

Royaume du Maroc



Ministère de l'Éducation Nationale,
du Préscolaire et des Sports

Ministère de l'Éducation Nationale, du préscolaire et Sports
Classes Préparatoires aux Grandes Écoles

Filière : Technologie et Sciences Industrielles (TSI)

Programme des sciences industrielles pour l'ingénieur

Première année Génie Électrique

Table des matières

1. PREAMBULE:	3
2. Présentation:	3
2.1 Objectifs de la formation:	3
2.2 Démarche pédagogique et didactique des enseignements :	3
2.3 Compétences générales de l'ingénieur développées :	4
2.4 Activités d'enseignement :	5
2.5 Organisation du programme et volumes horaires (Cours, TD et TP):	6
2.6 Progression :	6
3. Contenu détaillé du programme:	7
3.1 Premier trimestre :	7
3.2 Deuxième trimestre :	10
3.3 Troisième trimestre :	12
4. Annexe 1 : Compétences en commun avec l'informatique	13
5. Annexe 2 : Composantes de la compétence « Expérimenter »	14
6. Annexe 3 : Composantes de la compétence « Réaliser »	15

1. PREAMBULE:

Les ingénieurs de demain doivent répondre efficacement et de manière innovante aux besoins de progrès et d'amélioration de la qualité de vie des personnes et, par ricochet, participer au développement de la société dans un cadre plus large. Cette réponse se manifeste par leurs implications dans les divers secteurs de l'économie de production et de service. Ils participent aux processus de développement des systèmes à chaque étape de leur cycle de vie, de la caractérisation du besoin jusqu'au recyclage, en respectant les contraintes écologiques visant un développement durable et en adoptant les règles et concept de l'éco-conception.

Ces nouvelles manières d'aborder les enjeux contemporains de notre société génèrent des problématiques complexes nécessitant la conception de systèmes innovants le plus souvent pluri technologiques répondants exactement aux besoins des clients. Le développement, la réalisation et la mise en œuvre de ces systèmes nécessitent l'adoption d'une démarche d'analyse qui intègre une multitude de contraintes d'ordre règlementaire, écologique, technologique et économique.

La conciliation de ses contraintes avec les règles du marché en matière de délai et de compétitivité impose l'introduction des concepts de l'ingénierie numérique ainsi que les outils de résolution et de modélisation numérique dans le programme d'enseignement des SII.

2. Présentation:

2.1 Objectifs de la formation:

L'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur (SII) nécessite la mobilisation des compétences scientifiques fondamentales transversales du programme du CPGE ainsi que les outils d'analyse et de résolution numérique qui en découlent, pour constituer une panoplie d'outils d'accompagnement de l'apprenant dans la recherche et la conception de solutions industrielles appropriées aux problématiques complexes liées au développement continu des processus industriels. Au terme des deux années de formation, l'appréhension des sciences industrielles vise le développement chez les élèves d'une vision globale de l'approche projet qui nécessite le développement des aptitudes de communication, de travail en équipe, d'autocritique et d'ouverture.

Les compétences acquises doivent constituer une plateforme solide sur laquelle s'appuiera la formation dispensée dans les grandes écoles. Dans ces écoles, il s'agira d'approfondir les connaissances acquises en CPGE, d'introduire et de découvrir de nouvelles connaissances et compétences propres aux différents profils de formation pour le métier d'ingénieur.

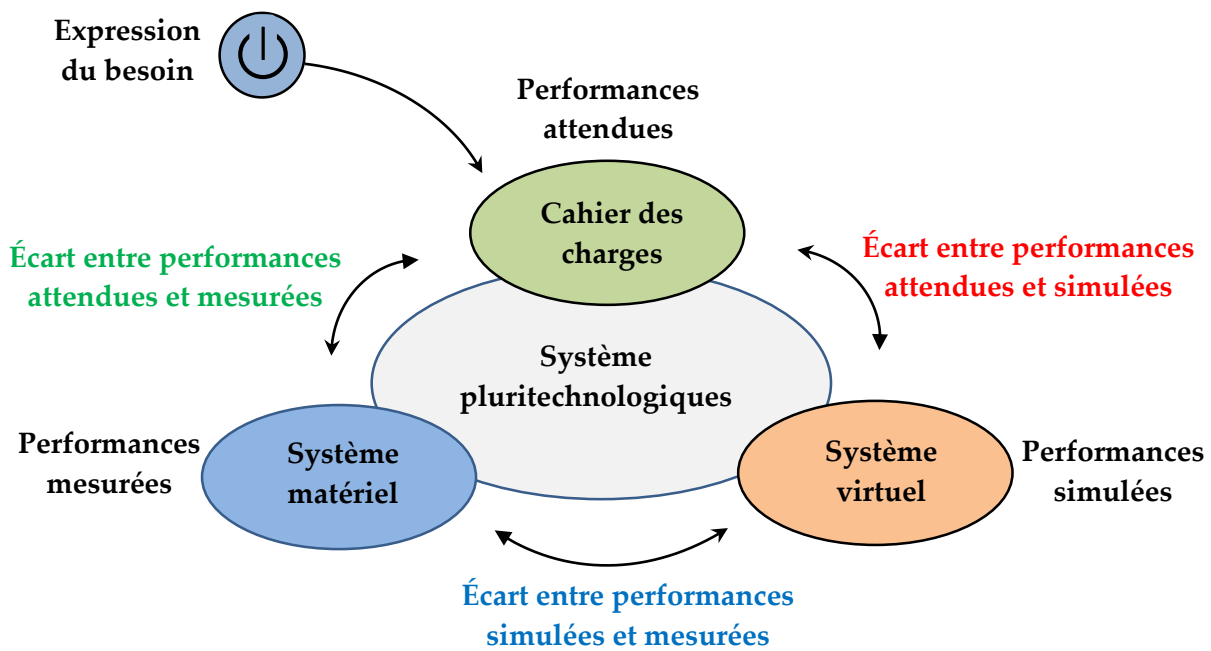
En cohérence avec les objectifs du cycle initial de la formation aux métiers de l'ingénierie, ce programme contribue à l'approche pédagogique basée sur les STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

2.2 Démarche pédagogique et didactique des enseignements :

L'approche des enseignements en SII s'organise autour de systèmes pluri technologiques. Chaque système est défini à partir de besoins fonctionnels et d'exigences, de modèles numériques et d'un système matériel. Un système sera étudié dans sa globalité à partir de ces trois approches imbriquées :

- la réalité du besoin ou des exigences fonctionnelles. Cela se concrétise par l'élaboration d'un cahier des charges défini en collaboration avec un client.
- la réalité virtuelle d'un système Cela se manifeste par la création d'un modèle permettant de simuler le comportement du système afin de prévoir et d'évaluer ses performances.
- la réalité matérielle d'un système. Les performances du système matériel sont mesurées par expérimentation.

L'illustration suivante montre les trois représentations des systèmes et les écarts constatés entre les performances attendues, simulées et mesurées (Démarche d'ingénieur).



La démarche pédagogique en sciences industrielles de l'ingénieur vise à :

- S'approprier les trois réalités du système pluri technologique (le cahier des charges, le système virtuel et le système matériel).
- Comparer les performances issues de ces trois réalités.
- Optimiser le système virtuel et le système matériel afin de faire converger leurs performances vers celles attendues au cahier des charges.

Les contenus du programme des sciences industrielles pour l'ingénieur permettent aux élèves d'investir complètement la démarche de l'ingénieur en s'intéressant à toutes les représentations des systèmes. Pour cela les enseignements en SII installent progressivement l'ensemble des connaissances et des compétences nécessaires à la maîtrise des différentes représentations d'un même objet ou système, à la comparaison des différentes performances, à l'optimisation des systèmes dans leurs réalités numérique et matérielle, afin de répondre aux attentes du client.

2.3 Compétences générales de l'ingénieur développées :

Les compétences développées en sciences industrielles pour l'ingénieur forment un tout cohérent, en relation directe avec la réalité industrielle qui entoure l'élève. Couplées à la démarche de l'ingénieur, elles le sensibilisent aux travaux de recherche, de développement et d'innovation. Des solutions innovantes sont modélisées de façon numérique. Ces modèles numériques permettent la simulation du comportement des systèmes pluri technologiques afin d'obtenir des performances simulées. Une démarche expérimentale menée sur des systèmes existants vient enrichir les compétences des étudiants au service de la démarche de l'ingénieur. Elle permet la comparaison des performances simulées et mesurées avec celles attendues au cahier des charges afin d'optimiser tout ou partie du modèle numérique.

Ces compétences sont :

- **Analyser** : permet des études fonctionnelles, structurelles et comportementales des systèmes conduisant à la compréhension de leur fonctionnement et à une justification de leur architecture. Via les activités expérimentales, elles permettent d'acquérir une culture des solutions industrielles qui facilitent l'appropriation de tout système nouveau. Cette approche permet de fédérer et assimiler les connaissances présentées dans l'ensemble des disciplines scientifiques de classes préparatoires aux grandes écoles.
- **Modéliser** : permet d'appréhender le réel et d'en proposer, après la formulation d'hypothèses, une représentation graphique, symbolique ou équationnelle pour comprendre son fonctionnement, sa structure et son comportement. Le modèle retenu permet des simulations afin d'analyser, de vérifier, de prévoir et d'améliorer les performances d'un système.
- **Résoudre** : permet de donner la démarche pour atteindre de manière optimale un résultat. La résolution peut être analytique ou numérique. L'outil de simulation numérique permet de prévoir les performances de systèmes complexes en s'affranchissant de la maîtrise d'outils mathématiques spécifiques.
- **Expérimenter** : permet d'appréhender le comportement des systèmes, de mesurer, d'évaluer et de modifier les performances. Les activités expérimentales sont au cœur de la formation et s'organisent autour de produits industriels instrumentés ou de systèmes didactisés utilisant des solutions innovantes. Elles permettent de se confronter à la complexité de la réalité industrielle, d'acquérir une culture des solutions technologiques, de formuler des hypothèses pour modéliser le réel, d'en apprécier leurs limites de validité, de développer le sens de l'observation, le goût du concret et la prise d'initiative.
- **Concevoir** : permet de modifier l'architecture des systèmes pour satisfaire un cahier des charges. Elle permet également de faire évoluer le comportement des systèmes. Elle développe l'esprit d'initiative et la créativité des élèves.
- **Communiquer** : permet de décrire, avec les outils de la communication technique et l'expression scientifique et technologique adéquate, le fonctionnement, la structure et le comportement des systèmes.
- **Réaliser** : Réaliser tout ou partie d'un prototype.

2.4 **Activités d'enseignement** :

- **Cours – TD** : 2 heures hebdomadaires programmées, de préférence, le matin.
- **Travaux pratiques** : 1h30min hebdomadaires par demi-classe découpée en groupes.
- **T.I.P.E** : 2 heures hebdomadaires.
- **Colles** : 0.5 heure par élève par semaine.

2.5 Organisation du programme et volumes horaires (Cours, TD et TP):

Module	Contenu	Volume horaire indicatif (heure)	
Ingénierie système	SysML : Diagramme d'état de séquence et de blocs internes	7	1 ^{er} trimestre
Chaîne de puissance	Alimentation en énergie et stockage de l'énergie	17.5	
	Conversion électromécanique : Machine à courant continu (MCC)	14	
	Conversion continu-continu : Les hacheurs	10.5	
Automatique et modélisation	Introduction à l'asservissement	7	2 ^{ème} trimestre
	Analyse et identification des systèmes asservis	10.5	
Chaîne d'information	Les capteurs et détecteurs	7	3 ^{ème} trimestre
	Les amplificateurs linéaires intégrés	10.5	
	Les filtres électriques	14	
	Les convertisseurs CAN et CNA	7	

2.6 Progression :

Un découpage trimestriel a été adopté pour développer le contenu du programme des sciences industrielles pour l'ingénieur. Dans le cadre de la liberté pédagogique, l'enseignant peut traiter le contenu relatif à un trimestre selon ses préférences et ses dispositions pédagogiques.

Certaines notions et compétences du programme des sciences industrielles pour l'ingénieur sont en commun avec la physique ou l'informatique.

- La mention (*I*) indique que la notion est en commun avec l'informatique. L'enseignant se contentera de proposer à ses élèves des applications spécifiques à la SII (*Annexe 1*);
- La mention (*P*) indique que la notion est en commun avec la physique. L'enseignant doit se concerter en permanence avec le professeur de physique pour éviter toute répétition.

Les méthodes numériques sont introduites au fur et à mesure, en fonction des besoins de la formation.

3. Contenu détaillé du programme:

NB : Sur la colonne de droite les **Commentaires et limitations** sont écrits en italique

3.1 Premier trimestre :

Connaissances	Savoir-faire <i>Commentaires et limitations</i>
<p>A) Ingénierie système :</p> <p>A.1) Diagrammes d'Ingénierie Système – SysML :</p> <p>Diagramme d'état (stm) : État, transition, événement, condition de garde, activité et action.</p> <p>Diagramme de séquence (sd) : Lignes de vie, messages asynchrones et synchrones, boucles.</p> <p>Diagramme de blocs internes (ibd) : Flux de matière, d'énergie et d'information (définition, nature et codage)</p>	<p>Interpréter tout ou partie de l'évolution temporelle d'un système séquentiel.</p> <p>Décrire le comportement d'un système séquentiel.</p> <p>Identifier l'architecture structurelle d'un système.</p> <p>Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.</p> <p>Identifier la nature des flux échangés entre les différents constituants.</p> <p><i>L'évolution temporelle des états et des variables d'un diagramme d'états est représentée sous la forme d'un chronogramme.</i></p> <p><i>(stm, ibd) peuvent être proposés à lire, à compléter ou à créer en s'appuyant sur un document fourni présentant la syntaxe.</i></p> <p><i>Les diagrammes de séquence ne peuvent être proposés qu'en lecture.</i></p> <p><i>Les autres diagrammes SysML sont traités en génie mécanique.</i></p>
<p>B) Chaîne de puissance:</p> <p>B.1) Alimenter en énergie et stocker l'énergie</p> <p>Sources d'énergies.</p> <p>Variables potentielles, variables de flux.</p> <p>Réseaux de distribution monophasée et triphasée équilibré.</p> <p>Diagramme de Fresnel.</p> <p>Circuits en régime alternatif sinusoïdal.</p> <p>Puissance active (continu, monophasé et triphasé en régime alternatif sinusoïdal).</p> <p>Puissances apparente, réactive et facteur de puissance, en monophasé et triphasé en régime</p>	<p>Donner et utiliser la relation entre tension simple et tension composée.</p> <p>Donner et utiliser la relation entre les courants dans le cas d'un régime équilibré.</p> <p>Calculer une puissance en triphasé équilibré</p> <p>Donner le couplage à effectuer en fonction des caractéristiques du réseau et du récepteur utilisé</p> <p>Déterminer les signaux électriques dans les circuits.</p> <p>Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.</p>

<p>alternatif sinusoïdal.</p> <p>Dispositifs de stockage d'énergie (différentes technologies et leurs principales applications)</p> <p>Adaptation des niveaux de tension et isolement galvanique (transformateur monophasé parfait)</p>	<p>Choisir la technologie des constituants de la chaîne de puissance.</p> <p><i>On se limite aux charges équilibrées.</i></p> <p><i>Les dispositifs de stockage sont limités aux : piles, batteries, super-condensateurs et volants d'inertie.</i></p> <p><i>Les choix seront faits à partir de documents techniques fournis en prenant en compte l'impact environnemental.</i></p> <p><i>Les étudiants doivent être capables de justifier le choix qualitatif des constituants de la chaîne d'information.</i></p>
<p>B.2) Conversion électromécanique : Machine à courant continu</p> <p>Principe de la conversion électromécanique. Bilan de puissance.</p> <p>Traçage de la Caractéristiques mécaniques.</p> <p>Association convertisseur-machine-charge.</p> <p>Modèle électromécanique de la machine à courant continu à excitation séparée ou à aimant permanent ;</p>	<p>Interpréter la plaque signalétique d'une machine.</p> <p>Donner et utiliser le modèle électrique de l'induit en régime permanent (E, R) et/ou en régime dynamique (E, R, L).</p> <p>Faire un bilan des puissances et/ou établir le rendement</p> <p>Définir les quatre quadrants de fonctionnement et donner les caractéristiques des grandeurs dans chaque quadrant.</p> <p>Donner l'allure des courbes de charge d'un moteur.</p> <p>Donner l'équation fondamentale de la dynamique pour un système en rotation.</p> <p>Reconnaître l'expression d'un couple de frottement visqueux.</p> <p>Interpréter la présence d'un réducteur pour exprimer les vitesses l'une par rapport à l'autre.</p> <p><i>La réaction de l'induit est hors programme.</i></p> <p><i>Le modèle de l'induit est donné sans justification, il est de type RLE (résistance d'induit R, inductance d'induit L, et force contre électromotrice E).</i></p> <p><i>Le fonctionnement des machines est qualifié en régime permanent dans les quatre quadrants.</i></p> <p><i>Dimensionnement sur critères énergétiques : couple quadratique (thermique) équivalent.</i></p> <p><i>La physique des convertisseurs électromécaniques (machines électriques) n'est pas au programme.</i></p>

<p>B.3) Conversion continu-continu : Les hacheurs</p> <ul style="list-style-type: none"> - caractéristiques ; - réversibilité ; - domaines d'application 	<p>Calculer la valeur moyenne de la tension de sortie d'un hacheur dont on donne le schéma.</p> <p>Établir l'équation différentielle et donner l'expression de l'intensité en sortie d'un hacheur sur charge L E, la représenter graphiquement.</p> <p>Exploiter et compléter éventuellement les chronogrammes de fonctionnement d'un hacheur.</p> <p>Déterminer l'intensité moyenne en sortie d'un hacheur sur charge R L E si, à tout instant, $R \cdot i$ est négligeable devant $L \frac{di}{dt}$.</p> <p>Expliquer le principe de la commande d'une machine à courant continu dans les quatre quadrants par un hacheur en pont et calculer la tension moyenne dans des cas simples.</p> <p>Énoncer qu'un hacheur élévateur de tension converti une tension continue en une autre tension continue plus élevée.</p> <p><i>Les convertisseurs statiques continu – continu au programme sont les hacheurs série, parallèle et 4 quadrants</i></p> <p><i>La conduction est supposée continue</i></p> <p><i>Les interrupteurs sont supposés parfaits</i></p> <p><i>La charge est une source de courant ou une L-E.</i></p> <p><i>On se limite à la conversion directe non isolée</i></p> <p><i>Les pertes en commutation ne font pas l'objet de calcul ;</i></p> <p><i>On insiste sur les formes d'onde.</i></p> <p><i>Le dimensionnement peut se faire à partir des exigences et d'une documentation technique tout en respectant les enjeux environnementaux.</i></p>
--	---

3.2 Deuxième trimestre :

Connaissances	Savoir-faire <i>Commentaires et limitations</i>
<p>C) Automatique et modélisation:</p> <p>C.1) Introduction à l'asservissement :</p> <p>Structure d'un système asservi : chaîne directe et chaîne de retour, Consigne et perturbations asservissement / régulation.</p> <p>Modélisation et comportement des systèmes linéaires continus et invariants SLCI.</p> <p>Modélisation par équations différentielles.</p> <p>Représentation par fonction de transfert.</p> <p>Non-linéarités : Saturation, hystérésis ...</p> <p>Fonctions de transfert : boucle ouverte et boucle fermée</p> <p>Fonction d'usage courant dans l'automatique (impulsion ; échelon ; rampe)</p>	<p>Identifier la structure d'un système asservi.</p> <p>Élaborer, manipuler et réduire les schéma-blocs.</p> <p>Établir un modèle de connaissance par des fonctions de transfert.</p> <p><i>La présentation de la transformée de Laplace se limite à son énoncé et aux propriétés strictement nécessaires à ce cours.</i></p> <p><i>Le théorème de la valeur finale est donné sans démonstration.</i></p> <p><i>La transformée de Laplace inverse est hors programme.</i></p> <p><i>Les systèmes multi-physiques sont limités aux domaines de l'électricité, de la mécanique et de la thermique.</i></p>
<p>C.2) Analyse et identification des systèmes asservis :</p> <p>Système du 1^{er} et du 2^{ème} ordre : réponse temporelle (échelon et signal sinusoïdal) et fréquentielle (Lieu de BODE uniquement)</p> <p>Linéarisation autour d'un point de fonctionnement</p> <p>Représentation par schémas-blocs</p> <p>Identification à l'aide d'une réponse indicielle et/ou d'une réponse harmonique pour les systèmes du 1^{er} et du 2^{ème} ordre.</p> <p>Pôles dominants et réduction du modèle.</p>	<p>Déterminer la réponse d'un circuit à un échelon.</p> <p>Caractériser les familles de réponse indicielle du second ordre en fonction du facteur d'amortissement.</p> <p>Déterminer la fonction de transfert d'un asservissement de vitesse avec correcteur.</p> <p>Déterminer la fonction de transfert d'un moteur commandé par l'induit en utilisant la transformée de Laplace et énoncer que la fonction de transfert se réduit en pratique à un modèle du premier ordre.</p> <p><i>Les systèmes à retard pur sont traités par des applications.</i></p> <p><i>Les représentations dans les plans de Nyquist et de Black sont hors programme.</i></p> <p><i>L'étude théorique des systèmes non linéaires est hors programme.</i></p>

<p>D) Chaîne d'information :</p> <p>D.1) Les capteurs et détecteurs</p> <p>Place du capteur dans la chaîne de l'information.</p> <p>Classification des capteurs.</p> <p>Fonction de base et structure fonctionnelle de la chaîne d'acquisition de l'information.</p> <p>nature des grandeurs physiques d'entrée et de sortie. (P)</p> <p>Caractéristiques métrologiques : Étendue de mesure, sensibilité, résolution, justesse, fidélité, précision et temps de réponse.</p> <p>Paramètres d'un capteur communicant. (I)</p>	<p>Définir la sensibilité et fidélité d'un capteur ; conditionnement du signal fourni</p> <p>Identifier les capteurs dans la chaîne d'information d'un système ; Définir la nature des informations d'entrée et de sortie d'un capteur ;</p> <p>Justifier leur choix au regard du cahier des charges fourni et la grandeur physique à mesurer ;</p> <p>Extraire de la documentation fournie les valeurs numériques caractéristiques des solutions techniques retenues.</p> <p><i>Les phénomènes physiques régissant le fonctionnement des capteurs sont étudiés en physique. (P)</i></p> <p><i>Les phénomènes physiques mis en œuvre dans divers capteurs (piézoélectricité, variation de résistance, effet Hall, effet Seebeck ...) sont présentés d'une manière simplifiée.</i></p> <p><i>On insiste sur les capteurs de position (codeurs optiques), de déplacement, de vitesse, et de température.</i></p> <p><i>Les étudiants doivent être capables de justifier un choix qualitatif de constituants de la chaîne d'information.</i></p>
<p>D.2) Les amplificateurs linéaires intégrés</p> <p>ALI : Opérations élémentaires (addition, soustraction, multiplication, saturation, intégration). (P)</p>	<p>Proposer des structures adaptées au cahier des charges imposé.</p> <p>Effectuer des traitements à partir des données de mesures expérimentales (I).</p> <p><i>Les ALI sont traités en physique à partir d'un modèle parfait en tant que structure. En GE, seule une approche fonctionnelle est utilisée. (P)</i></p> <p><i>Le comportement fréquentiel des ALI en particulier le produit gain \times bande passante, est étudié dans le cas d'un système asservi avec une fonction de transfert en boucle ouverte du 1^{er} ordre.</i></p>

3.3 Troisième trimestre :

Connaissances	Savoir-faire <i>Commentaires et limitations</i>
<p>D.3) Les filtres électriques (P)</p> <p>La fonction filtrage.</p> <p>Représentation temporelle et spectrale.</p> <p>Approche par gabarit.</p> <p>Fonction de transfert isomorphe.</p> <p>Filtres passifs du 1^{er} et du 2^{ème} ordre</p> <p>Moyenne glissante et filtres numériques passe-bas du premier et du second ordre. (I)</p>	<p>Tracer le diagramme de BODE des amplitudes et des phases à partir de la fonction de transfert.</p> <p>Exploiter un diagramme de BODE pour identifier un filtre.</p> <p>Prévoir le spectre d'un signal obtenu après un filtrage.</p> <p>Identifier le type d'un filtre à partir de sa fonction de transfert.</p> <p>Modéliser un filtre par des équations de récurrence. (I)</p> <p><i>On insiste sur le lien entre les caractéristiques fréquentielles et temporelles.</i></p> <p><i>On se limite au filtre RC et RL. Les filtres actifs ne sont pas au programme.</i></p>
<p>D.4) Les convertisseurs CAN et CNA : (Approche fonctionnelle)</p> <p>Caractéristiques fondamentales : nombre de bits, période d'échantillonnage, temps de conversion.</p> <p>Échantillonnage et quantification (I).</p> <p>Théorème de Shannon.</p> <p>Bloqueur d'ordre zéro.</p> <p>Filtre anti-repliement.</p>	<p>Tracer la caractéristique de transfert d'un CNA (ou CAN).</p> <p>Déterminer l'expression donnant la tension de sortie du CNA en fonction de l'état logique des entrées et de la tension de référence.</p> <p>Interpréter la notice d'un CNA (ou CAN)</p> <p>Donner le rôle d'un échantillonneur bloqueur, définir échantillon, maintien (ou blocage). ...</p> <p><i>Les structures internes des CAN et des CNA sont hors programme.</i></p> <p><i>Le théorème de Shannon est donné sans démonstration.</i></p> <p><i>Pour les convertisseurs analogique-numérique, la présence d'un filtre anti-repliement est précisée et justifiée sans calcul.</i></p> <p><i>On se limite à l'approche fonctionnelle sans aborder les aspects technologiques.</i></p>

4. Annexe 1 : Compétences en commun avec l'informatique

Connaissances	Savoir-faire <i>Commentaires et limitations</i>
<p>Ingénierie numérique et informatique :</p> <p>Analyse fonctionnelle d'un programme.</p> <p>Définition et appel d'une fonction.</p> <p>Découpage fonctionnel.</p> <p>Spécification de fonctions.</p> <p>Variables (type et portée).</p> <p>Structures algorithmiques (boucles et tests).</p> <p>Réécriture des équations.</p> <p>Méthodes de dichotomie et de Newton pour résoudre des problèmes du type $f(x) = 0$.</p> <p>Intégration et dérivation numérique (schémas arrière et avant).</p> <p>Schéma d'Euler explicite pour résoudre une équation ou un système d'équations différentielles.</p> <p>Traitement de fichiers de données.</p> <p>Moyenne et écart type.</p>	<p>Analyser et expliquer le comportement d'un algorithme simple.</p> <p>Découper un programme en fonctions plus simples.</p> <p>Résoudre numériquement une équation ou un système d'équations.</p> <p>Effectuer des traitements à partir des données de mesures expérimentales.</p> <p>Choisir les variables et les paramètres pour une simulation numérique.</p> <p><i>L'utilisation de bibliothèques (Python) pré-implémentées est privilégiée.</i></p> <p><i>La « réécriture des équations » signifie :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – remettre en forme des équations pour leurs traitements par une bibliothèque ; – mettre sous forme matricielle un problème (problème de Cauchy et système linéaire). <p><i>Les aspects théoriques liés aux méthodes numériques ne sont pas exigibles (stabilité, convergence, conditionnement de matrices...).</i></p> <p><u>Exemples d'applications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'Euler pour discrétiser un filtre analogique. • Filtrage numérique des données par des équations de récurrence. • Caractérisation des signaux à temps discret (Échantillonnage et quantification). • Résolution d'équation non linéaire (seuil, hystérésis ...) pour le cas des SLCI. • Détermination de l'énergie stockée à chaque instant dans une batterie à partir de l'évolution de la tension et de l'intensité. • Lecture d'un fichier csv obtenu à partir des mesures d'accélération d'un Smartphone.

5. Annexe 2 : Composantes de la compétence « Expérimenter »

Connaissances	Savoir-faire <i>Commentaires et limitations</i>
<p>Protocoles expérimentaux :</p> <p>Environnement du système.</p> <p>Mise en œuvre d'un système, paramètres de fonctionnement d'un système.</p> <p>Respect d'un protocole expérimental et des normes de sécurité.</p> <p>Protection des biens et des personnes.</p> <p>Règles de raccordement des appareils de mesure et des capteurs.</p> <p>Caractéristiques (calibre, position, etc.) et fonctions d'un appareil de mesure.</p> <p>Incertitudes, résolution, justesse, fidélité, linéarité et sensibilité.</p> <p>Échantillonnage, repliement de spectre, quantification.</p> <p>Outils de programmation</p> <p>Dispositifs de contrôle.</p> <p>Scénarios de test.</p> <p>Normes de sécurité.</p>	<p>Mettre en œuvre un appareil de mesure adapté à la caractéristique de la grandeur à mesurer.</p> <p>Identifier les erreurs de mesure et de méthode.</p> <p>Choisir les grandeurs d'entrées à imposer et les grandeurs de sorties à acquérir pour identifier un modèle de comportement sur un système ou sur un constituant du système.</p> <p>Mettre en œuvre un système en suivant un protocole dans le respect des règles de sécurité.</p> <p>Choisir la grandeur physique à mesurer ou justifier son choix.</p> <p>Proposer un protocole en fonction de l'objectif visé.</p> <p>Configurer et régler le système en fonction de l'objectif visé.</p> <p>Générer un programme et l'implanter dans le système cible.</p> <p>Analyser les écarts entre les performances d'un prototype et les exigences.</p> <p>Rechercher et proposer des causes aux écarts constatés.</p> <p><i>Dans le choix de l'appareil (y compris RMS ou non), des calibres et des réglages on attend une autonomie importante, éventuellement avec l'utilisation de la notice de l'appareil.</i></p> <p><i>Le respect des instructions de sécurité et des normes est une exigence qui s'appuie sur la fourniture des extraits de textes réglementaires.</i></p> <p><i>La connaissance des normes de sécurité n'est pas exigible.</i></p> <p><i>L'objectif consiste à qualifier et quantifier une performance et/ou renseigner un modèle de comportement.</i></p> <p><i>L'incertitude renvoie à la technologie des appareils de mesure et des capteurs. Il n'est pas exigé de longs développements théoriques et calculs associés.</i></p>

6. Annexe 3 : Composantes de la compétence « Réaliser »

Compétences	Détails et commentaires
<ul style="list-style-type: none">- Réaliser tout ou partie d'un prototype- Instrumenter tout ou partie d'un système pour valider une exigence ou renseigner un modèle de comportement.- Intégrer les constituants correspondant à une fonction dans un prototype.- Implémenter et exécuter un programme sur une cible.- Valider le fonctionnement du prototype.	<ul style="list-style-type: none">- La réalisation d'une chaîne d'asservissement numérique pourra servir de support.- L'acquisition de savoir-faire professionnels est exclue.- Tous les moyens de réalisation ou de prototypage rapide mutualisés dans l'établissement scolaire peuvent être utilisés, en particulier les ressources disponibles dans un espace d'innovation partagé (fablab).