

Annexe

Programme de sciences industrielles pour l'ingénieur des classes préparatoires de technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS)

1. Les finalités

La filière ATS est une classe préparatoire aux grandes écoles d'ingénieurs. Elle est réservée aux titulaires d'un BTS ou DUT à vocation scientifique ou technologique. Cette formation renforce, approfondit et élargit leur formation générale, scientifique et technologique en une année pour devenir ingénieur. Un ingénieur doit avoir une approche globale des systèmes qui lui permet de gérer leur complexité. Il doit appréhender les produits et systèmes industriels par une approche intégrée des chaînes d'énergie et d'information. Il doit s'appuyer sur des modèles élaborés à partir d'outils développés en mathématiques, sciences physiques, mécanique, électricité et automatique.

Les sciences industrielles pour l'ingénieur dans la filière ATS permettent d'aborder avec méthode et rigueur l'analyse des systèmes pluri techniques dans leur globalité et leur complexité. Elles développent des compétences permettant de s'adapter à des contextes ou des produits nouveaux, afin de dégager leurs fonctions principales et de procéder à leur analyse descendante ou globale.

Les outils à acquérir ne sont pas une finalité. Les exemples puisés dans diverses spécialités comme la mécanique, l'électricité seront très utiles pour déterminer les modèles destinés à analyser, prévoir le comportement de la chaîne d'énergie et concevoir la partie commande des systèmes complexes.

2. Les objectifs généraux

À partir de supports industriels placés dans leur environnement technico-économique, les étudiants devront acquérir les macro-compétences représentées sur la carte heuristique (figure 1), associées à des savoirs et savoir faire. Ces macro-compétences sont définies dans les paragraphes suivants.

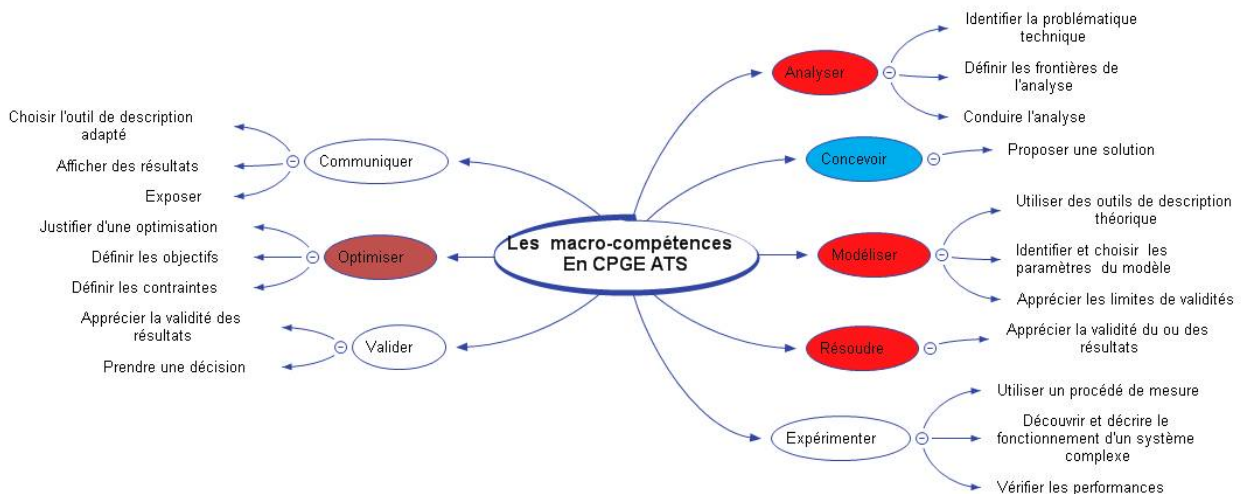


Figure 1 - Carte heuristique des macros compétences

2.1 Analyser

Mener une analyse fonctionnelle et/ou comportementale sur des systèmes pluri techniques issus des grands secteurs d'activité par exemple : les transports, la production manufacturière, le bâtiment, la santé, l'environnement, l'énergie et les télécommunications.

2.1.1 Identifier la problématique technique

Formaliser l'ensemble des questions techniques auxquelles il faut répondre pour réaliser une fonction dans un environnement contraint.

2.1.2 Définir les frontières de l'analyse

Définir les limites et les contraintes choisies ou imposées.

2.1.3 Conduire l'analyse

Établir et concevoir une méthodologie d'analyse fonctionnelle au travers de représentations normalisées.

2.2 Concevoir

Concevoir un produit conforme aux exigences d'un cahier des charges en fonction de la connaissance et du respect de l'outil de production et dans le cadre d'une approche de gestion de projet incluant la gestion du cycle de vie et le respect de l'environnement

Proposer des solutions techniques répondant à un besoin exprimé en utilisant les langages et les représentations adaptés.

2.3 Modéliser

Modéliser un système complexe réel permettant une exploitation théorique afin de définir, prédire, analyser ou valider ses performances. Le choix du modèle dépend très largement de ce que l'on cherche à obtenir et de la méthode de résolution envisagée. La modélisation repose sur la formalisation d'hypothèses, le choix et la justification de modèles théoriques, la détermination ou l'identification des paramètres du modèle.

2.3.1 Utiliser des outils de description théorique

Définir, choisir et justifier un modèle de connaissance issu de l'analyse de systèmes complexes.

2.3.2 Identifier et choisir les paramètres du modèle

À partir d'un modèle de comportement ou bien d'un modèle "boite grise", définir et identifier les paramètres du modèle afin de décrire au mieux le comportement du système réel.

2.3.3 Apprécier les limites de validité

Quantifier la corrélation entre le comportement du modèle et du système réel en fonction des hypothèses retenues et des contraintes environnementales.

2.4 Résoudre

Choisir une méthode de résolution adaptée aux objectifs visés (simulation, résolution analytique, graphique ou numérique) et procéder à sa mise en œuvre.

Apprécier la validité du ou des résultats à partir du modèle, et/ou du système réel ou d'un cahier des charges.

2.5 Expérimenter

Établir et justifier un protocole expérimental en choisissant les essais à réaliser et les grandeurs physiques à mesurer.

2.5.1 Découvrir et décrire le comportement d'un système complexe

Effectuer des manipulations et des observations en vue de décrire le comportement d'un système.

2.5.2 Utiliser un procédé de mesure

Obtenir et interpréter des résultats par la mise en œuvre d'appareils permettant la mesure et le traitement de grandeurs physiques et de signaux d'information.

2.5.3 Vérifier les performances

Élaborer, justifier et mettre en œuvre un protocole expérimental.

Interpréter les résultats en tenant compte des incertitudes de mesure, des hypothèses de modélisation et de la variabilité des mesures.

2.6 Valider

Valider un résultat et décider de manière autonome.

2.6.1 Apprécier la validité des résultats

Porter une analyse critique en comparant les résultats obtenus à partir du modèle à ceux du système réel ou aux données d'un cahier des charges.

2.6.2 Prendre une décision

Faire un choix entre plusieurs solutions techniques.

Conclure sur la pertinence des hypothèses de modélisation et sur le choix des modèles.

2.7 Optimiser

Optimiser un ou plusieurs paramètres du modèle après avoir inventorié et défini les objectifs et les contraintes.

2.7.1 Justifier d'une optimisation

Justifier de la nécessité de l'optimisation d'un modèle décrivant le fonctionnement d'un système réel ou de l'un de ses constituants.

2.7.2 Définir les objectifs

Identifier le ou les paramètres à optimiser. Quantifier les marges de progression.

2.7.3 Définir les contraintes

Prendre en compte les contraintes contextuelles (économiques, techniques, physiques, environnementales).

2.8 Communiquer

Utiliser différents modes de communication au moyen d'outils adaptés.

2.8.1 Choisir l'outil de description adapté

Retenir un outil de description adapté à une situation donnée (problématique à exposer et nature du public).

2.8.2 Afficher des résultats

Savoir utiliser les différents outils de communication.

2.8.3 Exposer

Structurer son exposé, adopter une attitude conforme aux usages.

Argumenter en fonction d'un objectif à atteindre et des remarques formulées ou des contraintes imposées.

Produire un relevé de conclusions synthétique.

3. L'organisation de l'enseignement

3.1 Les activités proposées

L'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur doit être centré sur les activités de travaux pratiques (TP) à partir des systèmes présents dans les laboratoires et de mini-projets.

Les TP et les mini-projets sont réalisés en travaux pratiques d'atelier par groupe de 15 élèves au maximum.

L'enseignant de sciences industrielles pour l'ingénieur en CPGE doit prévoir :

- des TP de formation ;
- quelques TP d'évaluation ;
- plus rarement des TP d'application ;
- une pédagogie par projets.

Les TP en sciences industrielles pour l'ingénieur ont pour objectif de développer des aptitudes spécifiques, complémentaires de celles qui sont valorisées dans les autres disciplines. Ils permettent :

- d'acquérir une opérationnalité dans la démarche ingénieur, c'est-à-dire de développer les compétences nécessaires pour analyser et concevoir un système complexe ;
- de consolider les connaissances et la maîtrise des outils vus en cours et en TD ;
- de découvrir la réalité des solutions industrielles, et de développer le sens de l'observation, le goût du concret et la prise d'initiative et de responsabilité.

L'articulation de l'enseignement autour des activités de TP et de mini-projets est imposée.

Cette organisation nécessite une structure adéquate pour les laboratoires de sciences industrielles pour l'ingénieur et la mise en place d'une organisation pédagogique qui réponde aux objectifs définis précédemment. Il faut :

- la mise en place d'un laboratoire commun de sciences industrielles pour l'ingénieur ;
- l'intervention simultanée des deux enseignants dans ce laboratoire ;
- une progression annuelle élaborée à partir d'objectifs pédagogiques clairement définis.

L'hétérogénéité de l'origine des étudiants impose une répartition en trois groupes. Un groupe avec une sensibilité génie électrique (GE), un groupe avec une sensibilité génie mécanique (GM) et un troisième groupe (AU) regroupant les formations plus spécifiques des sciences industrielles de l'ingénieur (génie civil, mesures physiques, génie thermique et énergétique, géomètre topographe, fluide énergie, construction et autres formations « rares »).

L'objectif de la formation consiste à réduire les différences de maîtrise des macro-compétences, savoirs et savoir-faire associés qui sont constatés à l'entrée en ATS. Dans ces conditions, l'enseignement de Sciences Industrielles de l'Ingénieur comporte deux périodes de formation différentes. La première période est un enseignement différencié entre les trois groupes et qui se déroule au premier semestre (de septembre à fin janvier), les cours et TD sont articulés autour de cycles de travaux pratiques comprenant trois ou quatre séances suivies d'une séance de synthèse. Au second semestre (à partir de fin janvier), l'enseignement est articulé autour de plusieurs mini-projets d'une durée de 12 à 15 heures associant des équipes mixtes issues des trois groupes.

La répartition hebdomadaire des horaires est décrite ci-dessous.

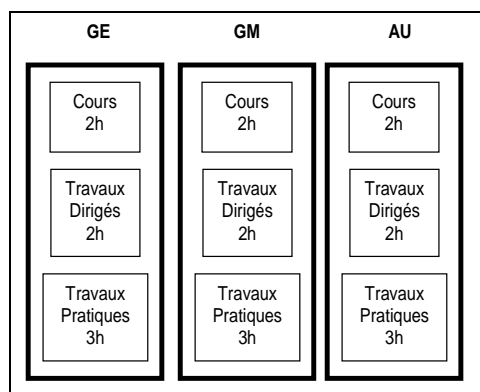
3.2 L'organisation pendant la première période de l'année

Il existe trois groupes qui fonctionnent en parallèle (un groupe GE, un groupe GM et un groupe AU).

Chaque groupe se voit proposer un enseignement de mécanique (1 h de cours, 1 h de TD et 1,5 h de TP) et d'électricité (1 h de cours, 1 h de TD et 1,5 h de TP). La formation proposée dans les champs disciplinaires génie électrique et génie mécanique est différenciée et adaptée à chacun des trois groupes.

Cette différenciation peut porter sur les niveaux taxonomiques, les contenus ou les méthodes pédagogiques mises en œuvre.

1ère période



3.3 L'organisation pendant la seconde période de l'année

Il existe trois groupes pédagogiques hétérogènes constitués d'élèves issus des trois groupes de la première période (GE, GM et AU). Chaque groupe pédagogique se voit proposer un enseignement de sciences industrielles pour l'ingénieur (2 h de cours, 2 h de TD et 3 h de mini-projets) articulé autour de mini-projets différenciés

Les mini-projets sont des travaux incluant un temps d'analyse, de propositions de solutions puis de validation à l'aide de simulations ou d'expérimentations. Il n'y a pas de réalisation matérielle.

Les mini-projets, sous la responsabilité des deux professeurs, sont réalisés par des équipes mixtes de trois à cinq étudiants issus des trois groupes de la première période (GE, GM et AU). Les activités sont encadrées mais une autonomie importante sera recherchée.

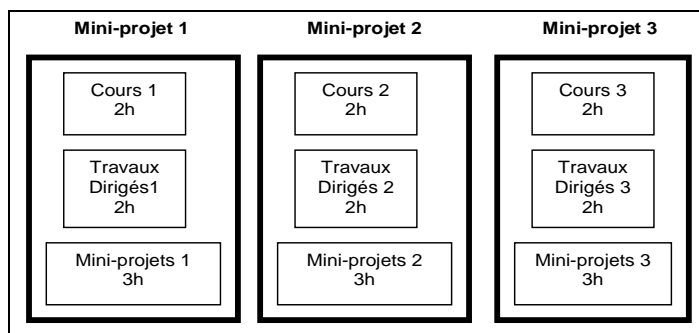
Chaque séance donne lieu à la rédaction d'une note de synthèse par les élèves qui doit traduire l'avancement des travaux et les difficultés rencontrées. Cette note est analysée par les deux professeurs. Les conclusions de cette analyse guident la progression pédagogique qui doit être élaborée à partir de centres d'intérêts.

Les activités proposées à l'occasion des mini-projets peuvent être :

- des travaux de simulation portant sur des systèmes complexes réels ;
- des travaux d'essais et de mesures sur des systèmes existants soit au laboratoire, soit accessibles en ligne ;
- des modifications concernant des lois de commande ou des cartes de commande destinées à des systèmes existants dans le laboratoire ;
- la rédaction de procédures de réglage ou de mesures.

L'ensemble de ces activités doit renforcer l'autonomie des étudiants, les facultés de prise de décisions et favoriser la gestion de projet en équipe.

2ème période



4. Le contenu de la formation

Le programme est écrit en termes de compétences à atteindre auxquelles sont associés les savoirs, savoir-faire et savoir-être. Le tableau donné ci-dessous permet de faire le lien entre les savoirs et les macro-compétences.

Le programme se structure en quatre parties :

S1 Analyse fonctionnelle ;

S2 Fonctions du produit ;

S3 Comportement des systèmes : les outils et les méthodes ;

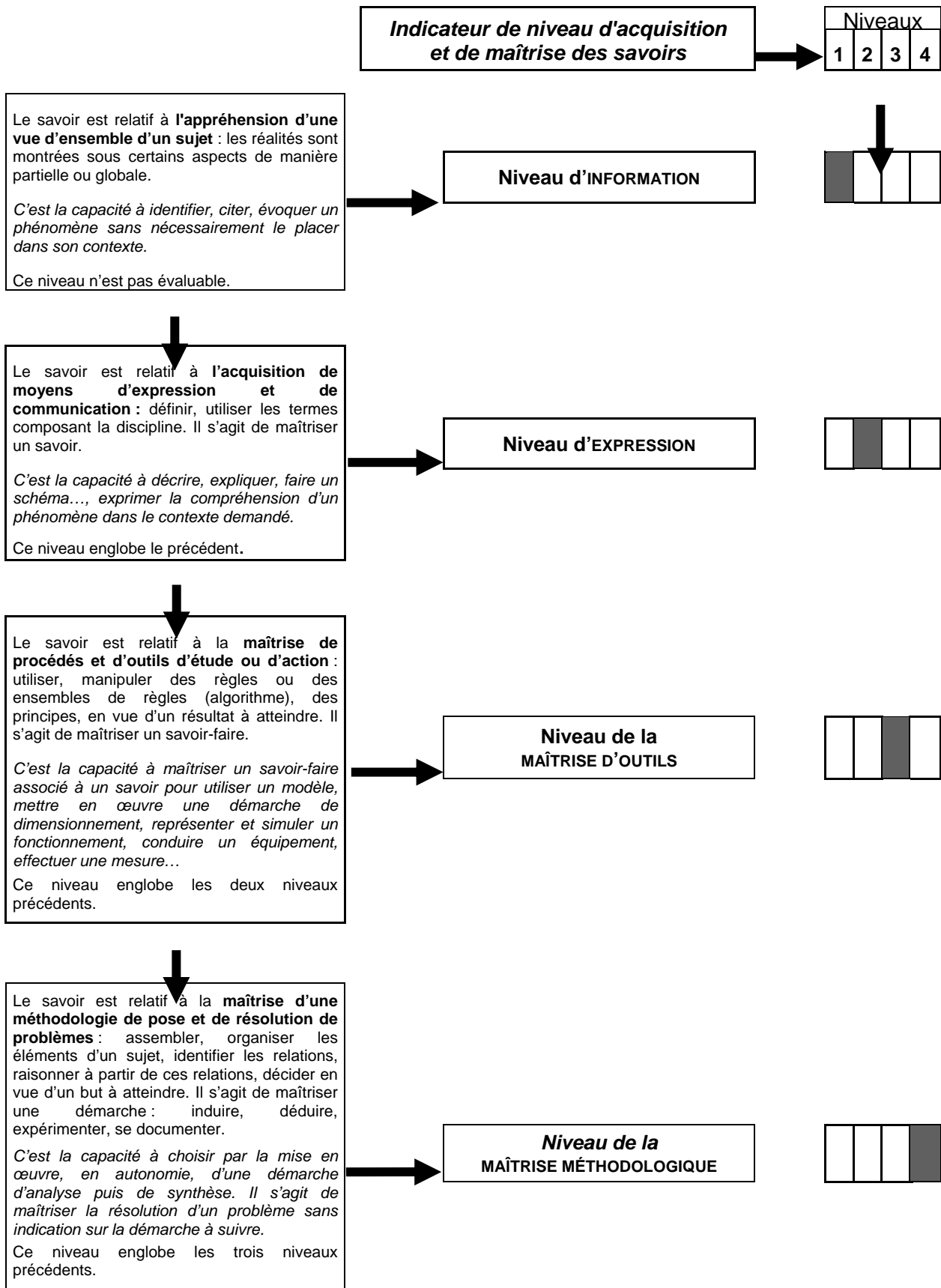
S4 Représentation des produits.

Les niveaux de maîtrise des savoirs sont spécifiés suivant la taxonomie décrite ci-après.

Ce niveau de maîtrise étant différent pour chaque groupe à l'entrée en ATS, il est précisé dans les colonnes GE, GM, AU. La colonne « Niveau concours » indique le niveau de maîtrise des savoirs et savoir-faire attendu de la part des étudiants au moment des concours d'entrée aux grandes écoles.

Tableau croisé Macro-compétences/savoirs associés

Savoirs		Macro-compétences							
		Analyser	Concevoir	Modéliser	Résoudre	Expérimenter	Valider	Optimiser	Communiquer
S1	Analyse fonctionnelle								
S11	Point de vue externe	X				X			X
S12	Point de vue interne	X				X			X
S2	Fonctions du produit								
S21	Alimenter en énergie	X							X
S22	Distribuer et convertir l'énergie								
S221	Convertisseurs statiques d'énergie	X					X		X
S222	Actionneurs et pré actionneurs associés incluant leurs commandes	X					X		X
S23	Transmettre l'énergie								
S231	Liaisons mécaniques	X					X		X
S232	Composants mécaniques de transmission	X					X		X
S24	Acquérir, traiter et communiquer l'information								
S241	Capteurs	X					X		X
S242	Traitement de l'information								
S2421	Conditionnement de l'information après les capteurs	X					X		X
S2422	Systèmes programmables	X					X		X
S243	Transport de l'information	X					X		X
S3	Comportement des systèmes : outils et modèles								
S31	Chaîne d'énergie								
S311	Sources d'énergie électrique				X	X			
S312	Conversion statique d'énergie	X	X			X			X
S313	Conversion électromécanique d'énergie	X	X	X		X			X
S314	Détermination des lois de mouvement	X		X	X	X	X		
S315	Détermination des actions mécaniques	X		X	X	X	X		
S32	Chaîne d'information								
S321	Conditionnement du signal	X				X			
S322	Comportement des systèmes programmables	X	X			X			X
S323	Comportement des systèmes asservis								
S3231	Modélisation d'un système asservi	X		X		X	X	X	X
S3232	Contrôle et commande d'un système asservi	X		X		X	X	X	X
S324	Transmission de l'information								
S3241	Modes de transmission	X				X			X
S3242	Réseaux	X				X			X
S4	Représentation des produits								
S41	Représentation des signaux					X			
S42	Schématisation des solutions	X		X		X			X
S43	Représentation géométrique du réel		X						X



Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs

S1 Analyse fonctionnelle

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé, le cahier des charges du produit ou du système étant fourni, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • définir les frontières de l'étude ; • identifier pour une fonction donnée : critères, niveaux, flexibilité ; • conduire l'analyse d'un schéma bloc décrivant l'architecture fonctionnelle d'un système ; • identifier et caractériser les éléments transformés ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> • effectuer des manipulations et des observations en vue de décrire le comportement d'un système ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • choisir l'outil de description pour représenter les différents flux (physique, énergétique, informationnel) ; • communiquer sur les fonctions de service du produit et les mettre en relation avec le besoin et des contraintes à satisfaire.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
S11 Point de vue externe <ul style="list-style-type: none"> • Besoin à satisfaire. • Cycle de vie du produit. • Expression fonctionnelle du besoin. • Frontière d'une étude, diagramme des interacteurs. • Fonctions de service. • Cahier des charges fonctionnel : caractéristiques des fonctions de service (critères, niveaux et flexibilité). 	2	2	1				
S12 Point de vue interne <ul style="list-style-type: none"> • Déclinaison des fonctions de service en fonctions techniques. • Outils de représentation fonctionnelle des systèmes et produits : diagramme d'activité, synoptique, schéma bloc. • Architecture fonctionnelle des produits et systèmes : chaîne d'énergie, chaîne d'information. Relations entre chaîne d'énergie et chaîne d'information. • Fonctions élémentaires d'une chaîne d'énergie : alimenter, distribuer, convertir, transmettre et agir sur la matière d'œuvre. • Fonctions élémentaires d'une chaîne d'information : acquérir, traiter et communiquer. • Nature, caractéristiques et flux des éléments transformés par le produit : matière, énergie et information. Homogénéité des chaînes fonctionnelles et compatibilité des paramètres d'interface entre les différentes fonctions d'une chaîne. 	2	2	1				
Commentaires et limitations L'analyse fonctionnelle, outil indispensable à la conception et à la réalisation de produits compétitifs, constitue un moyen de situer une problématique technique et fournit un cadre structurant des connaissances visées par le programme, quel que soit le champ disciplinaire abordé. La sensibilisation aux différents outils sera abordée au travers de quelques exemples pertinents et par la mise en situation systématique des fonctions techniques, objets d'études lors des TD ou des TP. Sur un système complexe, l'analyse et la description fonctionnelle doivent être partielles.							

S2 Fonctions du produit
S21 Alimenter en énergie

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé et son cahier des charges étant fourni, la source d'énergie, les actionneurs et le schéma de puissance étant définis, les caractéristiques de fonctionnement étant précisées pour une application donnée, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • identifier les constituants du réseau d'alimentation ; • identifier les grandeurs physique disponibles ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • exprimer les caractéristiques des sources.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
Sources d'énergies :							
• grandeurs physiques disponibles ;	3	1	1				
• constituants de distribution.	3	1	1				
<i>Pour les solutions électriques :</i>							
- réseaux de distribution monophasé et triphasé équilibré ;	3	1	1				
- réseaux embarqués : piles, panneaux solaires et accumulateurs (différentes technologies et leurs principales applications).	3	1	1				
<i>Pour les solutions pneumatiques et hydrauliques :</i>							
- compresseurs ;	1	3	1				
- pompes.	1	3	1				
Commentaires et limitations	On se limitera à l'identification des caractéristiques fonctionnelles fondamentales en entrée et en sortie en vue d'obtenir les performances attendues.						

S2 Fonctions du produit

S22 Distribuer et convertir l'énergie

Compétences attendues

Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé et son cahier des charges étant fourni, la source d'énergie, les actionneurs et le schéma de puissance étant définis, les caractéristiques de fonctionnement étant précisées pour une application donnée, les compétences acquises doivent permettre de :

Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • identifier les distributeurs d'énergie et leurs paramètres de commande ; • identifier les actionneurs et préactionneurs utilisés dans la chaîne d'énergie du système ;
Valider	<ul style="list-style-type: none"> • justifier les choix au regard du cahier des charges ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • extraire de la documentation fournie les valeurs numériques caractéristiques des solutions techniques retenues.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<p>S221 Convertisseurs statiques d'énergie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nature et caractéristiques des grandeurs physiques d'entrée et de sortie : continu ou alternatif, courant ou tension. • Réversibilités (quadrants de fonctionnement). <p><i>Pour les solutions électriques relatives à l'entraînement des machines tournantes.</i></p>	3	1	1				
	3	1	1				
	3	1	1				
<p>S222 Actionneurs et pré actionneurs associés incluant leurs commandes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques d'entrée et de sortie. • Modes de fonctionnement, réversibilités (quadrants de fonctionnement). • Domaines d'application. <p><i>Pour les solutions techniques électriques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - machine à courant continu à excitation séparée ou à aimant permanent ; - machine synchrone (machine sans balais) ; - machine asynchrone triphasée à cage. <p><i>Pour les solutions hydrauliques et pneumatiques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - vérins. 	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	1	3	1				
<p>Commentaires et limitations</p> <p>L'étude des actionneurs, de leur commande et de la distribution d'énergie correspondante ne doit être abordée que dans des études de cas pertinents où le cahier de charges spécifie les performances attendues et le contexte de fonctionnement du système.</p> <p>On se limitera à l'identification des caractéristiques fonctionnelles fondamentales en entrée et en sortie en vue d'obtenir les performances attendues.</p>							

S2 Fonctions du produit
S23 Transmettre l'énergie

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé et son cahier des charges étant fourni, tout ou partie du produit ou du système étant disponible et les documents techniques étant donnés sous forme de plans, schémas, croquis, maquettes numériques, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • identifier les solutions techniques correspondant à une fonction technique ;
Valider	<ul style="list-style-type: none"> • justifier un choix constructif au regard du cahier des charges et des exigences techniques et économiques de réalisation ; • comparer deux solutions constructives répondant à la même fonction technique pour une application donnée ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • énoncer les caractéristiques fonctionnelles d'une solution constructive.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
S231 Liaisons mécaniques <ul style="list-style-type: none"> • Nature des liaisons obtenues. • Caractérisation : niveau de qualité, tenue aux efforts et vitesse relative admissible. <i>Pour les solutions techniques (1) :</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>assemblages démontables et permanents ;</i> - <i>guidages en rotation par glissement et par éléments roulants ;</i> - <i>guidages en translation par glissement et par éléments roulants.</i> 	1	3	1				
	1	3	1				
	1	3	1				
	1	3	1				
	1	3	1				
Commentaires et limitations Les différentes solutions techniques devront être abordées en TD ou en TP dans le cadre de la réalisation de problématiques plus générales portant sur un système. (1) Les solutions les plus courantes permettant la réalisation des liaisons mécaniques seront étudiées à l'aide de leurs surfaces et conditions fonctionnelles dans le but de mettre en évidence leurs principales caractéristiques : niveau de qualité, tenue aux efforts et vitesse relative admissible. Les points suivants ne sont pas au programme: le collage, le frettage, les calculs des organes filetés précontraints, les calculs par pincement, par déformation élastique ou par coincement, Les calculs des clavettes, les guidages hydrostatiques et hydrodynamiques, étanchéité et la lubrification des guidages. Les calculs de durée de vie des roulements, dans le cas d'une utilisation continue sans variation de la vitesse de rotation, feront uniquement l'objet de calculs de vérification à partir de documents constructeur et des formules qui seront données.							

2ème période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
S232 Composants mécaniques de transmission							
• Caractérisation cinématique de la transmission : mobilité, loi d'entrée-sortie et réversibilité.	2	3	1				
• Puissances d'entrée et de sortie et rendement.	2	3	1				
<i>Pour les solutions techniques (1) :</i>							
<i>transmissions sans transformation de mouvement :</i>							
<i>sans modification de la fréquence de rotation :</i>							
- <i>embrayages,</i>	1	3	1				
- <i>limiteurs de couple,</i>	1	3	1				
- <i>freins.</i>	1	3	1				
<i>avec modification de la fréquence de rotation :</i>							
- <i>dispositif poulies / courroie ;</i>	1	3	1				
- <i>dispositif pignons / chaîne ;</i>	1	3	1				
- <i>engrenages (trains simples et épicycloïdaux).</i>	1	3	1				
<i>transmissions avec transformation de mouvement :</i>							
- <i>dispositif vis écrou (avec ou sans éléments roulants) ;</i>	1	3	1				
- <i>comes.</i>	1	3	1				
Commentaires et limitations							
Les différentes solutions techniques devront être abordées en TD ou en TP dans le cadre de la réalisation de problématiques plus générales portant sur un système.							
(1) Les solutions les plus courantes permettant la transmission de mouvement seront étudiées et comparées dans le but de mettre en évidence leurs caractéristiques cinématiques et leur rendement.							

S2 Fonctions du produit

S24 Acquérir, traiter et communiquer l'information

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé, les éléments du cahier des charges relatifs à la grandeur physique et les documents techniques relatifs aux composants de la chaîne d'acquisition étant fournis, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • identifier les capteurs utilisés dans la chaîne d'information du système ; • identifier les différents constituants matériels de la chaîne d'information et les fonctions techniques réalisées ; • définir la nature des informations d'entrée et de sortie du capteur ;
Valider	<ul style="list-style-type: none"> • justifier le choix du capteur au regard du cahier des charges ; • justifier le choix d'un support de transmission au regard du cahier des charges ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • extraire de la documentation fournie les valeurs numériques caractéristiques des solutions techniques retenues ; • décrire et représenter les évolutions temporelles et fréquentielles des signaux le long de la chaîne d'information.

2ème période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
S241 Capteurs <ul style="list-style-type: none"> • Place du capteur dans la chaîne d'information. • Fonctions de base et structure fonctionnelle de la chaîne d'acquisition de l'information (Principes physiques de l'acquisition de l'information). • Nature des informations d'entrée et de sortie. • Caractéristiques métrologiques : étendue de mesure, sensibilité, résolution, fidélité et temps de réponse. 	2	2	1				
S242 Traitement de l'information S2421 Conditionnement de l'information après les capteurs <ul style="list-style-type: none"> • Filtrage (gabarit). • Conversions A/N et N/A. 	3	2	1				
S2422 Systèmes programmables <ul style="list-style-type: none"> • Structure fonctionnelle des systèmes programmables : entrées / sorties, bus d'adresses et de données, mémoires et unité arithmétique. 	3	2	1				
<i>Pour les solutions techniques :</i> <i>microcontrôleur, circuit logique programmable et automate programmable industriel.</i>	3	2	1				
S243 Transport de l'information Caractéristiques principales : bande passante et atténuation.	3	2	1				
<i>Pour les solutions techniques :</i> <i>paires torsadées, fibres optiques et les liaisons sans fil.</i>	3	2	1				
Commentaires et limitations On se limitera à l'approche fonctionnelle sans aborder les aspects technologiques.							

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles

S31 Chaîne d'énergie

S311 Sources d'énergie électrique

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé, son cahier des charges étant fourni, les compétences acquises doivent permettre de :	
Résoudre	<ul style="list-style-type: none"> • prédéterminer les valeurs des courants, tensions, puissance, facteur de puissance ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> • mesurer des courants, tensions, puissances, facteur de puissance, contenu harmonique et taux de distorsion.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> • Sources alternatives distribuées : tension, fréquence et qualité de l'énergie. 	3	2	1				
<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation des niveaux de tension et l'isolation galvanique par transformateur monophasé supposé parfait. 	3	2	1				
<ul style="list-style-type: none"> • Sources continues : tension, courant de court-circuit et capacité. 	3	2	1				
Commentaires et limitations Le taux de distorsion sera uniquement abordé lors de manipulations.							

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles

S31 Chaîne d'énergie

S312 Conversion statique d'énergie

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et / ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé, son cahier des charges étant fourni, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> déterminer les grandeurs énergétiques des éléments fonctionnels de la chaîne d'énergie (puissances d'entrée et de sortie, facteur de puissance) ; analyser le fonctionnement d'un convertisseur en termes de réversibilité ;
Concevoir	<ul style="list-style-type: none"> choisir un convertisseur selon les transferts énergétiques de l'application (quadrants de fonctionnement) ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> identifier et régler les paramètres de commande liés à la conversion d'énergie et à la variation de vitesse ; visualiser les formes d'ondes des tensions et des courants ; mesurer les grandeurs énergétiques (5) ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> justifier le choix des semi-conducteurs utilisés en s'appuyant sur les caractéristiques principales issues de documents techniques.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> Principes de la conversion statique : association de sources tension-courant et modes de commutation des interrupteurs. Semi-conducteurs de puissance (2 ou 3 segments) (1). Caractéristiques et critères de choix : tension maximale, courant efficace, courant moyen et réversibilité (2). Convertisseurs : <ul style="list-style-type: none"> de l'alternatif au continu : <ul style="list-style-type: none"> redresseur monophasé (3). du continu au continu (4) <ul style="list-style-type: none"> hacheur série ; hacheur quatre quadrants. Filtrage de la tension et lissage du courant par composants passifs. 	3	1	1				
	3	1	1				
	3	1	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				

Commentaires et limitations

(1) La fonction thyristor n'est plus au programme.
 (2) On considérera les interrupteurs parfaits (sans pertes).
 (3) On se limitera aux redresseurs PD2 non commandés sur charge de type source de courant.
 (4) On se limitera à la conduction continue sur charge RLE. On supposera que la constante de temps de la charge est très supérieure à la période du hacheur, le courant sera donc linéarisé.
 (5) On mettra en évidence lors d'un TP les pertes dans un convertisseur statique.

2ème période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> Convertisseurs : <ul style="list-style-type: none"> du continu à l'alternatif : <ul style="list-style-type: none"> onduleurs autonomes de tensions triphasées (MLI). 	2	2	1				

Commentaires et limitations

On montrera l'intérêt de la commande MLI du point de vue spectral. Les développements en série de Fourier seront fournis.

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles
 S31 Chaîne d'énergie
S313 Conversion électromécanique d'énergie

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé, son cahier des charges étant fourni, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • déterminer la nature de l'actionneur (MCC, MS ou MAS) ; • identifier les régimes de fonctionnement mécanique (quadrants de fonctionnement) ; • déterminer les caractéristiques mécaniques permettant d'entraîner une charge donnée ;
Concevoir	<ul style="list-style-type: none"> • choisir la nature de la commande (couple, vitesse, mixte) adaptée aux spécifications de l'application ;
Modéliser	<ul style="list-style-type: none"> • déterminer le schéma équivalent ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> • déterminer les grandeurs énergétiques des éléments fonctionnels de la chaîne d'énergie (puissances d'entrée et de sortie, rendement) ; • établir le lien entre les grandeurs mécaniques et électriques en effectuant les mesures adaptées ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • déterminer les grandeurs énergétiques des éléments fonctionnels de la chaîne d'énergie (puissances d'entrée et de sortie, rendement).

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> • Machines électriques : <ul style="list-style-type: none"> - principes de conversion électromécanique utilisés dans les machines électriques ; - modèle de comportement (1) ; - bilan des puissances ; - caractéristiques mécaniques des machines (2). • Association convertisseur - machine - charge : <ul style="list-style-type: none"> - point de fonctionnement ; - pertes et rendement ; - grandeurs à contrôler pour la commande en couple ou en vitesse des machines (3). <p style="text-align: center;">1ère période</p> <p><i>Pour les solutions techniques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - machine à courant continu à flux constant. <p style="text-align: center;">2ème période</p> <p><i>Pour les solutions techniques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - machine synchrone (machine sans balais) ; - machine asynchrone triphasée à cage. 	2 2 2 2	2 2 2 2	1 1 1 1				
<p style="text-align: center;">1ère période</p> <p><i>Pour les solutions techniques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - machine à courant continu à flux constant. <p style="text-align: center;">2ème période</p> <p><i>Pour les solutions techniques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - machine synchrone (machine sans balais) ; - machine asynchrone triphasée à cage. 	2 2	2 2	1 1				
<p>Commentaires et limitations</p> <p>(1) Seul le modèle de comportement de la MCC à flux constant sera étudié, et se limitera aux éléments R, L et E. La modélisation se fera en relation avec l'étude du comportement des systèmes asservis. Les modèles de comportements des machines alternatives ne sont pas à connaître.</p> <p>(2) Les machines alternatives sont étudiées en régime permanent. Les équations de leur caractéristique mécanique seront données de façon à justifier les paramètres de réglages utilisés en variation de vitesse.</p> <p>(3) Pour les machines alternatives, on montrera l'intérêt de la commande $U/f = cte$. La commande vectorielle et la transformée de Park sont hors-programme.</p>							

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles

S31 Chaîne d'énergie

S314 Détermination des lois de mouvement

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé et son cahier des charges étant fourni, tout ou partie du système étant disponible et les documents techniques étant donnés sous forme de plans, schémas, croquis, maquettes numériques et modèles, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • définir les frontières de l'étude et les données d'entrée ; • choisir une méthode d'étude ou un outil de calculs et appliquer un principe ou une loi pour résoudre une problématique ;
Modéliser	<ul style="list-style-type: none"> • faire les hypothèses simplificatrices nécessaires et proposer un modèle d'étude adapté ; • justifier un modèle d'étude proposé pour une situation donnée ; • élaborer un paramétrage dans des cas simples ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> • effectuer des manipulations en vue de décrire le comportement ; • vérifier les performances ; • obtenir et interpréter des résultats de mesures ;
Résoudre	<ul style="list-style-type: none"> • comparer les résultats obtenus au comportement réel et, éventuellement, interpréter les écarts ;
Valider	<ul style="list-style-type: none"> • valider les comportements.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement d'un solide, trajectoire d'un point d'un solide. • Vecteur position, vecteur vitesse et vecteur accélération. • Torseur cinématique associé à une liaison. • Liaison équivalente à une association de deux liaisons en série ou en parallèle(1). • Loi d'entrée-sortie en vitesse et en position d'un système. • Degré de mobilité et degré d'hyperstatisme (2). 	1	3	1				
<p>Commentaires et limitations</p> <p>(1) On se limitera à la détermination, sans approche théorique utilisant les torseurs, de la liaison équivalente à une association de deux liaisons.</p> <p>(2) Le degré de mobilité et le degré d'hyperstatisme sont nécessaires à l'interprétation des résultats de simulations numériques et ne feront pas l'objet de calcul spécifique.</p>	1	3	1				

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles
 S31 Chaîne d'énergie
S315 Détermination des actions mécaniques

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé et son cahier des charges étant fourni, tout ou partie du système étant disponible et les documents techniques étant donnés sous forme de plans, schémas, croquis, maquettes numériques et modèles, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • définir les frontières de l'étude et les données d'entrée ; • identifier les actions mécaniques ; • choisir une méthode d'étude ou un outil de calculs et appliquer un principe ou une loi pour résoudre une problématique ;
Modéliser	<ul style="list-style-type: none"> • faire les hypothèses simplificatrices nécessaires et proposer un modèle d'étude adapté ; • justifier un modèle d'étude proposé pour une situation donnée ; • élaborer un paramétrage dans des cas simples ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> • effectuer des manipulations en vue de décrire le comportement ; • vérifier les performances ; • obtenir et interpréter des résultats de mesures ;
Résoudre	<ul style="list-style-type: none"> • comparer les résultats obtenus au comportement réel et, éventuellement, interpréter les écarts ;
Valider	<ul style="list-style-type: none"> • valider les comportements.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation des actions mécaniques. • Nature : action mécanique de contact et action mécanique à distance (gravité et magnétique). • Modèle local du contact : notion de densité surfacique de charge et modèles de répartition sur une surface de contact (sans frottement et avec frottement - lois de Coulomb) (1). • Modèle global des actions transmissibles par une liaison parfaite ou non parfaite : torseur associé. • Approche statique : <ul style="list-style-type: none"> ○ conditions d'utilisation et application du principe fondamental de la statique ; ○ théorème des actions réciproques ; ○ méthodologie : isolement, bilan des actions mécaniques extérieures, application du principe fondamental de la statique et résolution (2). 	1	3	1				
	1	3	1				
	1	3	1				
	1	3	1				
	1	3	1				
	1	3	1				
	1	3	1				
Commentaires et limitations							
(1) Les points suivant ne sont pas au programme : la théorie de Hertz ainsi que la résistance au pivotement et au roulement.							
(2) Une méthode de résolution graphique pourra être utilisée dans le cas d'un solide soumis à deux ou trois actions mécaniques modélisables par des glisseurs coplanaires non parallèles.							

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles

S32 Chaîne d'information

S321 Conditionnement du signal

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé, les éléments du cahier des charges relatifs à la chaîne d'information et les documents techniques relatifs à ses composants étant fournis, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> analyser et de mettre en œuvre à partir du cahier des charges des associations de fonctions de l'électronique réalisant un conditionnement du signal issu d'un capteur, un dispositif de mesures ou une conversion de grandeurs ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> relever un comportement fréquentiel.

2ème période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> Filtrage analogique passif : réalisation de filtres passifs de type passe bas et passe haut (1). Dualité temps/fréquence (2). Conversion analogique/numérique, caractéristiques : fréquence d'échantillonnage, et résolution (3). 	3	1	1				
	3	2	1				
	3	1	1				
Commentaires et limitations (1) On se limite au filtre RLC. Les filtres actifs ne sont pas au programme. (2) On insistera sur le lien entre les caractéristiques fréquentielles et temporelles pour le traitement d'un signal. (3) Le choix de la fréquence d'échantillonnage sera abordé de façon qualitative.							

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles
 S32 Chaîne d'information
S322 Comportement des systèmes programmables

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé, les éléments du cahier des charges relatifs à la chaîne d'information et les documents techniques relatifs à ses composants étant fournis, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	• analyser le fonctionnement attendu d'un système programmable ;
Concevoir	• modifier la spécification comportementale à l'aide d'une interface graphique ;
Expérimenter	• simuler et/ou tester le fonctionnement d'un système programmable et rechercher des dysfonctionnements ;
Communiquer	• exprimer le fonctionnement d'un système programmable par un graphe d'état, une table de vérité ou un algorithme simple.

2ème période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> • Comportement des systèmes logiques (1) : <ul style="list-style-type: none"> ○ identification des entrées/sorties ; ○ notion d'état logique, de fonction logique élaborée de type comptage, multiplexage, encodage/décodage et mémoire ; ○ description d'un système logique par une table de vérité (2) ; ○ description d'un système logique par un graphe d'état (3) ; ○ notions d'état, transition et variables. • Comportement des systèmes numériques : <ul style="list-style-type: none"> ○ identification des entrées/sorties (4) ; ○ description d'un système numérique par algorithme (5). 	3	2	2				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				
	3	2	1				

Commentaires et limitations

(1) Les outils de simulations graphiques seront utilisés pour réaliser les fonctions logiques complexes étant entendu que celles-ci sont intégrées dans des circuits logiques programmables, et ne se présentent pas sous forme de composants discrets. Les langages de description tels que le VHDL ou Verilog ne sont pas au programme.

(2) La simplification par tableau de Karnaugh n'est pas au programme.

(3) L'étude ne doit pas se limiter au GRAFCET, les règles de représentation des graphes seront fournies. L'encapsulation n'est pas au programme. Les bascules et les registres à décalage ne sont pas au programme.

(4) La gestion des interruptions ne sera pas abordée.

(5) Seules les structures algorithmiques de base seront étudiées.

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles

S32 Chaîne d'information

S323 Comportement des systèmes asservis

Compétences attendues	
À partir d'un système linéaire continu et invariant défini par un schéma de structure ou par une réalisation industrielle, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • identifier un système à partir d'une courbe de réponse indicielle et donner un modèle de représentation ; • identifier un système à partir d'une courbe de réponse harmonique et donner un modèle de représentation ; • analyser la stabilité d'un système ; • déterminer la précision en régime permanent ; • analyser l'influence d'un correcteur P, PI sur un système sous l'aspect temporel et fréquentiel (influence sur le diagramme de Bode uniquement) ;
Modéliser	<ul style="list-style-type: none"> • justifier un modèle simple de comportement en reliant les coefficients de la fonction de transfert à certains paramètres physiques du système (notion de modélisation linéaire autour d'un point de fonctionnement) ; • déterminer les fonctions de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée d'un système à partir de la connaissance des fonctions de transfert le constituant ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> • relever la réponse harmonique et la réponse indicielle d'un système ; • évaluer les performances d'un système asservi ;
Valider	<ul style="list-style-type: none"> • vérifier la cohérence d'un modèle choisi avec des résultats d'expérimentation ;
Optimiser	<ul style="list-style-type: none"> • optimiser les paramètres du modèle d'un système à partir de résultats expérimentaux ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • tracer dans le plan de Bode les fonctions de transfert.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
S3231 Modélisation d'un système asservi (1)							
• Introduction - aspect généraux :							
o buts et motivations, exemples ;	2	2	1				
o définition et structure d'un système asservi : chaîne directe et chaîne de retour ;	2	2	1				
o consigne et perturbations ;	2	2	1				
o régulation et poursuite ;	2	2	1				
o définition des performances : stabilité, précision et rapidité.	2	2	1				
• Modélisation et comportement des systèmes linéaires, continus et invariants :							
o notions de systèmes linéaires continus et invariants ;	2	2	1				
o modélisation par équations différentielles ;	2	2	1				
o représentation par fonction de transfert : forme canonique, gain, ordre et classe ;	2	2	1				
o systèmes du 1er et du 2nd ordre : réponses temporelle (échelon, rampe et signal sinusoïdal) et fréquentielle (diagramme de Bode).	2	2	1				
S3232 Contrôle et commande d'un système asservi							
• Systèmes linéaires, continus et invariants :							
o représentation par schémas - blocs ;	3	3	1				
o fonctions de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée, influence des perturbations ;	3	3	1				
o Identification des systèmes linéaires continus et invariants : modélisation et identification à l'aide d'une réponse indicielle et/ou d'une réponse harmonique pour les systèmes du 1er et du 2nd ordre.	3	3	1				
• Analyse des performances d'un système asservi :							
o stabilité en BO : marges de phase et de gain dans le plan de Bode ;	3	3	1				
o précision : écart permanent pour une réponse indicielle ;	3	3	1				
o effet d'une action intégrale dans la chaîne directe ;	3	3	1				
o rapidité : temps de réponse à 5 % et bande passante en boucle ouverte.	3	3	1				
Commentaires et limitations							
(1) L'outil mathématique utilisé est la transformée de LAPLACE. Sa présentation se limite à son énoncé et aux propriétés du calcul symbolique strictement nécessaire à ce cours. Le théorème de la valeur finale sera donné sans démonstration. La transformée de Laplace inverse est hors programme.							

2ème période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
S3232 Contrôle et commande d'un système asservi							
• Correction des systèmes asservis :							
o effets sur les performances ;	3	3	1				
o régulateurs P, PI.							
Commentaires et limitations							
La synthèse des correcteurs est hors-programme.							

S3 Comportement des systèmes : outils et modèles

S32 Chaîne d'information

S324 Transmission de l'information

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé, les éléments du cahier des charges relatifs à la chaîne d'information et les documents techniques relatifs à ses composants étant fournis, les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • identifier dans une trame ou un paquet les différents champs ; • décoder une information contenue dans le champ des données ou le champ d'identificateur ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> • observer une trame ; • déterminer le débit et le mode de transmission ; • décoder une information contenue dans le champ des données ou dans le champ d'identificateur ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • énoncer les caractéristiques du protocole de transmission.

2ème période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
S3241 Modes de transmission <ul style="list-style-type: none"> • Modes de transmission série : mise en œuvre d'une transmission série asynchrone (1). 	3	1	1				
S3242 Réseaux <ul style="list-style-type: none"> • Architecture matérielle des réseaux : supports de l'information et topologie. • Architecture protocolaire : organisation en couches fonctionnelles. 	2	1	1				
Commentaires et limitations (1) On se limitera aux caractéristiques principales : vitesse de transmission, bande passante et fiabilité de la transmission.							

S4 Représentation des produits
S41 Représentation des signaux

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni avec son cahier des charges et les documents techniques utiles, les moyens de mesure étant disponibles, les compétences acquises doivent permettre de ::	
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> interpréter le spectre des amplitudes fourni par un module FFT associé à un oscilloscope numérique et justifier le choix de la durée d'observation ; choisir les appareils en fonction des grandeurs caractéristiques à relever et mettre en place le mesurage des signaux.

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> Représentation logique : binaire et hexadécimale. Représentations temporelle et fréquentielle, représentation dans le plan complexe. 	3	2	1				
Commentaires et limitations Ces notions seront introduites en fonction des besoins pédagogiques.							

S4 Représentation des produits
S42 Schématisation des solutions

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni par un dossier ou un fichier sous forme de schéma (les normes étant à disposition), les compétences acquises doivent permettre de :	
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> décoder les documents fournis et identifier les constituants représentés ;
Modéliser	<ul style="list-style-type: none"> choisir un modèle adapté ;
Expérimenter	<ul style="list-style-type: none"> effectuer des manipulations sur un système afin d'identifier son comportement ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> choisir un outil de description adapté.

1ère période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> Schéma cinématique (1). Schéma d'architecture (2). Schémas électriques (3). Schéma informatique : description graphique. 	2	3	1				
Commentaires et limitations (1) C'est le schéma minimal qui permet la description des mouvements. (2) Ce schéma d'architecture permet de calculer les actions mécaniques dans les liaisons. (3) Seuls les constituants étudiés dans le programme seront à identifier.							

S4 Représentation des produits

S43 Représentation géométrique du réel

Compétences attendues	
Un produit ou un système étant fourni et/ou défini par un dossier ou un fichier, son environnement d'utilisation étant précisé et son cahier des charges étant fourni tout ou partie du système étant disponible et les documents techniques étant donnés sous forme de plans, schémas, croquis, maquettes numériques et modèles, les compétences acquises doivent permettre de :	
Concevoir	<ul style="list-style-type: none"> • élaborer la maquette numérique de la partie étudiée du produit en intégrant les contraintes fonctionnelles d'assemblage ;
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> • représenter tout ou partie du produit sous forme de croquis ou de schéma et exprimer les fonctionnalités attendues.

2ème période

Savoirs, savoir-faire et savoir-être associés	Niveau entrée			Niveau concours			
	G E	G M	A U	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> • Dessin et croquis à main levée d'une solution. • Représentation d'une solution constructive en 3D par un modèleur volumique. • Modes de création de pièces. • Assemblage sous contrainte. • Utilisation de bibliothèques d'éléments standards. 	1	3	1				
<p>Commentaires et limitations La conception d'une solution n'est pas au programme. Seules les notions de bases sur les modèleurs volumiques seront abordées (création d'une pièce simple, assemblage et visualisation d'une maquette numérique).</p> <p>Aucune connaissance affiliée aux normes des dessins techniques ne sera évaluable.</p>							