en équipe ;
- aider à la construction du projet personnel de l'élève ;
- faire prendre conscience de la synergie avec les autres disciplines, en particulier avec la physique-chimie, les mathématiques, le français, et les langues étrangères.

III - MÉTHODOLOGIE ET ACTIVITÉS DES ÉLÈVES

Cet enseignement se fonde sur une approche concrète des objets et systèmes techniques présents dans l'environnement quotidien et dans les secteurs industriels, avec la mise en œuvre d'outils informatiques permettant la modélisation des systèmes et la simulation de leur comportement. Les systèmes seront soigneusement choisis pour être représentatifs de la diversité et de la richesse des technologies actuelles. À cet effet, les supports tels que les systèmes automatisés déjà présents dans les laboratoires seront complétés par des produits empruntés à l'environnement quotidien de l'élève et suscitant son intérêt : domotique, moyens de transports, sport, jeux, audio-visuel, information et communication, ...

Cet enseignement privilégie une démarche inductive, par l'activité pratique et la manipulation, autour de préoccupations technologiques authentiques. La démarche

d'enseignement permet d'extraire les concepts scientifiques et technologiques par de permanents allers et retours entre l'observation du réel et les activités de modélisation et de simulation. Elle s'appuie sur l'étude d'objets et de systèmes, et de leurs solutions techniques par l'observation, l'analyse, la comparaison, l'expérimentation, le démontage, le remontage, la représentation, la modélisation, la simulation et l'étude d'évolutions possibles.

Les activités pédagogiques doivent conduire l'élève à :

- faire fonctionner le système pour identifier ses fonctions, observer et comprendre les phénomènes physiques associés, mesurer certaines caractéristiques ;
- démonter, monter, régler, comparer une (ou des) solution(s) constructive(s) réalisant une fonction technique du système, afin de comprendre l'agencement d'une structure et le choix des éléments qui la composent pour constituer la réponse à un besoin clairement identifié ;
- décrire les états du système pour en expliciter le fonctionnement ;
- représenter des structures mécaniques du système à l'aide de modélisateurs volumiques paramétrés pour comprendre, justifier, faire évoluer les formes de ces structures ;
- exploiter des représentations schématiques ;
- simuler tout ou partie du fonctionnement afin de découvrir les paramètres influents ;
- vérifier que le fonctionnement du système est conforme à la loi temporelle de commande ;

et, dans le cadre du mini-projet de fin d'année, à :

- analyser et résoudre en autonomie un problème technique simple, partie d'un projet commun ;
- mener à bien dans un groupe de travail une activité sur un mini projet bien délimité et modeste, avec l'aide de bases de données techniques et d'un environnement informatique, pour développer le travail dans un esprit d'ingénierie concourante, proposer une solution et la valider après l'avoir éventuellement concrétisée.

IV - ORGANISATION DES ENSEIGNEMENTS

L'enseignement d'initiation aux sciences de l'ingénieur est dispensé sous forme de travaux pratiques en demi-divisions.

La nécessaire cohérence des enseignements dispensés, comme la qualité du suivi des élèves impliquent l'encadrement d'un groupe d'élève donné par le même professeur durant toute l'année scolaire. Les professeurs ayant en charge cet enseignement tireront avantage à travailler en équipe afin de mutualiser leur travail et d'harmoniser les acquis des élèves de groupes différents.

L'enseignement sous forme de travaux pratiques est privilégié pour faciliter l'autonomie d'action et de réflexion, respecter les rythmes d'apprentissage et favoriser une approche inductive des savoirs. Les activités pratiques occupent environ deux tiers du temps. Le tiers restant est réservé à des activités de synthèse. Ces activités permettent de structurer les connaissances et de dégager les concepts. Les soutenance relatives aux travaux en équipe (TP et mini-projet) faciliteront l'exercice de la communication écrite et orale et la valorisation des travaux effectués.

Le début du troisième trimestre de l'année scolaire est réservé à la réalisation d'un mini-projet qui exerce la créativité des élèves, met en œuvre et complète les savoirs et les savoir-faire induits et développe, chez les élèves, les capacités de réflexion autonome et de travail en groupe organisé.

L'organisation et l'équipement du laboratoire doivent permettre aux élèves, pour une période donnée, d'appréhender les mêmes centres d'intérêt.

V - PROGRAMME

L'enseignement de détermination " ISI " s'intéresse à l'étude de systèmes et de produits pluritechniques dont la complexité exige une approche structurée. A cet effet, le programme s'articule autour des approches fonctionnelle, structurelle, et comportementale, qui permettent d'appréhender et de caractériser les fonctions d'usage d'un système. L'association de ces trois approches développe les qualités d'analyse, les acquis techniques et pose les bases d'une future activité de conception.

Il s'agit de favoriser une culture des solutions constructives attachées à plusieurs champs technologiques et d'induire l'apprentissage des techniques de représentation et de modélisation à l'aide de l'outil informatique.

La colonne de gauche des tableaux qui suivent précise les compétences attendues en fin de seconde, qui définissent le contrat d'évaluation pour chaque point des différentes parties du programme. Elles sont exprimées par des verbes d'action. Les niveaux d'acquisition des savoirs et savoir-faire énoncés dans la colonne centrale sont caractérisés par les niveaux ci-dessous. Chacun de ces niveaux cumule les compétences des précédents.

Les savoirs et savoir-faire de base et les compétences associées sont regroupés dans les trois domaines caractéristiques de la démarche d'analyse et de conception des produits :

- l'analyse fonctionnelle des produits qui permet de décrire l'expression du besoin et de formuler les fonctions à satisfaire ;
- les solutions constructives associées aux fonctions, qui décrivent les solutions de réalisation et construction des fonctions techniques élémentaires, ainsi que leur représentation ; la première partie, "Animer un mécanisme", définit l'évolution et la transmission de l'énergie ; la seconde, "Commander et contrôler un système", caractérise l'acquisition, le traitement et la circulation de l'information ;
- les principes de base du comportement des systèmes, qui expliquent le fonctionnement des mécanismes, des circuits énergétiques et des circuits d'information associés ;
- l'ensemble de ces savoirs et savoir-faire est consolidé et réinvesti dans la mise en œuvre d'un mini-projet au cours du troisième trimestre.

N.B. : spécification des niveaux d'acquisition des savoirs et savoir-faire

1 - Niveau d'information (l'élève sait "de quoi on parle"). Il correspond à l'appréhension d'une vue d'ensemble d'un sujet. Les réalités sont montrées sous certains aspects de manière partielle ou globale.

2 - Niveau d'expression (l'élève sait "en parler"). Il s'agit d'un niveau de compréhension qui correspond à l'acquisition de moyens d'expression et de communication. L'élève définit et utilise les termes de la discipline.

3 - Niveau de maîtrise d'outils (l'élève "sait faire"). Niveau d'application, il correspond à la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action. L'élève sait utiliser, manipuler des règles, des principes, en vue d'un résultat à atteindre.

4 - Niveau de la maîtrise méthodologique (l'élève sait "choisir"). Il s'agit d'un niveau de savoir et d'autonomie, avec une capacité d'analyse, de synthèse et d'évaluation qui correspond à la méthodologie de pose et de résolution de problèmes. L'élève maîtrise une démarche. (Ce niveau ne sera pas demandé en seconde).

Cette liste de compétences terminales attendues ne préjuge en rien, ni de l'ordre d'acquisition privilégié par l'enseignant, ni de la progressivité et de la redondance souvent nécessaire dans l'acquisition, ni des démarches pédagogiques mises en œuvre pour les atteindre.

1 - Analyse fonctionnelle des produits					
Données initiales					
<ul style="list-style-type: none"> - le produit réel en état de fonctionnement ; - une notice technico-commerciale décrivant ses caractéristiques principales, ses conditions et son mode d'utilisation ; - son cahier des charges fonctionnel ; - éventuellement sa représentation et une simulation de son fonctionnement ; - éventuellement tout ou partie de son architecture sous forme de schéma-bloc. 					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
	1.1 Expression du besoin				

- Identifier les éléments transformés par le produit.	- Marché, client, concurrence.	X			
	- Coûts, rapport qualité-prix.	X			
- Décrire la valeur ajoutée apportée par le produit et énoncer sa fonction de base.	- Satisfaction du besoin, notion de valeur d'usage.	X			
- Configurer, régler le produit dans des cas simples et le faire fonctionner dans un mode de fonctionnement normal.	1.2 Produit et valeur ajoutée				
	- Frontière d'un produit technique.		X		
	- Interacteurs.		X		
	- Fonctions de service et fonction de base d'un produit		X		
- Distinguer la fonction de base parmi les fonctions de service ; une fonction d'usage d'une fonction d'estime ; une fonction de service d'une fonction technique.	- Nature des éléments transformés par le produit : matières, énergies, informations.		X		
	- Caractéristiques d'entrée et de sortie des éléments transformés		X		
- Repérer les solutions constructives associées aux fonctions techniques qui contribuent à la réalisation des fonctions d'usage.					
	1.3 Organisation fonctionnelle des produits				
	- Fonctions d'usage.		X		
	- Contraintes.		X		
	- Fonctions techniques associées		X		
	- Chaîne de fonctions : . chaîne d'énergie . chaîne d'information.		X		
	1.4 Outils d'expression de l'analyse fonctionnelle				
	- Diagramme de décomposition fonctionnelle de type "pourquoi ? comment ?" (FAST).		X		
	- Autres représentations graphiques des systèmes (diagramme d'activité, synoptique, schéma-bloc).	X			

2 - Les solutions technologiques associées aux fonctions

2.1 Animer un mécanisme

Données initiales

<ul style="list-style-type: none"> - tout ou partie du système à étudier, éventuellement démontable et /ou instrumenté ; - un poste informatique et la représentation virtuelle de l'ensemble, du sous-ensemble, du composant étudié ; - le diagramme FAST de la partie étudiée ; - éventuellement d'autres représentations graphiques ; - une bibliothèque informatisée d'éléments standards. 					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les grandeurs entrées et sorties d'un préactionneur. - Décrire les grandeurs physiques d'entrée et de sortie d'un actionneur et le principe de la conversion de l'énergie. - Identifier sur un matériel réel ou sur sa représentation virtuelle, la liaison réalisée par un assemblage ou un guidage. - Effectuer le démontage et le remontage d'un ensemble de pièces réalisant un assemblage ou un guidage - Pour un assemblage ou un guidage, identifier et décrire les surfaces contribuant à sa réalisation. - Identifier les risques pour les personnes ou les biens. - Associer un composant à sa représentation schématique à l'aide d'une documentation. 	2.1.1 Alimenter en énergie				
	- Alimentations locales : électricité, air.	x			
	- Alimentations autonomes : piles, accumulateurs, cellules photovoltaïques.	x			
	2.1.2 Distribuer l'énergie				
	- Distributeur, contacteur.		x		
	- Interface de puissance électronique.	x			
	2.1.3 Convertir l'énergie et entraîner				
	- Exemples de vérins pneumatiques et moteurs électriques ; micro-motorisations.		x		
	- Énergies transformées.		x		
	- Caractéristiques d'entrée et de sortie.		x		
	- Principe de fonctionnement.	x			
	2.1.4 Transmettre et/ou transformer l'énergie mécanique				
	- Assemblage et guidage entre pièces : . degrés de liberté d'une liaison entre pièces . exemples de solutions constructives (assemblages permanents, guidages en rotation et en translation).		x		
- Solutions simples de transmission et de transformation des mouvements.		x			

<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser un modeler 3D pour : <ul style="list-style-type: none"> . représenter une pièce simple ; . éditer une mise en plan de pièce ou de sous-ensemble limité ; . produire une image selon un point de vue imposé ou choisi ; . modifier les caractéristiques dimensionnelles d'un assemblage et décrire les incidences sur chacune des pièces concernées. - Dessiner à main levée la perspective d'une pièce simple. - Décrire la morphologie d'une pièce simple à partir de ses représentations 2D et 3D. - Rechercher dans une bibliothèque de constituants, des caractéristiques d'un élément à intégrer dans une maquette numérique. 	- Support de mécanisme ou de structure et adaptation à l'environnement.		X		
	2.1.5 Protéger et sécuriser				
	- Notion de protection : carters, boîtiers. enveloppes		X		
	- Isolations électrique, thermique, acoustique, matériaux associés.		X		
	2.1.6 La représentation du réel				
	- Schémas associés aux divers composants d'alimentation, de distribution et de conversion d'énergie.		X		
	- Représentation d'une pièce à l'aide d'un modeler 3D : <ul style="list-style-type: none"> . relation 3D- 2D . règles élémentaires de lecture du 2D, formes cachées, coupes, sections, filetages. 		X		

2 - Les solutions technologiques associées aux fonctions (suite)					
2.2 Commander et contrôler un système					
Données initiales					
<ul style="list-style-type: none"> - le système étudié, éventuellement instrumenté ; - le constituant concerné ; - une notice du constructeur ou l'accès à une documentation technique décrivant ses caractéristiques ; - le diagramme FAST de la partie étudiée. 					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> - Identifier la grandeur physique saisie par un capteur et la nature (logique, numérique, analogique) de l'information de sortie. - Localiser sur le système réel un élément donné de la chaîne d'information. - Identifier la nature, la source et 	2.2.1 Acquérir les informations				
	- Exemples de grandeurs à acquérir : position, vitesse, effort, température...	X			
	- Nature de l'information délivrée : logique, analogique, numérique.		X		
	- Exemples de solutions : mécanique, magnétique, optique.	X			

la destination d'une information reçue ou émise par un élément donné de la chaîne d'information.	2.2.2 Communiquer les informations				
	- Périphériques : . saisie des consignes (pupitre, clavier, souris) . émission des comptes rendus (écran, imprimante, traceur, afficheur, voyant, signal sonore)		x		
	- Communication avec d'autres équipements : liaisons série et parallèle.	x			
	- Exemples de réseaux locaux et étendus : architecture des réseaux (communication entre ordinateurs, connexion à Internet).	x			
	2.2.3 Traiter les informations				
	- Exemples de solutions câblées : cartes électroniques.	x			
- Exemples de solutions programmées : API, modules logiques programmables, cartes à microcontrôleur.	x				

3 - Introduction aux états et au comportement des systèmes					
Données initiales					
<ul style="list-style-type: none"> - tout ou partie du système réel sécurisé ; - moyens de mesure éventuels ; - moyens matériels et logiciels nécessaires à la mise en œuvre des simulations envisagées ; - le diagramme FAST de la partie étudiée ; - éventuellement les schémas de puissance et/ou de commande de la partie étudiée ; - les consignes et procédures nécessaires à la manipulation en toute sécurité. 					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> - Sur le système réel ou sur simulateur, effectuer le câblage hors énergie et vérifier le fonctionnement de tout ou partie d'un circuit de puissance et/ou de commande pneumatique ou électrique basse tension - Identifier par l'observation et/ou la mesure les paramètres d'entrée et de 	3.1 Les circuits de puissance				
	- La chaîne d'alimentation, de distribution et de conversion de l'énergie.		x		
	- Les règles de sécurité correspondantes.		x		
	- Les schémas de puissance électrique et pneumatique.		x		
	Grandeurs physiques associées				

<p>sortie et décrire dans les cas simples le principe physique impliqué dans le comportement du mécanisme.</p> <p>- Vérifier la conformité du fonctionnement d'un système réel au regard d'une description temporelle (Grafcet ou autre).</p> <p>- Implanter ou modifier un programme dans le constituant programmable et vérifier le fonctionnement du système.</p>	- Tension, intensité, pression, débit, puissance.		X		
	- Unités et mesures correspondantes.		X		
	3.2 Les mécanismes de transformation du mouvement				
	- Modélisation des assemblages et des guidages : notion de liaison.		X		
	- Mécanismes à un paramètre d'entrée et un paramètre de sortie, chaîne cinématique correspondante.		X		
	- Schémas de principe.		X		
	Grandeurs physiques associées				
	Position, vitesse, force, couple, puissance.		X		
	- Unités et mesures correspondantes.		X		
	3.3 La chaîne d'information				
	- Structure de la chaîne d'information		X		
	- Les schémas de commande		X		
	- Description des systèmes logiques : . les propositions logiques (Si... Alors... Sinon..., Tant que... Faire...), . les opérations logiques (ET, OUI, OU, NON).		X		
- Description temporelle (durée, séquence) : chronogramme.		X			
- Description des systèmes séquentiels : Grafcet **, description de type algorithmique.		X			
- Utilisation de progiciels d'assistance à la programmation.		X			

** l'apprentissage des règles d'évolution du Grafcet n'est pas au programme.

4 - Mise en œuvre d'un mini-projet					
Données initiales - les moyens matériels et logiciels nécessaires ; - une documentation adaptée ou l'accès à celle-ci par cédérom, site Internet, visite d'entreprise... ; - les moyens de communication nécessaires au compte rendu du travail ; - le travail attendu et le cahier des charges définissant la problématique.					
COMPÉTENCES ATTENDUES	SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE ASSOCIÉS	NIVEAU D'ACQUISITION			
		1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> - Communiquer au sein d'un groupe de travail. - Organiser son travail, en groupe et individuellement. - Rendre compte de son travail par écrit et oralement. - Répondre à une problématique. - Valider une réalisation simple. - Rechercher et partager des données informatiques. 	Trame d'une "démarche de projet"				
	Expression du besoin - Objectifs (quantitatifs, qualitatifs). - Contraintes.		X		
	Plan d'action, organisation, moyens- Calendrier. - Répartition des rôles et des tâches. - Revues de projet, communication. - Recherche individuelle et groupée. - Moyens de communication et d'information (réseaux locaux et étendus).		X		
	Bilan - Rapport, démonstration. - Synthèse, écarts par rapport à l'objectif.		X		