

PCSI/PSI

A Analyser		
A1 Analyser le besoin et les exigences		
A1-01 Décrire le besoin et les exigences.	Ingénierie Système et diagrammes associés. Cahier des charges.	S1
A1-02 Traduire un besoin fonctionnel en exigences.		S1
A1-03 Définir les domaines d'application et les critères technico-économiques et environnementaux.	Impact environnemental. Analyse du cycle de vie (extraction, fabrication, utilisation, fin de vie, recyclage et transport). Critères et niveaux.	S1
A1-04 Qualifier et quantifier les exigences.		S1
A1-05 Évaluer l'impact environnemental et sociétal.		S1
A2 Définir les frontières de l'analyse		
A2-01 Isoler un système et justifier l'isolement.	Frontière de l'étude.	S2
A2-02 Définir les éléments influents du milieu extérieur.	Milieu extérieur.	S2
A2-03 Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.	Flux de matière, d'énergie et d'information (définition, nature et codage).	S2
A3 Analyser l'organisation fonctionnelle et structurelle		
A3-01 Associer les fonctions aux constituants.	Architecture fonctionnelle et structurelle.	S1
A3-02 Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.	Diagramme de définition de blocs.	S4
A3-03 Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.	Diagramme de bloc interne. Chaînes fonctionnelles (chaîne d'information et chaîne de puissance). Fonctions acquérir, traiter et communiquer. Fonctions alimenter, moduler, convertir, transmettre et agir. Systèmes asservis et séquentiels.	S1
A3-04 Identifier et décrire les liens entre les chaînes fonctionnelles.		S1
A3-05 Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.	Alimentation d'énergie. Association de préactionneurs et d'actionneurs : – caractéristiques ; – réversibilité ; – domaines d'application. Transmetteurs de puissance : – caractéristiques ; – réversibilité ; – domaines d'application.	S3
A3-06 Caractériser un constituant de la chaîne d'information.	Capteurs : – fonctions ; – nature des grandeurs physiques d'entrées et de sorties ; – nature du signal et support de l'information.	S2
A3-07 Analyser un algorithme.	Définition et appel d'une fonction. Variables (type et portée). Structures algorithmiques (boucles et tests).	S1
A3-08 Analyser les principes d'intelligence artificielle.	Régression et classification, apprentissages supervisés et non supervisés. Phases d'apprentissage et d'inférence. Modèle linéaire monovariable ou multivariable. Réseaux de neurones (couches d'entrée, cachées et de sortie, neurones, biais, poids et fonction d'activation).	S3
A3-09 Interpréter tout ou partie de l'évolution temporelle d'un système séquentiel.	Diagramme d'états. État, transition, événement, condition de garde, activité et action.	S2
A3-10 Identifier la structure d'un système asservi.	Grandeurs d'entrée et de sortie. Capteur, chaîne directe, chaîne de retour, comparateur, consigne, correcteur et perturbation. Poursuite et régulation.	S1
A4 Analyser les performances et les écarts		
A4-01 Extraire un indicateur de performance pertinent à partir du cahier des charges ou de résultats issus de l'expérimentation ou de la simulation.	Ordre de grandeur.	S4
A4-02 Caractériser les écarts entre les performances.	Homogénéité des résultats.	S4
A4-03 Interpréter et vérifier la cohérence des résultats obtenus expérimentalement, analytiquement ou numériquement.	Matrice de confusion (tableau de contingence), sensibilité et spécificité d'un test.	S4
A4-04 Rechercher et proposer des causes aux écarts constatés.		S4
B Modéliser		
B1 Choisir les grandeurs physiques et les caractériser		
B1-01 Identifier les performances à prévoir ou à évaluer.		S4
B1-02 Identifier les grandeurs d'entrée et de sortie d'un modèle.	Grandeurs flux, grandeurs effort.	S4
B1-03 Identifier les paramètres d'un modèle.		S4
B1-04 Identifier et justifier les hypothèses nécessaires à la modélisation.		S4
B2 Proposer un modèle de connaissance et de comportement		
B2-01 Choisir un modèle adapté aux performances à prévoir ou à évaluer.	Phénomènes physiques. Domaine de validité. Solide indéformable.	S4
B2-02 Compléter un modèle multiphysique.	Paramètres d'un modèle.	S3
B2-03 Associer un modèle aux composants des chaînes fonctionnelles.	Grandeurs flux et effort. Sources parfaites.	S3
B2-04 Établir un modèle de connaissance par des fonctions de transfert.	Systèmes linéaires continus et invariants : – causalité ; – modélisation par équations différentielles ; – transformées de Laplace ; – fonction de transfert ; – forme canonique ; – gain, ordre, classe, pôles et zéros.	S1
B2-05 Modéliser le signal d'entrée.	Signaux canoniques d'entrée : – impulsion ; – échelon ; – rampe ; – signaux périodiques.	S1
B2-06 Établir un modèle de comportement à partir d'une réponse temporelle ou fréquentielle.	Premier ordre, deuxième ordre, dérivateur, intégrateur, gain et retard. Paramètres caractéristiques. Allures des réponses indicielle et fréquentielle. Diagramme de Bode.	S2
B2-07 Modéliser un système par schéma-blocs.	Schéma-blocs organique d'un système. Élaboration, manipulation et réduction de schéma-blocs. Fonctions de transfert : – chaîne directe et chaîne de retour ; – boucle ouverte et boucle fermée.	S1
B2-08 Simplifier un modèle.	Linéarisation d'un modèle autour d'un point de fonctionnement. Pôles dominants et réduction de l'ordre du modèle : – principe ; – justification ; – limites.	S3
B2-09 Modéliser un correcteur numérique.	Caractérisation des signaux à temps discret (échantillonnage et quantification). Modélisation par équations aux différences (équations de récurrence) d'un correcteur numérique (proportionnel, proportionnel intégral et à avance de phase).	S4
B2-10 Déterminer les caractéristiques d'un solide ou d'un ensemble de solides indéformables.	Solide indéformable : – définition ; – repère ; – équivalence solide/repère ; – volume et masse ; – centre d'inertie ; – matrice d'inertie.	S3
B2-11 Proposer une modélisation des liaisons avec leurs caractéristiques géométriques.	Liaisons : – liaisons parfaites ; – degrés de liberté ; – classe d'équivalence cinématique ; – géométrie des contacts entre deux solides ; – liaisons normalisées entre solides, caractéristiques géométriques et repères d'expression privilégiés ; – paramètres géométriques linéaires et angulaires ; – symboles normalisés. Graphe de liaisons. Schéma cinématique.	S1
B2-12 Proposer un modèle cinématique à partir d'un système réel ou d'une maquette numérique.		S1

B2-13	Modéliser la cinématique d'un ensemble de solides.	Vecteur position. Mouvements simple (translation et rotation) et composé. Trajectoire d'un point. Définition du vecteur vitesse et du vecteur taux de rotation. Définition du vecteur accélération. Composition des mouvements. Définition du contact ponctuel entre deux solides (roulement et glissement). Torseur cinématique (champ des vecteurs vitesses).	S2
B2-14	Modéliser une action mécanique.	Modèle local (densités linéique, surfacique et volumique d'effort). Actions à distance et de contact. Modèle global. Passage d'un modèle local au modèle global. Frottements sec (lois de Coulomb) et visqueux. Torseur des actions mécaniques transmissibles. Torseur d'une action mécanique extérieure. Torseurs couple et glisseur.	S2
B2-15	Simplifier un modèle de mécanisme.	Associations de liaisons en série et en parallèle. Liaisons équivalentes (approches cinématique et statique). Conditions et limites de la modélisation plane.	S2
B2-16	Modifier un modèle pour le rendre isostatique.	Mobilité du modèle d'un mécanisme. Hyperstatisme du modèle. Substitution de liaisons.	S3
B2-17	Décrire le comportement d'un système séquentiel.	Diagramme d'états.	S2
B3 Valider un modèle			
B3-01	Vérifier la cohérence du modèle choisi en confrontant les résultats analytiques et/ou numériques aux résultats expérimentaux.	Critères de performances.	S2
B3-02	Préciser les limites de validité d'un modèle.	Point de fonctionnement. Non-linéarités (courbure, hystérésis, saturation, seuil) et retard pur.	S4
B3-03	Modifier les paramètres et enrichir le modèle pour minimiser l'écart entre les résultats analytiques et/ou numériques et les résultats expérimentaux.		S4

C Résoudre

C1 Proposer une démarche de résolution			
C1-01	Proposer une démarche permettant d'évaluer les performances des systèmes asservis.	Critères du cahier des charges : – stabilité (marges de stabilité, amortissement et dépassement relatif) ; – précision (erreur/écart statique et erreur de traînage) ; – rapidité (temps de réponse à 5 %, bande passante et retard de traînage)	S2
C1-02	Proposer une démarche de réglage d'un correcteur.	Compensation de pôles, réglage de marges, amortissement, rapidité et bande passante. Application aux correcteurs de type proportionnel, proportionnel intégral et à avance de phase.	S3
C1-03	Choisir une démarche de résolution d'un problème d'ingénierie numérique ou d'intelligence artificielle.	Décomposition d'un problème complexe en sous problèmes simples. Choix des algorithmes (réseaux de neurones, k plus proches voisins et régression linéaire multiple).	S3
C1-04	Proposer une démarche permettant d'obtenir une loi entrée-sortie géométrique.	Fermetures géométriques.	S1
C1-05	Proposer une démarche permettant la détermination d'une action mécanique inconnue ou d'une loi de révétement.	Graphe de structure. Choix des isolements. Choix des équations à écrire pour appliquer le principe fondamental de la statique ou le principe fondamental de la dynamique dans un référentiel galiléen. Théorème de l'énergie cinétique.	S3
C2 Mettre en œuvre une démarche de résolution analytique			
C2-01	Déterminer la réponse temporelle.	Expressions des solutions des équations différentielles pour les systèmes d'ordre 1 et 2 soumis à une entrée échelon. Allures des solutions des équations différentielles d'ordre 1 et 2 pour les entrées de type impulsion, échelon, rampe et sinus (en régime permanent).	S1
C2-02	Déterminer la réponse fréquentielle.	Allures des diagrammes réel et asymptotique de Bode.	S2
C2-03	Déterminer les performances d'un système asservi.	Stabilité d'un système asservi : – définition ; – amortissement ; – position des pôles dans le plan complexe ; – marges de stabilité. Rapidité d'un système : – temps de réponse à 5 % ; – bande passante. Précision d'un système asservi : – théorème de la valeur finale ; – écart/erreur statique (consigne ou perturbation) ; – erreur de traînage vis-à-vis de la consigne ; – lien entre la classe de la fonction de transfert en boucle ouverte et l'écart statique.	S2
C2-04	Mettre en œuvre une démarche de réglage d'un correcteur.	Correcteurs proportionnel, proportionnel intégral et à avance de phase.	S4
C2-05	Caractériser le mouvement d'un repère par rapport à un autre repère.	Trajectoire d'un point. Mouvements de translation et de rotation. Mouvement composé.	S1
C2-06	Déterminer les relations entre les grandeurs géométriques ou cinématiques.	Loi entrée-sortie géométrique. Loi entrée-sortie cinématique. Transmetteurs de puissance (vis-écrou, roue et vis sans fin, trains d'engrenages simples, trains épicycloïdaux, pignon-crémaillère et poulies-courroie).	S2
C2-07	Déterminer les actions mécaniques en statique.	Référentiel galiléen. Principe fondamental de la statique. Principe des actions réciproques.	S2
C2-08	Déterminer les actions mécaniques en dynamique dans le cas où le mouvement est imposé.	Torseurs cinétique et dynamique d'un solide ou d'un ensemble de solides, par rapport à un référentiel galiléen. Principe fondamental de la dynamique en référentiel galiléen.	S3
C2-09	Déterminer la loi de mouvement dans le cas où les efforts extérieurs sont connus.	Énergie cinétique.	S3
C3 Mettre en œuvre une démarche de résolution numérique			
C3-01	Mener une simulation numérique.	Choix des grandeurs physiques. Choix du solveur et de ses paramètres (pas de discrétisation et durée de la simulation). Choix des paramètres de classification. Influence des paramètres du modèle sur les performances.	S4
C3-02	Résoudre numériquement une équation ou un système d'équations.	Réécriture des équations d'un problème. Résolution de problèmes du type $f(x) = 0$ (méthodes de dichotomie et de Newton). Résolution d'un système linéaire du type $A \cdot X = B$. Résolution d'équations différentielles (schéma d'Euler explicite). Intégration et dérivation numérique (schémas arrière et avant).	S3
C3-03	Résoudre un problème en utilisant une solution d'intelligence artificielle.	Apprentissage supervisé. Choix des données d'apprentissage. Mise en œuvre des algorithmes (réseaux de neurones, k plus proches voisins et régression linéaire multiple). Phases d'apprentissage et d'inférence.	S3

D Expérimenter

D1 Mettre en œuvre un système			
D1-01	Mettre en œuvre un système en suivant un protocole.		S1
D1-02	Repérer les constituants réalisant les principales fonctions des chaînes fonctionnelles.	Fonctions acquérir, traiter et communiquer.	S1
D1-03	Identifier les grandeurs physiques d'effort et de flux.	Fonctions alimenter, moduler, convertir, transmettre et agir.	S2
D2 Proposer et justifier un protocole expérimental			
D2-01	Choisir le protocole en fonction de l'objectif visé.		S4
D2-02	Choisir les configurations matérielles et logicielles du système en fonction de l'objectif visé par l'expérimentation.		S2
D2-03	Choisir les réglages du système en fonction de l'objectif visé par l'expérimentation.		S2
D2-04	Choisir la grandeur physique à mesurer ou justifier son choix.		S2
D2-05	Choisir les entrées à imposer et les sorties pour identifier un modèle de comportement.		S2
D2-06	Justifier le choix d'un capteur ou d'un appareil de mesure vis-à-vis de la grandeur physique à mesurer.		S3
D3 Mettre en œuvre un protocole expérimental			
D3-01	Régler les paramètres de fonctionnement d'un système.		S1
D3-02	Mettre en œuvre un appareil de mesure adapté à la caractéristique de la grandeur à mesurer.		S3
D3-03	Effectuer des traitements à partir de données.	Traitement de fichiers de données. Moyenne et écart type. Moyenne glissante et filtres numériques passe-bas du premier et du second ordre.	S3
D3-04	Identifier les erreurs de mesure.		S2
D3-05	Identifier les erreurs de méthode.	Incertitudes, résolution, quantification, échantillonnage, justesse, fidélité, linéarité et sensibilité.	S2

E Communiquer

E1	Rechercher et traiter des informations		
----	--	--	--

E1-01	Rechercher des informations.	Outils de recherche. Mots-clefs.	S2
E1-02	Distinguer les différents types de documents et de données en fonction de leurs usages.		S2
E1-03	Vérifier la pertinence des informations (obtention, véracité, fiabilité et précision de l'information).		S2
E1-04	Extraire les informations utiles d'un dossier technique.		S2
E1-05	Lire et décoder un document technique.	Diagrammes SysML. Schémas cinématique, électrique, hydraulique et pneumatique.	S3
E1-06	Trier les informations selon des critères.		S2
E1-07	Effectuer une synthèse des informations disponibles dans un dossier technique.		
E2 Produire et échanger de l'information			
E2-01	Choisir un outil de communication adapté à l'interlocuteur.		S2
E2-02	Faire preuve d'écoute et confronter des points de vue.		S2
E2-03	Présenter les étapes de son travail.		S2
E2-04	Présenter de manière argumentée une synthèse des résultats.		S2
E2-05	Produire des documents techniques adaptés à l'objectif de la communication.	Diagrammes SysML. Chaîne fonctionnelle. Schéma-blocs. Schéma cinématique. Graphe de structure. Spécifications d'algorithmes.	S3
E2-06	Utiliser un vocabulaire technique, des symboles et des unités adéquats.	Grandeurs utilisées : – unités du système international ; – homogénéité des grandeurs.	S4

F Concevoir

F1 Concevoir l'architecture d'un système innovant			
F1-01	Proposer une architecture fonctionnelle et organique.		S4
F2 Proposer et choisir des solutions techniques			
F2-01	Modifier la commande pour faire évoluer le comportement du système.	Modification d'un programme : – système séquentiel ; – structures algorithmiques. Choix et paramètres d'un correcteur.	S4