

Les activités proposées dans les six épreuves :

- analyser un système technique fonctionnellement et structurellement ;
- vérifier les performances attendues d'un système par l'évaluation de l'écart entre un cahier des charges et les réponses expérimentales ou de simulations ;
- construire et valider, à partir d'essais, des modélisations de système par l'évaluation de l'écart entre les performances mesurées et les performances simulées ;
- imaginer et concevoir des solutions nouvelles répondant à un besoin exprimé ;

sont destinées à évaluer les compétences déclinées dans le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation (voir [BOEN n°30 du 25 juillet 2013](#)).

## **Programme commun aux quatre options de l'agrégation SII**

### **1. Compétitivité des produits**

#### **1.1. Analyse des constituants**

Démarche de conception et utilisation des outils de conception

Analyse fonctionnelle, structurelle et comportementale

#### **1.2. Contraintes technico économiques**

Économie générale des systèmes (coûts d'acquisition, de fonctionnement, de maintenance, retour sur investissement)

Cahier des charges fonctionnel

Utilisation d'une base de données technico économiques.

#### **1.3. Développement durable**

Analyse du cycle de vie

Éco conception

Éco construction

### **2. Ingénierie des systèmes**

#### **2.1. Modélisation SysML**

Les systèmes seront modélisés à l'aide de diagrammes pour décrire leur organisation structurelle et leur description temporelle

Modélisation des exigences : Diagramme des exigences

Modélisation structurelle : Diagramme de définition des blocs, diagramme de blocs internes

Modélisation comportementale : Diagramme d'activité, diagramme des cas d'utilisation, diagramme de contexte, diagramme d'état, diagramme de séquence

#### **2.2. Graphes, croquis, dessins techniques**

Outils de représentation des solutions, en phase d'avant-projet

Graphes, croquis

Schémas de principe, schémas cinématiques minimaux, schémas structurels

### **3. Modélisations des systèmes pluri-techniques**

La modélisation des systèmes se fait à partir d'une analyse fonctionnelle et structurelle dans une approche du triptyque : matière énergie information (MEI). Elle conduit à l'écriture des modèles d'état, elle s'appuie sur l'utilisation des résultats d'une simulation pluri-technique et sur l'identification des paramètres des modèles de comportement.



### 3.1. Modélisation des matériaux

#### 3.1.1. Matériaux

Familles de matériaux, classification, normalisation des désignations

Propriétés et caractéristiques des matériaux

Composition, structures et propriétés des matériaux : structures aux différentes échelles, relations entre microstructures et propriétés macroscopiques, influence des paramètres environnementaux

Exploitation et gestion des ressources, bilan CO<sub>2</sub> et énergie, cycles de vie des matériaux et analyse économique, déchets et recyclage

Principes de choix, indices de performances, démarches d'optimisation d'un choix

#### 3.1.2. Modèles de connaissance et de comportement des matériaux

Comportement mécanique des matériaux sous forme solide et fluide : classification des comportements, élasticité, viscosité, plasticité

### 3.2. Modélisation des structures et des mécanismes

#### 3.2.1. Modèles de connaissances et de comportement des structures

Résistance des matériaux, généralités et notions de base, contraintes et déformations, limite d'élasticité, limite de plasticité

Utilisation de logiciels de calculs 3D de structures (barres, poutres, portiques, plaques, coques)

Interprétation des résultats de simulation

#### 3.2.2. Modèles de connaissance et de comportement des systèmes

Modélisation des liaisons et des actions mécaniques

Analyse des mécanismes :

- étude des chaînes de solides indéformables ;
- mobilité ;
- statique des systèmes de solides ;
- cinématique des solides : solides en translation ou en rotation autour d'un axe fixe ;
- dynamique des systèmes à masse conservative.

#### 3.2.3. Modélisation de composants de transmission de puissance mécanique

##### Relations entrées – sorties (cinématique, énergétique)

Liens souples (chaînes et courroies)

Engrenages à axes parallèles ou orthogonaux

Jointes mécaniques

Accouplements permanents et temporaires

### 3.3. Modélisation des systèmes énergétiques

#### 3.3.1. Thermique du bâtiment

Transferts de masse et de chaleur

Modélisation de l'enveloppe

Bilans énergétiques en régime stationnaire

#### 3.3.2. Flux et efficacité énergétique

Conversion d'énergie (mécanique, électrique, fluide, calorifique)

Rendement des transformations

Typologie des chaînes de puissance

#### 3.3.3. Modèles de connaissance et de comportement des échanges énergétiques

##### Cas des systèmes électriques

Modélisation en régime permanent du fonctionnement des machines électriques (machines à courant continu, asynchrones et synchrones), fonctionnement en moteur et/ou en génératrice

Choix du type de machine (machines à courant continu, asynchrones et synchrones)

Dimensionnement d'un système d'entraînement à vitesse variable en fonction des caractéristiques mécaniques de la charge entraînée



Association charge convertisseur statique

Analyse, du point de vue énergétique, de l'association source, convertisseur, charge

### **Cas des systèmes thermodynamiques**

Principes de la thermodynamique

Principaux cycles thermodynamiques

Modélisation des phénomènes de conduction et de convection

Identification des paramètres des constituants : résistances thermiques et capacités thermiques

### **Cas des systèmes fluidiques**

Hydrostatique

Fluides parfaits incompressibles

Fluides visqueux incompressibles

Écoulement dans les conduites, pertes de charge

## **3.4. Modélisation de la commande**

### **3.4.1. Organisation fonctionnelle de la commande des systèmes**

#### **Acquérir et traiter l'information**

Détecteurs et capteurs

Chaîne d'acquisition

Conditionneur

#### **Restituer l'information**

Commande des préactionneurs (électriques, pneumatiques et hydrauliques) en proportionnelle ou tout ou rien, transducteurs voix, données, images

#### **Commander**

Commandes centralisées ou distribuées

Interfaces homme-machine

#### **Transmettre l'information**

Réseaux locaux industriels, réseaux WAN ou LAN, réseaux sans fils, bus multiplexés, liaison point à point (architecture, constituants, caractéristiques générales)

Notion de protocole, principaux paramètres de configuration

### **3.4.2. Modélisation des commandes logiques des systèmes à événements**

Systèmes combinatoires, codage et décodage des variables

Outils de modélisation, d'identification et de caractérisation

Analyse des systèmes à événements à l'aide de diagrammes états / transitions

Description des fonctionnements à l'aide de diagramme états / transitions ou de diagramme de séquences

## **3.5. Modélisation des systèmes asservis**

### **3.5.1. Modélisation des systèmes asservis continus**

Modélisation du système en schéma bloc

Identification des grandeurs de consignes et de perturbation

Modélisation d'un correcteur, choix et réglage à partir des performances attendues

### **3.5.2. Modélisation des systèmes discrets**

Modélisation Schéma-bloc

Spécifications algorithmiques

Systèmes échantillonnés (niveau de performances lié au choix de la fréquence d'échantillonnage)

Validation des performances (précision, stabilité, rapidité) d'un système échantillonné

#### **4. Simulation numérique de systèmes pluri techniques**

Algorithmes de commande à l'aide d'un langage évolué  
Choix des méthodes d'intégration  
Modèles de simulation par éléments finis : applications à la détermination de structures  
Interprétation des résultats

#### **5. Informatique**

##### **5.1. Algorithmique**

Notion d'information et de modélisation.  
Structures algorithmiques fondamentales (séquence, choix, itération, etc.)  
Notion de type  
Notion de sous-programme (fonction, procédure, méthode, etc.) et de paramètre  
Implantation en langage de programmation

##### **5.2. Utilisation de structures de données et algorithmes**

Structures de données élémentaires  
Définition de structures de données  
Algorithmes itératifs sur ces structures  
Algorithmes récursifs

##### **5.3. Programmation d'un site web**

Langages de description et de mise en page basés sur des balises (HTML, XHTML, etc.)  
Connexions aux bases de données

##### **5.4. Architecture de l'ordinateur**

Codage de l'information : numération, représentation des nombres et codage en machines, codage des caractères, arithmétique et traitement associés  
Éléments logiques : algèbre de Boole, systèmes logiques combinatoires (décodeur, additionneur, unité de calcul), systèmes séquentiels simples (registres, compteurs)  
Microprocesseur : Alu, mémoire cache, bus, pipeline, interruptions, langage machine  
Composants externes : mémoire, contrôleurs, périphériques

##### **5.5. Utilisation d'un réseau**

La liaison point à point EIA 232, le codage, la trame RS232, interconnexion des matériels, le contrôle de flux  
Utilisation et configuration basique d'applications connectée : messagerie, transfert de fichier (FTP, http), terminaux de commande (telnet, SSH), partage d'applications, de fichiers et de périphériques



**Programme spécifique à l'option « sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie mécanique »**

Ce programme est complémentaire à celui des deux épreuves communes et spécifique à l'option « sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie mécanique ».

**1. Conception des systèmes**

**1.1. Outils de description utilisés en phase de conception**

Définition volumique et numérique (CAO 3D) de la conception d'un mécanisme à partir de contraintes fonctionnelles

Définition volumique et numérique (CAO 3D) des formes et dimensions d'une pièce, prise en compte des contraintes fonctionnelles et d'industrialisation

Logiciels de dimensionnement des pièces et systèmes mécaniques

Logiciels d'aide aux choix (matériaux, composants et constituants)

Banques de données

**1.2. Ingénierie système**

Phases et planification d'un projet industriel (marketing, pré conception, pré industrialisation et conception détaillée, industrialisation, maintenance et fin de vie)

Méthodes de créativité rationnelles et non rationnelles

Dimension « Design » d'un produit, impact d'une approche « Design » sur les fonctions, la structure et les solutions techniques

**1.3. Caractérisation d'une pièce et d'un mécanisme**

Surfaces fonctionnelles

Conditions de montage et de fonctionnement,

Spécifications dimensionnelles et géométriques

**2. Mécanique des systèmes**

**2.1. Théorèmes généraux**

Cinématique et cinétique des solides : systèmes mécaniques articulés

Théorèmes généraux de la mécanique : systèmes en mouvement autour d'un axe fixe (équilibrages statiques et dynamiques des rotors rigides) ; systèmes en mouvement autour d'un point fixe (systèmes gyroscopiques)

**2.2. Approche énergétique**

Équations de Lagrange à paramètres indépendants

Équations de Lagrange avec multiplicateurs

**2.3. Étude harmonique**

Étude vibratoire des systèmes discrets : systèmes vibratoires à un degré de liberté (appareils de mesure, suspensions, isolation) ; système vibratoire à deux degrés de liberté (étouffeurs de vibrations)

Recherche des positions d'équilibre, linéarisation, stabilité. Analyse harmonique (modale)

**2.4. Thermodynamique**

Thermodynamique et mécanique des milieux continus

Statique et dynamique des fluides

Effets de la chaleur sur le comportement des matériaux et des structures



### 3. Chaîne de puissance et chaîne d'action

#### 3.1. Analyse des mécanismes

Mobilités, iso et hyperstatisme

#### 3.2. Fonction assemblage

Assemblages rigides démontables ou non

Assemblages élastiques

#### 3.3. Fonction guidage (toutes solutions)

Solutions technologiques par contact direct et par éléments roulants

Critères de choix

Calcul de prédétermination

#### 3.4. Fonctions lubrification et étanchéité

Caractéristiques des fluides de lubrification

Solutions technologiques de lubrification et d'étanchéité statique et dynamique

#### 3.5. Principaux constituants de transmission de puissance

Constituants hydrauliques et pneumatiques

Constituants mécaniques

#### 3.6. Composition, structures et propriétés des matériaux

Technologie des matériaux : modes d'élaboration et de fabrication, contraintes techniques, économiques et environnementales, aspects sanitaires

Endommagement, fatigue et rupture, vieillissement et altération, environnement, évolution des propriétés, prévention, contrôles in situ, diagnostic et réparations

Principes, effets et exigences des principaux traitements des matériaux (thermiques et de surface)

### 4. Qualité et contrôle

#### 4.1. Démarche qualité dans l'entreprise

Méthodes et les outils de suivi et d'amélioration de la qualité

Assurance qualité

Qualité environnementale : déchets et effluents

#### 4.2. Maîtrise de la qualité

Maîtrise statistique du processus

Méthode et outils d'amélioration

#### 4.3. Vérification des spécifications d'une pièce

Choix d'un moyen de contrôle

Maîtrise et gestion des équipements de contrôle

Métrologie dimensionnelle et géométrique d'une pièce

### 5. Industrialisation

#### 5.1. Relation Produit Matériau Procédé

Procédés d'obtention des pièces (classification des procédés de fabrication primaire, secondaire et tertiaires, critères de choix, comparaisons et choix)

Principes physiques et technologiques des procédés d'obtention

Performances géométriques des procédés d'obtention

Démarches de choix et d'amélioration d'une relation Produit - Matériau - Procédé



### 5.2 Optimisation de processus

L'optimisation d'un processus d'obtention d'une pièce se limitera aux quatre procédés représentatifs des transformations de la matière permettant ainsi la transposition des compétences acquises vers des procédés utilisant les mêmes principes physiques :

- a- Ajout de la matière par procédés additifs
- b- Ajout de la matière par coulée sous pression (limitée à l'injection plastique et coulée sous vide)
- c- Déformation de la matière par emboutissage (limitée à un essai simple)
- d- Enlèvement de la matière par usinage sur centre d'usinage (tournage, fraisage, mixte)

Mise en œuvre de ces quatre procédés

Simulations de fabrication, interprétations et optimisation des processus

### 5.4. Amélioration continue, maintenance et gestion de la production

Détection et analyse des défaillances : AMDEC, arbre de défaillance

Réorganisation de l'entreprise, amélioration continue et management global de l'efficience

Taux de rendement global et décomposition en indicateurs opérationnels

Gestion des flux de production et des stocks

Typologie des ateliers de production, planification, ordonnancement

Contrôles et données de production

Méthodes et outils de gestion de production



**Programme spécifique à l'option « sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie électrique »**

Ce programme est complémentaire à celui des deux épreuves communes et spécifique à l'option « sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie électrique ».

**1. Automatique**

**1.1. Systèmes asservis**

Représentation d'état des systèmes linéaires stationnaires  
Placement de pôles par retour d'état linéaire  
Commandabilité, observabilité  
Identification des systèmes continus par des méthodes graphiques

**1.2. Systèmes asservis non linéaires**

Identification des non-linéarités  
Influence des non-linéarités sur le comportement des systèmes asservis

**1.3. Systèmes asservis linéaires échantillonnés**

Analyse et synthèse de systèmes échantillonnés  
Réponses temporelle et fréquentielle, notions d'identification  
Correction numérique des systèmes échantillonnés : discrétisation de correcteurs continus, correcteur RST, à réponse pile, méthodes du modèle, placement de pôles par retour d'état, observateurs

**1.4. Logique et informatique industrielle**

**1.4.1 Programmation par objets**

Techniques de programmation dans un langage évolué  
Codage et implantation des lois de commande dans un calculateur  
Concepts de base d'un langage objet (classe, attribut, méthode, etc.).  
Principe et utilisation des héritages (spécialisation, implémentation, etc.).  
Utilisation de bibliothèques de composants  
Interfaces Homme-Machine  
Programmation événementielle

**1.4.2 Architecture et programmation**

Mécanismes de haut niveau : gestion des données par le compilateur (données statiques / dynamiques, pile, tas), arbres de calcul, appel de fonctions/procédures  
Notion de gestion de la mémoire (pointeur, allocation dynamique, etc.)  
Processeurs modernes : mémoire cache, pipeline, instructions SIMD, performance des programmes

**1.4.3 Réseaux**

Réseaux : modèle en couches, topologie, support physique, protocoles, méthodes d'accès au réseau  
La pile TCP/IP, Remise de paquets, protocole ARP, acheminement des paquets  
Le protocole Ethernet, couche transport  
Étude d'architectures de réseaux et des services offerts : OSI, TCP/IP, etc.  
Gestion des communications dans le réseau : synchronisation, contrôle d'erreurs, contrôle de flux, routage, adressage, commutation  
Technologie des réseaux locaux : Ethernet, WiFi, Bluetooth  
Installation et configuration d'un réseau ; mise en œuvre des services de base (Web, NFS, DHCP, DNS)

**1.4.4 Mise en œuvre des automates industriels**

Mise en œuvre des automatismes industriels : calculateurs, automates programmables industriels (API)





Architecture logicielle d'une application : tâches immédiates et gestion des interruptions. Systèmes à tâches différées (tâches-sémaphores)

Actionneurs, correcteurs : technologie, critères de choix, exploitation de notices techniques

Exploitation de notices techniques de cartes Entrées/Sorties industrielles

Architecture des systèmes programmables

Interfaçages

Critères de choix des constituants matériels

### 1.5. Capteurs

Capteurs dans les chaînes de régulation industrielle

Technologie, critères de choix du capteur de la chaîne d'acquisition et de transmission, exploitation de notices techniques

## 2. Électronique

### 2.1. Fonctions élémentaires de l'électronique

Amplification : en continu, à large bande et sélective, en faibles signaux, de faible bruit, de puissance.

Composants intégrés spécifiques

Filtrage : filtres passifs, actifs, à capacités commutées et numériques, performances des composants associés spécifiques

Multiplication des signaux, performances des composants associés

Génération de signaux : oscillateurs quasi-sinusoïdaux, générateurs à relaxation, générateurs de rampe,

Conversion analogique-numérique, numérique-analogique, caractéristiques précision/vitesse, performances des composants associés

Boucles à verrouillage de phase et composants associés

Multiplexage des signaux et analogiques et numériques. Composants associés

Composants logiques programmables (FPGA, CPLD, ...)

### 2.2. Traitement du signal

#### 2.2.1. Analyse spectrale

Caractérisation des signaux déterministes

Bruit : origine, caractérisation, densité spectrale, rapport signal/bruit, facteur de bruit d'un amplificateur

#### 2.2.2. Communications et radiofréquences

Modulation d'amplitude et modulations angulaires, modulations numériques : procédés de modulation et de démodulation, analyse spectrale

Transmissions numériques : en bande de base et par porteuse modulée

Architecture des modems

Lignes de transmission en régime harmonique et transitoire, coefficients de réflexion et de transmission ; quadripôles linéaires passifs et actifs : paramètres S, adaptation d'impédance

Notions de base sur une chaîne de transmission en télécommunications

Canal de propagation : structures filaire, optique et aérienne : caractérisation et simulation

## 3. Électrotechnique

### 3.1. Transport et distribution de l'énergie électrique

Électrotechnique générale : énergie, puissances en régime sinusoïdal et avec harmoniques, distribution triphasée (régimes équilibré et déséquilibré), composants symétriques. Régimes transitoires (mise sous tension, etc.)



Perturbations des réseaux (puissance réactive, harmoniques, ...), compensation et filtrage (passif et actif) des harmoniques  
Réseaux de transport et de distribution électrique (HV, MV, LV, HVDC, MVDC)  
Intégration des renouvelables et du stockage sur les réseaux  
Microgrids, Nanogrids  
Protection des personnes et des biens en basse tension : rôle, calcul, aspect normatif.  
Régimes de neutre  
Appareillage : fonctions, symbolisation, caractéristiques, association, réglage  
Lecture de schéma  
Mesure, comptage

### 3.2. Modélisations électriques et énergétiques

Circuits magnétiques saturables : du matériau ferromagnétique au composant électromagnétique.  
Transformateurs de puissance monophasés et triphasés  
Transformateurs : Aspects technologiques et bases de dimensionnement  
Condensateurs : Aspects technologiques et bases de dimensionnement  
Inductances : Aspects technologiques et bases de dimensionnement  
Transformateurs de mesure, notamment de courant  
Caractérisation des aimants permanents, technologie et pré dimensionnement

### 3.3. Convertisseurs électromécaniques

Principes de la conversion électromécanique, réversibilité  
Principes, structures et technologie des machines à collecteur, synchrones (à excitation bobinée et à aimants) et asynchrones  
Modélisation et caractéristiques simplifiées des trois familles technologiques (avec une perspective d'utilisation en vitesse variable)  
Choix de la technologie compte tenu des contraintes de l'application  
Notions élémentaires de dimensionnement et de bobinage des machines tournantes

### 3.4. Électronique de puissance

Caractérisation fonctionnelle des interrupteurs et des sources  
Principes de la conversion électronique de puissance par découpage et filtrage  
Principe du bras de pont en commande par MLI et structures de conversion (DC-DC, DC-AC et AC-DC)  
Principes des redresseurs à diodes et redresseurs commandés à base de thyristors  
Alimentations à découpage forward et flyback  
Composants semi-conducteurs de puissance : technologies, caractéristiques, commande et mise en œuvre  
Composants passifs : technologies, caractéristiques, principes de dimensionnement  
Dimensionnement du refroidissement des composants à semi-conducteur  
Modélisation des pertes dans les composants à semi-conducteur  
Association de convertisseurs

### 3.5. Chaînes de conversion électromécanique

Architectures des chaînes de conversion de la source électrique à la charge mécanique  
Quadrants de fonctionnement, réversibilité et analyse énergétique  
Caractéristiques des ensembles machine-convertisseur à vitesse variable (à courant continu, synchrones autopilotées et asynchrones).

Dimensionnement des composants des chaînes électromécaniques

### 3.6. Utilisation de l'énergie électrique et procédés associés

Procédés de chauffage (usages industriels et habitat)  
Éclairage  
Stockage  
Force motrice



Moyens de transports utilisant l'énergie électrique

Notions d'impacts environnementaux, rejets et influences des gaz à effet de serre

### **3.7. Génération électrique**

Principes de conversion des ressources primaires renouvelables ou non en électricité

Conversions hydroélectrique, éolienne et photovoltaïque

Cogénération chaleur électricité

Stockage d'énergie

Spécificité de la production d'énergie électrique embarquée



**Programme spécifique à l'option « sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie des constructions »**

Ce programme est complémentaire à celui des deux épreuves communes et spécifique à l'option « sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie des constructions ».

**1. Conception des ouvrages**

**1.1 Outils de description utilisés en phase de conception et d'exécution**

Définition volumique et numérique (CAO 3D) de la conception d'un ouvrage  
Définition volumique et numérique (CAO 3D) des formes et dimensions en vue d'exécution  
Logiciels de dimensionnement  
Intégration des outils numériques (BIM)  
Banque de données

**1.2 Ingénierie de réalisation**

Phases et planification d'un projet (expression du besoin, conception, dimensionnement et cout, mise en œuvre, maintenance, réhabilitation et fin de vie)

**1.3 Conception et dimensionnement des structures**

Matériaux de construction : bétons et constituants, acier, blocs manufacturés, bois, verre, textiles structurels  
Matériaux routiers et de soutènements : produits noirs, membranes, etc.  
Conception structurelle et dimensionnement règlementaire (béton armé et précontraint, construction métallique, construction bois, géotechnique, parasismique)

**2. Mécanique des milieux déformables**

**2.1. Modèles de comportement**

Solides élastiques linéaires (isotropes et anisotropes)  
Comportements plastiques  
Endommagement, fatigue et rupture  
Fluides visqueux newtoniens  
Propriétés mécaniques des matériaux de construction : contraintes, déformations, fatigue, fluage, relaxation  
Comportements chimiques des matériaux de construction : corrosion, pollution

**2.2. Mécanique des structures**

Dimensionnement des structures hyperstatiques, des coques  
Méthodes des éléments finis (statique et dynamique)  
Analyse vibratoire  
Méthodes expérimentales (exemples : extensométrie, photoélasticimétrie, mesure des phénomènes vibratoires)

**2.3 Mécanique des sols**

Mécanismes généraux de formation et d'évolution des sols et des roches  
Propriétés mécaniques des sols et des roches : contraintes et déformations, comportement des sols saturés, éléments de mécanique des roches, application aux risques naturels (stabilité des versants)  
Géotechnique routière  
Traitement et amélioration des sols et des massifs rocheux : aspects technologiques et bases de dimensionnement  
Caractérisation du comportement mécanique : reconnaissance en place et essais de laboratoire  
Eau dans les sols : saturation et non saturation, hydraulique des sols (régime permanent, notions de base en régime transitoire)  
Caractérisation en place des propriétés hydrauliques, couplages hydro-mécaniques, effets de la température, notions d'hydrologie



Polluants dans les sols : mécanismes de transfert, principes de base des techniques de prévention et de réhabilitation des sites

L'instrumentation et l'analyse des pathologies en géotechnique. Application aux ouvrages de soutènement, aux fondations superficielles et fondations profondes, aux ouvrages en terre, aux réseaux enterrés et aux travaux souterrains

### **3. Domaine de l'analyse et de la conception des systèmes**

#### **3.1. Caractérisation des ambiances intérieures et extérieures**

Actions climatiques (rayonnement solaire, vent, etc.)

Hygrométrie, thermodynamique de l'air humide

Confort thermique et acoustique, paramètres physiologiques

Éclairage naturel et artificiel, qualité de l'air et de l'eau

#### **3.2. Thermique du bâtiment**

Transferts de masse et de chaleur

Modélisation de l'enveloppe

Ventilation naturelle et mécanique

Climatisation passive

Bilans énergétiques en régime stationnaire et instationnaire

Efficacité thermique des bâtiments

Bases de contrôle et de régulation

Réglementation

#### **3.3. Acoustique**

Équations de propagation dans les fluides et les solides, dissipation, comportement aux discontinuités, diffraction

Émission acoustique des sources, puissance et directivité, cartographie sonore

Traitement acoustique des espaces intérieurs et extérieurs

Traitement acoustique des installations (propagation dans les conduits, pièges à sons) et des équipements,

Isolement acoustique des enveloppes et des parois séparatives

Réglementation

### **4. Projet de construction**

#### **4.1 Environnement administratif et juridique de l'acte de construire**

Aspects juridiques

Les marchés, les partenaires et intervenants

Urbanisme

Contraintes environnementales (aspect réglementaire)

#### **4.2 Analyse globale d'un projet**

Insertion et intégration des ouvrages dans leur environnement : analyse des impacts environnementaux, cadre réglementaire, solutions technologiques

Parti architectural et environnemental, adaptation au site

Accessibilité du cadre bâti

Risques majeurs

Sécurité incendie

### **5. Technique de construction, de mise en œuvre, d'organisation**

Réglementation parasismique

Bâtiment : infrastructures, superstructures, second œuvre

Travaux Publics : voiries et réseaux divers, ouvrages d'art, réseaux routiers et ferroviaires,

Aménagements urbains



Topographie

## **6. Gestion économique et de mise en œuvre**

Préparation de chantier

Techniques de suivi d'un avancement

Gestion des ressources (main d'œuvre, matériels, matériaux)

Tableaux d'avancement

Planification (Phases et cycles, marges, etc.)

Métré, budget, coût, étude de prix

HQPSE (Hygiène Qualité Prévention Sécurité Environnement) —

## **7. Procédés et techniques de réalisation**

Ouvrages préfabriqués

Ouvrages coulés en place

Ouvrages de soutènement

Production et mise en œuvre du béton

Levage et manutention

Coffrages, étaielements



**Programme spécifique à l'option « sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie informatique »**

Ce programme est complémentaire à celui des deux épreuves communes et spécifique à l'option « sciences industrielles de l'ingénieur et ingénierie informatique ».

**1. Traitement du signal et de l'information**

**1.1 Analyse spectrale**

Caractérisation des signaux déterministes et aléatoires

Caractérisation du bruit : densité spectrale, rapport signal/bruit

**1.2 Traitement numérique des signaux**

Échantillonnage, quantification, codage, les codes en ligne

Filtres numériques

Chaîne de transmission numérique

Transmissions numériques en bande de base (symboles M-aires) et par porteuses modulées (ASK, FSK, PSK, QAM)

Mesure de la qualité d'une transmission numérique

Notions de base sur une chaîne de transmission en télécommunications (canal à bande limitée)

Architecture des modems

**1.3. Traitements d'images**

Introduction aux images numériques

Éléments de codage, compression des images

Filtrage 2D et filtrage inverse des images

Détection de contours

Segmentation d'images

Introduction aux images couleurs

Transformées en distance et applications

Espaces d'échelle en analyse d'images

Perception des images 3D (poursuite et estimation du mouvement)

Indexation d'images

Intelligence artificielle

Séquences d'images, traitement vidéo (compression, estimation du mouvement, etc.)

**2. Systèmes embarqués**

**2.1. Architectures matérielles.**

Architectures processeurs embarqués : Microcontrôleurs, DSP

Composants reconfigurables : par exemple FPGA

Contraintes : temps, énergie

Langage de description d'architectures numériques (VHDL)

Entrées-sorties : numérique et analogique

Bus de terrain : SPI, I2C, Uart, Can, Lin

Mobilité (téléphone, tablette), objets connectés

**2.2. Informatique embarquée**

Systèmes séquentiels asynchrones et synchrones : analyse, synthèse, mise en œuvre, traitement des aléas

Conception et analyse de machines à états : diagrammes état/transition, algorithmes

Architecture logicielle d'une application : tâches immédiates et gestion des interruptions

Systèmes à tâches différées (tâches-sémaphores)

Langage machine : pile système, modes d'adressage, jeux d'instructions, langage d'assemblage

Mécanismes de haut niveau : gestion des données par le compilateur (données statiques / dynamiques, pile, tas), arbres de calcul, appel de fonctions/procédures  
Techniques de programmation dans un langage évolué, optimisation du code  
Codage et implantation des lois de commande dans un calculateur  
Systèmes d'exploitation multitâche, temps réel  
Développement d'exécutable

### **3. Développement logiciel**

#### **3.1. Conception de structures de données**

Notion de type abstrait  
Notion d'encapsulation  
Notion d'événement  
Notion de gestion de la mémoire (pointeur, allocation dynamique, etc.)

#### **3.2. Programmation orientée objet**

Classe, attributs, méthodes  
Héritage simple, multiple, implémentation  
Utilisation de bibliothèques logicielles

#### **3.3. Programmation orientée description matérielle**

Langage de description matériel, VHDL, SystemC, Vérilog  
Flot de conception

#### **3.4. Programmation événementielle**

Gestion des événements : file de message, dispatcher  
Traitements associés aux événements

#### **3.5. Architecture logicielle**

Architecture 3 tiers  
Modèle Vue Contrôleur (MVC), interface graphique utilisateur

#### **3.6. Langages**

Langage procédural\* : C  
Langages orientés objet \*: C++, Java, Python

*(\*) La connaissance exhaustive de la syntaxe des différents langages n'est pas exigée, En revanche, la capacité à utiliser ces différents langages avec leur documentation est vivement souhaitée.*

#### **3.7. Génie logiciel**

Modélisation UML  
Test et qualité logicielle  
Outils de gestion et de documentation du code source

### **4. Système d'exploitation**

Types et caractéristiques des systèmes d'exploitation  
Système de fichiers, noyau, abstraction matérielle, drivers  
Commandes simples et paramétrées  
Programmes de commandes (scripts)  
Gestion des entrées-sorties  
Programmes et processus (interaction avec le système d'exploitation)





## **5. Réseaux**

Gestion des communications dans un réseau : synchronisation, contrôle d'erreurs, contrôle de flux

Architecture en couches : TCP/IP/ Éthernet et Osi

Couche physique protocole Éthernet : technologie, règles de communication

Transport de l'information : support, topologies, codages, techniques d'accès, partage

Couche transport : protocoles TCP et UDP

Couche réseau : protocole IP : adressage (IPv4 et IPv6), routage (IPv4 et IPv6), nœud réseau, protocole Arp

Routeur : table de routage, Nat/Pat

Sécurité des réseaux : firewall, DMZ

Programmation réseau : socket

Technologie des réseaux locaux : Éthernet, Wifi, Bluetooth

Technologie des réseaux dédiés à l'Internet des Objets : Sigfox, LoRa

Services de base d'un réseau (protocole et application) : messagerie, Web, DHCP, DNS, NFS, FTP

## **6. Bases de données**

Problématique de la gestion des données

Algèbre relationnelle, langages prédicatifs, opérations ensemblistes

Modèle de données relationnel

Modèle conceptuel de données

Définition d'un schéma relationnel en SQL, gestion des contraintes d'intégrité, notion de vue et d'index,

Interrogation et manipulation des données en SQL interactif

Accès à une base de données depuis un langage de programmation

Extension procédurale de SQL, SQL intégré ou bibliothèque d'accès à une base de données