

## A- Analyser

### A1. Analyser le besoin

#### Compétences Attendues

- définir le besoin ;
- définir les fonctions de service ;
- identifier les contraintes ;
- traduire un besoin fonctionnel en problématique technique.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
<b>A11</b>	Besoin, finalités, contraintes, cahier des charges	Décrire le besoin Présenter la fonction globale Identifier les contraintes (fonctionnelles, sociétales, environnementales, etc.) Ordonner les contraintes (critère, niveau, flexibilité)	<b>C</b>	
<b>A12</b>	Analyse fonctionnelle externe Expression fonctionnelle du besoin	Présenter à l'aide d'un diagramme des inter-acteurs une réponse technique à un besoin	<b>C</b>	
<b>A13</b>	Fonctions d'usage, de service, d'estime	Identifier et caractériser les fonctions de service	<b>C</b>	

### A2. Analyser le système

#### Compétences Attendues

- identifier et ordonner les fonctions techniques qui réalisent les fonctions de services et respectent les contraintes ;
- identifier les éléments transformés et les flux ;
- décrire les liaisons entre les blocs fonctionnels ;
- identifier l'organisation structurelle ;
- identifier les matériaux des constituants et leurs propriétés en relation avec les fonctions et les contraintes.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
<b>A21</b>	Système Frontière d'étude Environnement	Définir le système et sa frontière d'étude Analyser l'environnement d'un système, ses contraintes Décrire le fonctionnement d'un système Identifier des évolutions possibles d'un système	<b>C</b>	
<b>A22</b>	Architectures fonctionnelle et organique d'un système	Identifier les fonctions techniques Déterminer les constituants dédiés aux fonctions d'un système et en justifier le choix Identifier les niveaux fonctionnels et organiques d'un système Présenter les architectures fonctionnelle et organique d'un système à l'aide d'un diagramme FAST Proposer des évolutions sous forme fonctionnelle Relier le coût d'une solution technique au besoin exprimé	<b>C</b>	
<b>A23</b>	Impact environnemental	Évaluer l'impact environnemental (matériaux, énergie, nuisances)	<b>A</b>	
<b>A24</b>	Matière d'œuvre, valeur ajoutée, flux	Identifier la matière d'œuvre et la valeur ajoutée Représenter les flux (matière, énergie, information) à l'aide d'un actigramme A-0 de la méthode SADT	<b>C</b>	
<b>A25</b>	Chaîne d'information	Identifier et décrire la chaîne d'information du système	<b>C</b>	
<b>A26</b>	Chaîne d'énergie	Identifier et décrire la chaîne d'énergie du système Analyser les apports d'énergie, les transferts, le stockage, les pertes énergétiques Réaliser le bilan énergétique d'un système	<b>C</b>	<b>C</b>

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
<b>A27</b>	Systèmes logiques événementiels Langage de description : graphe d'états, logigramme, GRAFCET, algorithme	Décrire et analyser le comportement d'un système	<b>C</b>	
<b>A28</b>	Systèmes asservis	Différencier un système asservi d'un système non asservi		<b>B</b>
<b>A29</b>	Composants réalisant les fonctions de la chaîne d'énergie	Identifier les composants réalisant les fonctions Alimenter, Distribuer, Convertir, Transmettre	<b>C</b>	
		Justifier la solution choisie		<b>B</b>
<b>A210</b>	Composants réalisant les fonctions de la chaîne d'information	Identifier les composants réalisant les fonctions Acquérir, Traiter, Communiquer	<b>C</b>	
		Justifier la solution choisie		<b>B</b>
<b>A211</b>	Réversibilité d'une source, d'un actionneur, d'une chaîne de transmission	Analyser la réversibilité d'un composant dans une chaîne d'énergie		<b>B</b>
<b>A212</b>	Système de numération, codage	Analyser et interpréter une information numérique	<b>C</b>	
<b>A213</b>	Modèle OSI	Décrire l'organisation des principaux protocoles		<b>A</b>
<b>A214</b>	Réseaux de communication Support de communication, notion de protocole, paramètres de configuration Notion de trame, liaisons série et parallèle	Analyser les formats et les flux d'information Identifier les architectures fonctionnelle et matérielle Identifier les supports de communication Identifier et analyser le message transmis, notion de protocole, paramètres de configuration		<b>B</b>
<b>A215</b>	Architecture d'un réseau (topologie, mode de communication, type de transmission, méthode d'accès au support, techniques de commutation)	Identifier les architectures fonctionnelle et matérielle d'un réseau		<b>B</b>
<b>A216</b>	Matériaux	Identifier la famille d'un matériau Mettre en relation les propriétés du matériau avec les performances du système	<b>C</b>	
<b>A217</b>	Comportement du solide déformable	Analyser les sollicitations dans les composants		<b>C</b>
		Analyser les déformations des composants		<b>C</b>
		Analyser les contraintes mécaniques dans un composant		<b>C</b>

**Commentaires :**

L'analyse d'un système se fait en le recontextualisant et en prenant en compte son environnement.  
L'étude des systèmes logiques événementiels intègre les systèmes à logique combinatoire et séquentielle.  
L'étude de la logique combinatoire se limite aux fonctions logiques NON, ET, OU, Non ET, Non OU.  
La présentation du modèle OSI se limite à la couche application et à la couche transport.  
Les familles de matériaux retenues sont les métalliques, les céramiques, les organiques et les composites. Une présentation des propriétés communes à chaque famille est privilégiée à une connaissance livresque des matériaux.  
Il est utile de proposer une vision globale de la géo-économie des matériaux : où sont les ressources ? Quels sont les coûts et l'empreinte carbone dus au transport et ceux liés à la mise en œuvre ?  
En ce qui concerne le comportement du solide déformable, l'étude s'appuie sur des résultats obtenus à l'aide d'outils numériques.

### A3. Caractériser les écarts

#### Compétences Attendues

- comparer les résultats expérimentaux avec les critères du cahier des charges et interpréter les écarts ;
- comparer les résultats expérimentaux avec les résultats simulés et interpréter les écarts ;
- comparer les résultats simulés avec les critères du cahier des charges et interpréter les écarts

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
A3	Analyse des écarts	Traiter des données de mesures (valeur moyenne, médiane, caractéristique, etc.) Identifier des valeurs erronées Quantifier des écarts entre des valeurs attendues et des valeurs mesurées Quantifier des écarts entre des valeurs attendues et des valeurs obtenues par simulation Quantifier des écarts entre des valeurs mesurées et des valeurs obtenues par simulation	C	
		Rechercher et proposer des causes aux écarts constatés		

### B- Modéliser

#### B1. Identifier et caractériser les grandeurs agissant sur un système.

#### Compétences Attendues

- définir, justifier la frontière de tout ou partie d'un système et répertorier les interactions ;
- choisir les grandeurs et les paramètres influents en vue de les modéliser.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
B11	Frontière de l'étude	Isoler un système et justifier l'isolement Identifier les grandeurs traversant la frontière d'étude	C	
B12	Caractéristiques des grandeurs physiques (mécaniques, électriques, thermiques, acoustiques, lumineuses, etc.)	Qualifier les grandeurs d'entrée et de sortie d'un système isolé Identifier la nature (grandeur effort, grandeur flux) Décrire les lois d'évolution des grandeurs Utiliser les lois et relations entre les grandeurs		C
B13	Matériaux	Identifier les propriétés des matériaux des composants qui influent sur le système		C
B14	Énergie et puissances Notion de pertes	Associer les grandeurs physiques aux échanges d'énergie et à la transmission de puissance Identifier les pertes d'énergie		C
B15	Flux d'information	Identifier la nature de l'information et la nature du signal		C
B16	Flux de matière	Qualifier la nature des matières, quantifier les volumes et les masses	C	

#### Commentaires :

La puissance est toujours égale au produit d'une grandeur d'effort (force, couple, pression, tension, etc.) par une grandeur de flux (vitesse, vitesse angulaire, débit, intensité du courant, etc.).  
Le point de vue de l'étude conditionne le choix de la grandeur d'effort ou de la grandeur de flux à utiliser.  
Pour les matériaux, sont étudiés la masse volumique, la rigidité, la résistance, la ténacité, la température de fusion, les conductivités électrique et thermique, et le coefficient de dilatation.

## B2. Proposer ou justifier un modèle.

### Compétences Attendues

- associer un modèle à un système ou à son comportement ;
- préciser ou justifier les limites de validité du modèle envisagé.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
B21	Chaîne d'énergie	Associer un modèle à une source d'énergie	C	
		Associer un modèle aux composants d'une chaîne d'énergie		C
		Déterminer les points de fonctionnement du régime permanent d'un actionneur au sein d'un procédé		
B22	Chaîne d'information	Associer un modèle aux composants d'une chaîne d'information		C
B23	Ordre d'un système	Identifier les paramètres à partir d'une réponse indicielle Associer un modèle de comportement (1er et 2nd ordre) à une réponse indicielle		B
B24	Systèmes logiques à événements discrets Langage de description : graphe d'états, logigramme, GRAFCET, algorithme	Traduire le comportement d'un système		C
B25	Liaisons	Construire un modèle et le représenter à l'aide de schémas Préciser les paramètres géométriques Établir la réciprocité mouvement relatif/actions mécaniques associées	C	
B26	Graphe de liaisons	Construire un graphe de liaisons (avec ou sans les efforts)	C	
B27	Modèle du solide	Choisir le modèle de solide, déformable ou indéformable selon le point de vue		C
		Modéliser et représenter géométriquement le réel		C
B28	Action mécanique	Modéliser les actions mécaniques de contact ou à distance		C
B29	Modèle de matériau	Choisir ou justifier un modèle comportemental de matériau	C	
B210	Comportement du solide déformable	Caractériser les sollicitations dans les composants		B
		Caractériser les déformations des composants		B
		Caractériser les contraintes mécaniques dans un composant		B
B211	Modélisation plane	Justifier la pertinence de la modélisation plane	C	

#### Commentaires :

L'outil torseur peut être utilisé pour la résolution des problèmes en trois dimensions.

Les liaisons sont considérées sans jeu, avec ou sans frottement, élastiques ou rigides.

Pour les matériaux, les modèles comportementaux étudiés sont l'homogénéité, l'isotropie et l'élasticité.

En ce qui concerne le comportement du solide déformable, l'étude s'appuie essentiellement sur les outils numériques.

En modélisation plane, on se limite aux modèles des liaisons retenues (pivot, glissière et ponctuelle).

### B3. Résoudre et Simuler.

#### Compétences Attendues

- choisir et mettre en œuvre une méthode de résolution ;
- simuler le fonctionnement de tout ou partie d'un système à l'aide d'un modèle fourni.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
<b>B31</b>	Principe fondamental de la dynamique (PFD)	Établir de façon analytique les expressions d'efforts (force, couple, pression, tension, etc.) et de flux (vitesse, fréquence de rotation, débit, intensité du courant, etc.) Traduire de façon analytique le comportement d'un système		<b>C</b>
	Principes fondamentaux d'étude des circuits			
<b>B32</b>	Paramètres d'une simulation	Adapter les paramètres de simulation, durée, incrément temporel, choix des grandeurs affichées, échelles, à l'amplitude et la dynamique de grandeurs simulées		<b>C</b>
<b>B33</b>	Ordre d'un système	Interpréter les résultats d'une simulation fréquentielle des systèmes du 1 <sup>er</sup> et du 2 <sup>nd</sup> ordre		<b>B</b>
<b>B34</b>	Comportement du solide déformable	Déterminer les parties les plus sollicitées dans un composant		<b>C</b>
		Déterminer les valeurs extrêmes des déformations		
		Déterminer des concentrations de contraintes dans un composant		
<b>B35</b>	Modélisation plane	Déterminer le champ des vecteurs vitesses des points d'un solide	<b>C</b>	

#### Commentaires :

Les méthodes graphiques peuvent être utilisées mais leur maîtrise n'est pas exigée.

Pour le comportement du solide déformable, les déterminations se feront à partir des résultats de simulation.

Le PFD s'applique aux solides en translation par rapport à un référentiel, ou en rotation autour d'un axe fixe.

Le Principe Fondamental de la Statique est présenté comme un cas particulier du Principe Fondamental de la Dynamique.

En classe de première, l'application du PFD se limite à des problèmes plans.

La résolution des problèmes de statique plane est conduite à l'aide du Principe Fondamental de la Dynamique.

L'application du PFD en référentiel non galiléen est présentée, en précisant les termes dus aux effets d'inertie.

### B4. Valider un modèle.

#### Compétences Attendues

- interpréter les résultats obtenus ;
- préciser les limites de validité du modèle utilisé ;
- modifier les paramètres du modèle pour répondre au cahier des charges ou aux résultats expérimentaux ;
- valider un modèle optimisé fourni.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
<b>B41</b>	Modèle de connaissance	Vérifier la compatibilité des résultats obtenus (amplitudes et variations) avec les lois et principes physiques d'évolution des grandeurs		<b>C</b>
		Comparer les résultats obtenus (amplitudes et variations) avec les données du cahier des charges fonctionnel	<b>C</b>	
<b>B42</b>	Matériaux	Identifier l'influence des propriétés des matériaux sur les performances du système Proposer des matériaux de substitution pour améliorer les performances du système		<b>B</b>
<b>B43</b>	Structures	Valider l'influence de la structure sur les performances du système Proposer des modifications structurelles pour améliorer les performances du système		<b>C</b>
<b>B44</b>	Grandeurs influentes d'un modèle	Modifier les paramètres d'un modèle		<b>C</b>

#### Commentaires :

Quelques exemples d'utilisation de nouveaux matériaux sont présentés, comme les nano matériaux qui permettent de modifier fortement les propriétés non mécaniques comme la conductivité.

## C- Expérimenter

### C1. Justifier le choix d'un protocole expérimental.

#### Compétences Attendues

- identifier les grandeurs physiques à mesurer ;
- décrire une chaîne d'acquisition ;
- identifier le comportement des composants ;
- justifier le choix des essais réalisés.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
C11	Capteurs	Qualifier les caractéristiques d'entrée - sortie d'un capteur Justifier le choix d'un capteur ou d'un appareil de mesure vis-à-vis de la grandeur physique à mesurer Justifier les caractéristiques (calibre, position, etc.) d'un appareil de mesure		C
C12	Prévision quantitative de la réponse du système	Identifier le comportement des composants du système Prévoir l'ordre de grandeur de la mesure		C
C13	Chaîne d'information, structure et fonctionnement	Identifier la nature et les caractéristiques des grandeurs en divers points de la chaîne d'information		C
		Maîtriser les fonctions des appareils de mesures et leurs mises en œuvre		C

#### Commentaires :

Dans ce programme, le terme « capteur » regroupe les capteurs (information analogique), les détecteurs (information TOR) et les codeurs (information numérique).

Pour justifier le choix des grandeurs à mesurer et un protocole expérimental, il est nécessaire de savoir prévoir quantitativement le comportement du système, l'influence des composants et l'ordre de grandeur de la réponse

### C2. Mettre en œuvre un protocole expérimental.

#### Compétences Attendues

- conduire les essais en respectant les consignes de sécurité à partir d'un protocole fourni ;
- traiter les données mesurées en vue d'analyser les écarts.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
C21	Appareils de mesures, règles d'utilisation	Mettre en œuvre un appareil de mesure Paramétrer une chaîne d'acquisition		C
C22	Paramètres de configuration du système	Régler les paramètres de fonctionnement d'un système		C
C23	Paramètres de configuration d'un réseau	Paramétrer un protocole de communication		C
C24	Routines, procédures, etc. Systèmes logiques à événements discrets	Générer un programme et l'implanter dans le système cible		C
C25	Modèles de comportement	Analyser les résultats expérimentaux Traiter les résultats expérimentaux, et extraire la ou les grandeurs désirées		C

#### Commentaires :

Le traitement des mesures et la présentation des résultats mobilisent systématiquement les outils numériques

## D- Communiquer

### D1. Rechercher et traiter des informations.

#### Compétences Attendues

- rechercher des informations ;
- analyser, choisir et classer des informations

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
D11	Dossier technique	Rechercher une information dans un dossier technique Effectuer la synthèse des informations disponibles dans un dossier technique		C
D12	Bases de données, sélection, tri, classement de données	Optimiser les paramètres et les critères de recherche en vue de répondre au problème posé	C	
D13	Internet, outil de travail collaboratif, blogs, forums, moteur de recherche	Rechercher des informations Vérifier la nature de l'information Trier des informations selon des critères Utiliser des outils adaptés pour rechercher l'information Mettre à jour l'information.	C	

### D2.Mettre en œuvre une communication.

#### Compétences Attendues

- choisir un support de communication et un média adapté, argumenter ;
- produire un support de communication ;
- adapter sa stratégie de communication au contexte.

Chapitres	Connaissances	Capacités	1 <sup>ère</sup>	T
D21	Croquis, schémas	Réaliser un croquis ou un schéma dans un objectif de communication	C	
D22	Production de documents	Distinguer les différents types de documents en fonction de leurs usages Choisir l'outil bureautique adapté à l'objectif Réaliser un document numérique Réaliser et scénariser un document multimédia	C	

#### Commentaires :

Les normes des croquis et schémas ne font pas l'objet de cours spécifiques et sont à la disposition des élèves.  
La mise en œuvre de la communication n'est pas une finalité. Elle est liée à l'ensemble des activités et notamment au projet.

## III – Projet

Le projet mobilise des compétences pluridisciplinaires, en particulier celles développées en sciences de l'ingénieur, en mathématiques, en sciences physiques-chimiques fondamentales et appliquées, en sciences de la vie et de la Terre, et sollicite des démarches de créativité pour imaginer des solutions qui répondent à un besoin.

Les activités des élèves sont organisées, par groupes, autour d'une démarche qui consiste à :

- analyser le problème à résoudre ;
- imaginer des solutions ;
- choisir une solution et justifier le choix d'un point de vue scientifique, technologique, socio-économique ;
- formaliser la solution ;
- réaliser tout ou partie de la solution ;
- évaluer les performances de la solution ;
- présenter la démarche suivie.

Dans le cadre de ces activités, les productions attendues peuvent être :

- des justifications scientifiques, technologiques, socio-économiques, etc., validant la solution proposée ;
- des architectures de solutions sous forme de schémas, croquis, blocs diagrammes fonctionnels et structurels ou d'algorithmes ;
- des documents de formalisation de la solution imaginée ;
- des supports de communication ;
- un prototype ou une maquette numérique ou matérielle.