

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA JEUNESSE ET DE LA VIE ASSOCIATIVE

Arrêté du 8 février 2011 fixant le programme pour le cycle terminal de la série « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » des enseignements technologiques transversaux et des enseignements spécifiques des spécialités architecture et construction, énergie et environnement, innovation technologique et éco-conception, systèmes d'information et numérique

NOR : MENE1104262A

Le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative,

Vu le code de l'éducation ;

Vu l'arrêté du 27 mai 2010 relatif à l'organisation et aux horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées sanctionnés par le baccalauréat technologique, séries « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » et « sciences et technologies de laboratoire (STL) » ;

Vu l'avis du comité interprofessionnel consultatif du 4 février 2011 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'éducation du 9 décembre 2010,

Arrête :

Art. 1^{er}. – Le programme pour le cycle terminal de la série sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) des enseignements technologiques transversaux et des enseignements spécifiques des spécialités : architecture et construction, énergie et environnement, innovation technologique et éco-conception, systèmes d'information et numérique, est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Art. 2. – Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2011-2012 pour la classe de première et à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013 pour la classe terminale.

Art. 3. – Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 8 février 2011.

Pour le ministre et par délégation :

*Le directeur général
de l'enseignement scolaire,*

J.-M. BLANQUER

A N N E X E

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX ET ENSEIGNEMENTS SPÉCIFIQUES

CYCLE TERMINAL DE LA SÉRIE SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

SOMMAIRE

Introduction

Les enseignements technologiques communs

A. – Objectifs et compétences

B. – Connaissances associées

1. Principes de conception des systèmes et développement durable

- 1.1. Compétitivité et créativité
 - 1.2. Ecoconception
 2. Outils et méthodes d'analyse et de description des systèmes
 - 2.1. Approche fonctionnelle des systèmes
 - 2.2. Outils de représentation
 - 2.3. Approche comportementale
 3. Solutions technologiques
 - 3.1. Structures matérielles et/ou logicielles
 - 3.2. Constituants d'un système
- C. – Tableau de mise en relation des compétences et des connaissances

Les spécialités :

Programme des enseignements spécifiques de la spécialité AC

- A. – Objectifs et compétences
- B. – Connaissances associées
 1. Projet technologique
 2. Conception d'un ouvrage
 3. Vie de la construction

Programme des enseignements spécifiques de la spécialité EE

- A. – Objectifs et compétences
- B. – Connaissances associées
 1. Projet technologique
 2. Conception d'un système
 3. Transport et distribution d'énergie, études de cas
 4. Réalisation et qualification d'un prototype

Programme des enseignements spécifiques de la spécialité ITEC

- A. – Objectifs et compétences
- B. – Connaissances associées
 1. Projet technologique
 2. Conception mécanique des systèmes
 3. Prototypage de pièces

Programme des enseignements spécifiques de la spécialité SIN

- A. – Objectifs et compétences
- B. – Connaissances associées
 1. Projet technologique
 2. Maquettage des solutions constructives
 3. Réalisation et qualification d'un prototype

INTRODUCTION

Préambule

L'émergence d'attentes complexes de la société concernant le développement durable, le respect de l'environnement et la responsabilité sociétale des entreprises dans le déploiement de nouvelles techniques doit se traduire dans la nature des compétences à faire acquérir aux élèves. Les réponses au « comment » qu'apportaient jusqu'ici les enseignements de technologie doivent être complétées aujourd'hui par des réponses au « pourquoi », associées à des démarches d'analyses multicritères et d'innovation technique.

Qu'il s'agisse de produits manufacturés ou d'ouvrages, toute réalisation technique se doit d'intégrer les contraintes techniques, économiques et environnementales.

Cela implique la prise en compte du triptyque « matière (1) – énergie – information » dans une démarche d'écoconception (2) incluant une réflexion sur les grandes questions de société :

- l'utilisation de la matière pour créer ou modifier les structures physiques d'un produit ;
- l'utilisation de l'énergie disponible au sein des systèmes/produits et, plus globalement, dans notre espace de vie ;
- la maîtrise du flux d'informations en vue de son traitement et de son exploitation.

Les compétences et les connaissances associées, relatives aux domaines de la matière, de l'énergie et de l'information, constituent donc la base de toute formation technologique dans le secteur industriel. Le baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) permet :

- d'acquérir un socle de compétences nécessaires pour comprendre et expliquer la structure et/ou le fonctionnement des systèmes. L'ensemble de ces compétences nécessaires seront décrites et regroupées dans les enseignements technologiques communs ;

- d'aborder la conception des systèmes en étudiant particulièrement les solutions dans l'un des domaines d'approfondissement dans le cadre d'une spécialisation sans négliger les influences réciproques des solutions retenues dans les autres domaines.

Le baccalauréat sciences et technologies de l'industrie et du développement durable est composé pour les enseignements technologiques des enseignements communs et ceux des quatre spécialités visant l'acquisition de compétences de conception, d'expérimentation et de dimensionnement dans leur champ technique propre selon des degrés de complexité adaptés au niveau baccalauréat. A la différence du baccalauréat professionnel, la voie technologique ne vise aucune finalité professionnelle. Il n'y est donc pas fait référence à des apprentissages de savoirs et savoir-faire garantissant une aptitude à la réalisation de produits, d'ouvrages ou de services.

Sur les plans scientifiques et technologiques, le titulaire du baccalauréat STI2D sera détenteur de compétences étendues car liées à un corpus de connaissances des trois domaines « matière – énergie – information », suffisantes pour lui permettre d'accéder à la diversité des formations scientifiques de l'enseignement supérieur : université, écoles d'ingénieur, CPGE technologiques et toutes les spécialités de STS et d'IUT. Ces compétences constituent un socle permettant l'acquisition de connaissances nouvelles tout au long de la vie.

Ceci constitue une visée ambitieuse de poursuites d'études mais si les objectifs assignés sont identiques à ceux de la série scientifique, les parcours, adaptés aux profils des jeunes, permettront de mobiliser des aptitudes différentes permettant de révéler les potentiels de chacun.

(1) La matière représente l'ensemble matériau et structure.

(2) L'écoconception est la prise en compte et la réduction, dès la conception ou lors d'une reconception de produits, de l'impact sur l'environnement. C'est une démarche préventive qui se caractérise par une approche globale sur tout le cycle de vie du produit (depuis l'extraction de matières premières jusqu'à son élimination en fin de vie), de tous les critères environnementaux (consommations de matières premières, d'eau et d'énergie, rejets dans l'eau et dans l'air, production de déchets, etc.).

Modalités d'enseignement

Des particularités pédagogiques uniques qui perdurent : un équilibre entre abstraction et concrétisation, analyse et action, théorie et confrontation avec le réel... indispensable à toute une catégorie d'élèves qui repoussent le choix d'une formation professionnelle mais sont imperméables à des approches trop déductives et abstraites. Les modalités d'enseignement privilégient les activités pratiques d'analyse de systèmes techniques réels et actuels ainsi que le projet. Ce dernier, qui permet de finaliser les activités et de favoriser la collaboration des élèves, n'est pas seulement support à des situations d'application mais constitue également un temps d'apprentissage. Il s'agit en effet de faire vivre aux élèves, lors des deux années, tout ou partie d'une démarche de réalisation d'un prototype dans le cadre d'une pédagogie de projet.

En classe de terminale, un projet technologique (PT) de conception - réalisation, d'amélioration ou d'optimisation d'un système permet un travail collectif de synthèse et d'approfondissement. Les démarches d'ingénierie collaborative et d'écoconception seront utilement mises en œuvre dans la perspective de permettre à chaque élève et au groupe de faire preuve d'initiative et d'autonomie. C'est donc un moment essentiel pour l'acquisition de compétences clés au lycée.

La mise en œuvre du programme implique d'associer étroitement l'observation du fonctionnement et des solutions constructives d'un système, l'expérimentation et la simulation de tout ou partie du système ainsi que le raisonnement théorique pour la compréhension et l'exploitation des résultats. L'enseignement s'appuie sur des études de systèmes qui nécessitent la mise en œuvre d'outils d'analyse, de représentation, de recherche et de validation de modèles ainsi qu'une culture des solutions constructives mises en œuvre. L'élève peut ainsi apprendre par la technologie et comprendre les modèles par l'analyse des comportements techniques et non l'inverse, ce qui reste le fondement de la pédagogie en STI.

Les enseignements technologiques ne peuvent s'effectuer sans un usage intensif des TIC dont l'intégration dans les systèmes est une réalité et participent à l'innovation. De même, leur utilisation comme outil didactique doit être accrue avec notamment l'emploi des aides multimédia interactives. Les objectifs de la communication permettent aux élèves de présenter les différentes problématiques techniques auxquelles ils sont confrontés et d'explicitier de façon raisonnée les choix effectués, y compris en langue vivante 1.

Les enseignants des disciplines scientifiques et ceux des enseignements communs ont un accès régulier aux différents laboratoires afin de favoriser le développement de liens forts entre tous les enseignements scientifiques et technologiques. Cet aspect permet à toutes les disciplines de prendre appui sur les situations concrètes (expérimentations, projets, études de systèmes techniques) rencontrées dans les différents laboratoires et favorise la conception de progressions pédagogiques partagées.

Les enseignements technologiques transversaux

Trois objectifs sont assignés à ces enseignements.

Le premier consiste à acquérir des concepts de base de la technologie industrielle et à les appliquer dans une logique de limitation de l'impact environnemental. Pour cela, l'enseignement est organisé en collaboration directe et étroite avec ceux de sciences physiques et chimiques, fondamentales et appliquées et de

mathématiques, de façon à coordonner les apprentissages et à garantir le niveau scientifique nécessaire aux poursuites d'études. La dimension développement durable justifie d'autres relations à construire avec, par exemple, les enseignements d'histoire et géographie autour des enjeux mondiaux et géopolitiques.

Le deuxième, adossée à une pédagogie de l'action, à dominante inductive, consiste en une approche pluritechnique mettant en évidence la richesse et la diversité des solutions techniques actuelles intégratrices de la mobilisation des trois champs : gestion de l'énergie, traitement de l'information, utilisation et transformation de la matière. Ces trois champs doivent être abordés de manière globale, équilibrée, non exclusive ni indépendamment les uns des autres. La mise en œuvre des modèles et des méthodes d'analyse dans un contexte de résolution de problèmes techniques authentiques est ainsi recherchée.

Le troisième est relatif à la communication, y compris en langue vivante 1.

Les enseignements spécifiques de spécialité

Dans la spécialité choisie, le titulaire du baccalauréat STI2D doit être capable, pour tout ou partie d'un système ou d'une solution technique de :

- concevoir ;
- dimensionner ;
- réaliser un prototype, une maquette, une étude relativement à une solution technique envisagée ;
- communiquer y compris en langue vivante 1.

Ces compétences sont déclinées dans chaque programme des spécialités ci-dessous.

Architecture et construction : la spécialité explore l'étude et la recherche de solutions architecturales et techniques relatives aux bâtiments et ouvrages. Elle apporte les compétences nécessaires à l'analyse, la conception et l'intégration dans son environnement d'une construction dans une démarche de développement durable.





Energies et environnement : la spécialité explore la production, le transport, la distribution et l'utilisation de l'énergie ainsi que sa gestion. Elle apporte les compétences nécessaires pour appréhender l'efficacité énergétique des systèmes ainsi que leur impact sur l'environnement et l'optimisation du cycle de vie.

Innovation technologique et écoconception : la spécialité explore l'étude et la recherche de solutions techniques innovantes relatives aux produits manufacturés en intégrant la dimension design et ergonomie. Elle apporte les compétences nécessaires à l'analyse, l'écoconception et l'intégration dans son environnement d'un système dans une démarche de développement durable.

Systèmes d'information et numérique : la spécialité explore l'acquisition, le traitement, le transport, la gestion et la restitution de d'information (voix, données, images). Elle apporte les compétences nécessaires pour appréhender l'interface utilisateur, la commande rapprochée des systèmes, les télécommunications, les réseaux informatiques, les modules d'acquisition et de diffusion de l'information et plus généralement sur le développement de systèmes virtuels ainsi que sur leur impact environnemental et l'optimisation de leur cycle de vie.

La formation prend appui sur des systèmes répondant à un besoin de l'homme. Si le programme de chaque spécialité permet un approfondissement, il doit aussi appréhender de manière globale l'approche « matière – énergie – information » qui caractérise les interactions au sein d'un système réel. Le projet, caractéristique pédagogique de la série et lié à la dominante, suit également cette logique et ne peut s'affranchir d'un développement pluritechnique.

Description de la taxonomie utilisée

<i>Indicateur du niveau d'acquisition et de maîtrise des contenus</i>		Niveaux
		1 2 3 4
<p>Le contenu est relatif à l'appréhension d'une vue d'ensemble d'un sujet : les réalités sont montrées sous certains aspects de manière partielle ou globale.</p>	Niveau d'INFORMATION	
<p>Le contenu est relatif à l'acquisition de moyens d'expression et de communication : définir, utiliser les termes composant la discipline. Il s'agit de maîtriser un savoir « appris ». Ce niveau englobe le précédent.</p>	Niveau d'EXPRESSION	
<p>Le contenu est relatif à la maîtrise d'outils d'étude ou d'action : utiliser, manipuler des règles ou des ensembles de règles (algorithme), des principes, des démarches formalisées en vue d'un résultat à atteindre. Ce niveau englobe les deux niveaux précédents.</p>	Niveau de la MAITRISE D'OUTILS	
<p>Le contenu est relatif à la maîtrise d'une méthodologie de formulation et de résolution de problèmes : assembler, organiser les éléments d'un sujet, identifier les relations, raisonner à partir de ces relations, décider en vue d'un but à atteindre. Il s'agit de maîtriser une démarche : induire, déduire, expérimenter, se documenter. Ce niveau englobe les trois niveaux précédents.</p>	Niveau de la MAITRISE METHODOLOGIQUE	

Nota. – Les évaluations permettant la certification ne peuvent porter que sur des compétences utilisant des savoirs, savoir-faire et démarches de niveau 2, 3 et 4.

Les tableaux définissant les programmes du baccalauréat STI2D ne sont en aucun cas une présentation chronologique des connaissances et compétences à faire acquérir aux élèves.

LES ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES COMMUNS

A. – OBJECTIFS ET COMPÉTENCES DES ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES COMMUNS DU BACCALAURÉAT STI2D

OBJECTIFS DE FORMATION		COMPÉTENCES ATTENDUES
Société et développement durable	O1 – Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable	CO2.1. Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système et les énergies mises en œuvre dans une approche de développement durable. CO2.2. Justifier le choix d'une solution selon des contraintes d'ergonomie et d'effets sur la santé de l'homme et du vivant.
	O2 – Identifier les éléments permettant la limitation de l'Impact environnemental d'un système et de ses constituants	CO2.3. Identifier les flux et la forme de l'énergie, caractériser ses transformations et/ou modulations et estimer l'efficacité énergétique globale d'un système CO2.4. Justifier les solutions constructives d'un système au regard des impacts environnementaux et économiques engendrés tout au long de son cycle de vie.
Technologie	O3 – Identifier les éléments influents du développement d'un système	CO3.1. Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système. CO3.2. Évaluer la compétitivité d'un système d'un point de vue technique et économique.
	O4 – Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logique d'un système	CO4.1. Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties. CO4.2. Identifier et caractériser l'agencement matériel et/ou logiciel d'un système CO4.3. Identifier et caractériser le fonctionnement temporel d'un système. CO4.4. Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, à l'énergie et aux informations (acquisition, traitement, transmission) d'un système.
	O5 – Utiliser un modèle de comportement pour prédire un fonctionnement ou valider une performance	CO5.1. Expliquer des éléments d'une modélisation proposée relative au comportement de tout ou partie d'un système. CO5.2. Identifier des variables internes et externes utiles à une modélisation, simuler et valider le comportement du modèle. CO5.3. Évaluer un écart entre le comportement du réel et le comportement du modèle en fonction des paramètres proposés.
Communication	O6 – Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère	CO6.1. Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés. CO6.2. Décrire le fonctionnement et/ou l'exploitation d'un système en utilisant l'outil de description le plus pertinent. CO6.3. Présenter et argumenter des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère.

B. – PROGRAMME DES ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES COMMUNS DU BACCALAURÉAT STI2D

Le programme des enseignements technologiques communs détaillé ci-après est constitué de trois parties décrivant les connaissances visées. La structure et l'ordre proposés des connaissances n'induit pas l'organisation concrète des apprentissages. En particulier, les contenus du chapitre 3 traitant des solutions technologiques auront tout avantage à être répartis et intégrés aux phases d'apprentissages associées aux deux chapitres précédents. Une étoile dans la colonne « Ph. » met en évidence les liens et relations avec le programme de physique nécessitant une étroite coordination entre les progressions pédagogiques des deux enseignements. Un « M » dans la colonne « Ph. » indique le lien en relation avec le programme de mathématiques.

1. Principes de conception des systèmes de développement durable

Objectif général de formation : identifier les tendances d'évolution des systèmes, les concevoir en facilitant leur usage raisonné et en limitant leurs impacts environnementaux.

1.1. Compétitivité et créativité	Ph.	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
1.1.1. Paramètres de la compétitivité				<i>L'enseignement est mené à partir d'une ou deux études de dossiers technologiques concrètes, mettant en valeur la compétitivité d'un système dans un contexte de développement durable et permettant de mettre en exergue les paramètres indiqués. Les études de cas doivent traiter de l'ensemble des domaines techniques, produits manufacturés et constructions. Pour les bâtiments, par exemple, l'exploitation des normes en vigueur permet de comprendre l'évolution vers le bâtiment à énergie positive et d'identifier les qualités d'intégration des équipements techniques en son sein.</i> <i>La protection des innovations peut s'aborder au travers de la propriété industrielle sous les angles suivants :</i> – les bases de données de brevets constituent une source d'information conséquente (et gratuite) pour repérer les solutions techniques existantes afin de ne pas recréer ce qui existe déjà et retracer les évolutions techniques d'un produit ; – pour protéger efficacement de la concurrence une création, par la propriété industrielle, trois aspects sont complémentaires : le brevet d'invention pour protéger les aspects techniques, le dessin et modèle pour protéger le design et la marque pour protéger le nom du produit innovant ; - Faire en sorte qu'un nouveau produit devienne une norme internationale contribue à la compétitivité de l'entreprise. Par ailleurs les normes constituent une base de connaissance importante y compris du point de vue méthodologique.
Importance du service rendu (besoin réel et besoin induit). Innovation (de produit, de procédé, de marketing). Recherche de solutions techniques (brevets) et créativité, stratégie de propriété industrielle (protection du nom, du design et de l'aspect technique), enjeux de la normalisation Design produit et architecture. Ergonomie : notion de confort, d'efficacité, de sécurité dans les relations homme – produit, homme – système.		1 ^{re}	2	
1.1.2. Cycle de vie d'un produit et choix techniques, économiques et environnementaux				<i>À partir d'études de dossiers technologiques, on identifie les étapes du cycle de vie d'un système ainsi que les conséquences de la prise en compte partielle ou globale des différentes étapes. Il s'agit de donner un aperçu des différents points de vue de l'analyse globale, de montrer leurs interactions et de conclure sur le modèle utilisé (en cascade ou en V).</i>
Les étapes du cycle de vie d'un système. Prise en compte globale du cycle de vie.		1 ^{re}	2	
1.1.3. Compromis complexité – efficacité – coût				<i>L'approche des compromis se fait par comparaison (analyses relatives) de solutions en disposant de bases de données de coût (exemple : pour plusieurs solutions, comparaison du gain sur la consommation énergétique et de la réduction de l'impact environnemental avec le coût d'installation et d'exploitation). Cette notion de compromis technico-économique est le cœur des compétences d'un technicien, il convient d'y apporter une attention permanente tout au long de la formation tant dans le tronc commun que dans les spécialités.</i>
Relation fonction/coût/besoin. Relation fonction/coût/réalisation. Relation fonction/impact environnemental.		1 ^{re} /T	2	

1.2. Éco conception	Ph.	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
1.2.1. Étapes de la démarche de conception				<i>L'enseignement s'appuie sur des études de dossiers technologiques permettant d'identifier les éléments principaux d'une démarche de conception de tous types de systèmes. Celle relative à un ouvrage permet de traiter plus particulièrement les fonctions d'estime ainsi que les contraintes environnementales, de confort et de respect des sites.</i>
Expression du besoin, spécifications fonctionnelles d'un système (cahier des charges fonctionnel).		1 ^{re}	2	
1.2.2. Mise à disposition des ressources				<i>Enseignements complémentaires entre physique chimie et STI. Les études de dossiers technologiques doivent permettre l'identification des paramètres influant sur le coût de l'énergie et sur sa disponibilité : localisation et ressources estimées, complexification de l'extraction et des traitements nécessaires, choix du mode de transport et de distribution.</i>
Physique Chimie : les ressources énergétiques ; sources primaires et secondaires (hydraulique, nucléaire, solaire, biomasse, géologique (géothermie, pétrole, gaz, charbon), chimique (piles à combustible), électrique, mécanique).				
Coûts relatifs, disponibilité, impacts environnementaux des matériaux.		1 ^{re}	2	
Enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale.	*	1 ^{re}	2	
1.2.3. Utilisation raisonnée des ressources				<i>Approche comparative sur des cas d'optimisation. Ce concept est abordé à l'occasion d'études de dossiers technologiques globales portant sur les différents champs technologiques. On peut ainsi établir un bilan carbone des principaux matériaux isolants dans un habitat, évaluer l'impact environnemental d'une structure de bâtiment d'un point de vue consommation énergétique, analyser le recyclage des solutions de stockage d'énergie et de production d'énergie renouvelable, analyser les solutions de recyclage des matériaux et de déconstruction d'un produit. Concernant l'apport de la chaîne d'information, on s'appuie sur les spécifications normalisées (pollutions conduite et rayonnée) en vigueur au moment de l'étude. On peut montrer que la chaîne d'information permet un usage raisonné des matières d'œuvre et donc limite les impacts par une gestion des ressources.</i>
Propriétés physico-chimiques, mécaniques et thermiques des matériaux.	*	1 ^{re}	2	
Impacts environnementaux associés au cycle de vie du produit : - conception (optimisation des masses et des assemblages) - contraintes ; d'industrialisation, de réalisation, d'utilisation (minimisation et valorisation des pertes et des rejets) et de fin de vie ; - minimisation de la consommation énergétique.		1 ^{re} /T	2	
Efficacité énergétique d'un système		1 ^{re} /T	2	
Apport de la chaîne d'information associée à la commande pour améliorer l'efficacité globale d'un système.		1 ^{re}	2	

2. Outils et méthodes d'analyse et de description des systèmes

Objectif général de formation : identifier les éléments influents d'un système, décoder son organisation et utiliser un modèle de comportement pour prédire ou valider ses performances.

2.1. Approche fonctionnelle des systèmes ³	Ph.	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
2.1.1. Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie				<i>On se limite à une caractérisation externe des fonctions.</i>
Caractérisation des fonctions relatives à l'énergie : production, transport, distribution, stockage, transformation, modulation.	*	1 ^{re}	3	
2.1.2. Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'information				<i>On se limite au transfert de données en bande de base (pas de transposition de fréquence, pas de modulation).</i>
Caractérisation des fonctions relatives à l'information : acquisition et restitution, codage et traitement, transmission.	*	1 ^{re}	3	

2.2. Outils de représentation	Ph.	STI	Tax	Commentaires
2.2.1. Représentation du réel				<i>L'exploitation concerne uniquement les utilisations en moyen de communication :</i>
Croquis (design produit, architecture).		1 ^{re} /T	2	- réalisation d'une image selon un point de vue (du concepteur, du spécificateur, du fabricant, du commercial, du spécialiste de la maintenance, du monteur, de l'installateur, de l'utilisateur, etc.) ;
Représentation volumique numérique des systèmes.		1 ^{re} /T	3	- adaptation des formats de données ;
Exploitation des représentations numériques.		1 ^{re} /T	3	- restitution associée à une représentation et choix du support.
2.2.2. Représentations symboliques				<i>L'enseignement sur les schémas se limite au mode lecture et interprétation sur des systèmes ou sous-systèmes simples.</i>
Représentation symbolique associée à la modélisation des systèmes : diagrammes adaptés SysML, graphe de flux d'énergie, schéma cinématique, schéma électrique, schéma fluide.		1 ^{re} /T	3	<i>Le schéma cinématique n'est pas obligatoirement le schéma minimal mais celui qui correspond le mieux à la description fonctionnelle du mécanisme étudié.</i>
Schéma architectural (mécanique, énergétique, informationnel).		1 ^{re} /T	3	<i>Le schéma architectural permet de décrire l'organisation structurelle d'un produit industriel de manière non normalisée, il fait apparaître les composants et constituants (choix techniques).</i>
Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques (diagramme, vidéo, image).		1 ^{re} /T	3	
Représentations associées au codage de l'information : variables, encapsulation des données.		1 ^{re} /T	2	

(3) L'enseignement s'appuie sur l'analyse de différents systèmes, mettant en œuvre plusieurs formes d'énergie.

2.3. Approche comportementale	Ph.	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
2.3.1. Modèles de comportement				<i>Il s'agit de proposer une approche simple permettant de justifier l'utilisation d'un modèle de comportement, pouvant s'appuyer sur une simulation, permettant de justifier le paramétrage, les objectifs associés (justification de performance, prédiction d'un comportement) et la comparaison avec le réel.</i>
Principes généraux d'utilisation Identification et limites des modèles de comportements, paramétrage associé aux progiciels de simulation.		1 ^{re}	2	
Identification des variables du modèle, simulation et comparaison des résultats obtenus au système réel ou à son cahier des charges.	M ⁴	1 ^{re} /T	2	<i>Il s'agit de faire une analyse permettant de mettre en évidence l'influence du paramétrage sur la pertinence des résultats de la simulation.</i>
2.3.2. Comportement des matériaux				<i>Privilégier une approche qualitative par comparaison à partir d'expérimentations permettant de retenir des ordres de grandeur. Toutes les familles de matériaux sont expérimentées en lien avec les domaines d'emplois caractéristiques. Les matériaux composites sont ceux de tous les systèmes. La progression pédagogique est à coordonner avec celle de physique sur les points complémentaires des programmes.</i>
Physique Chimie : matériaux métalliques, matières plastiques, céramiques. Comportement physico-chimiques (électrique, magnétique, oxydation, corrosion).				
Matériaux composites, nano matériaux. Classification et typologie des matériaux.		T	2	
Comportements caractéristiques des matériaux selon les points de vue.				
Mécaniques (efforts, frottements, élasticité, dureté, ductilité).	*	1 ^{re} /T	2	
Thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement).	*	T	2	
Électrique (résistivité, perméabilité, permittivité).	*	1 ^{re}	2	
2.3.3. Comportement mécaniques des systèmes				<i>On se limite à une résolution graphique de l'équilibre d'un solide soumis à trois forces et à l'utilisation du modèle de présentation « torseur statique » en mode descriptif uniquement. La majorité des activités est pratique et se déroule sur des maquettes didactisées et des dispositifs expérimentaux simples. <u>Actions</u> : ponctuelles, linéiques uniformément réparties, couples, moments. <u>Sollicitations</u> : traction, compression, flexion simple.</i>
Physique Chimie : solides en mouvement (translation rectiligne et rotation autour d'un axe fixe). Aspects énergétiques du mouvement.				
Équilibre des solides : modélisation des liaisons, actions mécaniques, principe fondamental de la statique, résolution d'un problème de statique plane.	*	1 ^{re}	3	
Résistance des matériaux : hypothèses et modèle poutre, types de sollicitations simples, notion de contrainte et de déformation, loi de Hooke et module d'Young, limite élastique, étude d'une sollicitation simple.		T	2	

⁴ Loi normale, moyenne et écart-type.

2.3.4. Structures porteuses				<i>À ne traiter que sous forme expérimentale de manière à faire apparaître le lien entre amplitude des vibrations, fréquence et inertie – raideur du produit.</i>
Aspects vibratoires.		T	2	
Transfert de charges.		1^{re}	3	
2.3.5. Comportement énergétique des systèmes				<i>L'analyse de systèmes simples doit permettre de montrer l'analogie entre les éléments mécaniques, électriques, hydrauliques.</i> <i>On privilégie l'emploi de formulaires pour la détermination des pertes de charges des réseaux fluidiques.</i> <i>Activités pratiques sur maquettes instrumentées permettant de caractériser les paramètres influents du fonctionnement de différentes chaînes d'énergies et d'optimiser les échanges d'énergie entre une source et une charge. On s'attache à la caractéristique des charges en lien avec un modèle de comportement. Les modèles de comportement sont étudiés autour d'un point de fonctionnement.</i>
Physique Chimie : formes de l'énergie (grandeurs caractéristiques associées aux énergies – électrique, électromagnétique, thermique, chimique, fluidique, rayonnante, nucléaire – unités, ordres de grandeur, travail, puissance. Principes de base de la dynamique des fluides et de la thermodynamique appliqués aux systèmes techniques Transformations de l'énergie (électrique - électrique, électrique - mécanique, électrique - thermique, électrique - éclairage, cinétique - électrique, mécanique - thermique). Modulation de l'énergie.				
Analyse des pertes de charges fluidiques, caractéristiques des composants.		T	3	
Les paramètres de gestion de l'énergie liés au stockage et aux transformations.	*	1^{re}	2	
Conservation d'énergie, pertes et rendements, principe de réversibilité		1^{re}/T	3	
Natures et caractéristiques des sources et des charges.		1^{re}/T	3	
Caractérisation des échanges d'énergie entre source et charge : disponibilité, puissance, reconfiguration, qualité, adaptabilité au profil de charge, régularité.		T	2	

2.3.6. Comportements informationnels des systèmes⁵				<i>Activités pratiques liées à la mise en œuvre d'un produit industriel ou d'un système permettant l'application des différents modèles de description de l'information (en statique et en dynamique) et la caractérisation des entrées-sorties de ses différents constituants.</i> <i>Les modèles de comportement sont étudiés autour d'un point de fonctionnement. Au niveau de l'expression de l'information on se limite aux grandeurs statistiques usuelles (moyenne et écart type).</i>
Caractérisation de l'information : expression, visualisation, interprétation, caractérisations temporelle et fréquentielle.		1^{re}/T	2	
Modèles de description en statique et en dynamique.		1^{re}/T	3	
Modèles algorithmiques : structures algorithmiques élémentaires (boucles, conditions, transitions conditionnelles). Variables.	M⁶	1^{re}/T	3	

⁵ On se limite au domaine des basses fréquences. Le mesurage en hautes fréquences peut éventuellement être abordé dans la spécialisation SIN.

⁶ Nécessité d'une étroite coordination avec la progression pédagogique en mathématiques.

3. Solutions technologiques (7)

Objectif général de formation : identifier une solution technique, développer une culture des solutions technologiques.

3.1. Structures matérielles et/ou logicielles	Ph.	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
3.1.1. Choix des matériaux				<i>On se limite à des études de dossiers technologiques montrant que le choix d'un matériau répond à des contraintes du cahier des charges et relève d'une démarche structurée s'appuyant sur l'utilisation de bases de données, permettant une analyse selon plusieurs critères. Les approches multi contraintes et multi objectifs permettent de montrer que les choix de matériaux relèvent de compromis entre des critères opposés. Les indices de performance permettent de relier les connaissances de R&D, avec le choix des matériaux.</i>
Principes de choix, indices de performances, méthodes structurées d'optimisation d'un choix, conception multi contraintes et multi objectifs.		T	2	
3.1.2. Typologie des solutions constructives des liaisons entre solides				<i>On aborde les différents types de liaisons et leurs déclinaisons dans des objets manufacturés (analyse des mouvements cinématiques) ou dans des ouvrages (analyses des déformations).</i>
Caractérisation des liaisons sur les systèmes.		1 ^{re}	3	
Relation avec les mouvements / déformations et les efforts.		T	3	
3.1.3. Typologie des solutions constructives de l'énergie				<i>Il s'agit d'identifier les différents types de structures d'association de transformateurs d'énergie et de modulateurs associés ainsi que les formes d'énergies transformées.</i>
Système énergétique mono source.		T	2	
Système énergétique multi source et hybride.		T	2	
3.1.4. Traitement de l'information				<i>Les opérandes simples (somme, différence, multiplication, retard, comparaison) sont extraites de bibliothèques graphiques fournies. On se limite aux principes de la programmation objet. Pour les systèmes événementiels on utilise les composants programmables intégrés.</i>
Codage (binaire, hexadécimal, ASCII) et transcodage de l'information, compression, correction.		1 ^{re} /T	3	
Programmation objet : structures élémentaires de classe, concept d'instanciation.		1 ^{re} /T	2	
Traitement programmé : structure à base de microcontrôleurs et structures spécialisées (composants analogiques et/ou numériques programmables).		1 ^{re} /T	2	
Systèmes événementiels : logique combinatoire, logique séquentielle		1 ^{re} /T	3	
Traitement analogique de l'information : opérations élémentaires (addition, soustraction, multiplication, saturation) ⁸ .		1 ^{re} /T	1	

⁷ Ce chapitre n'est pas traité indépendamment mais s'intègre dans les deux chapitres précédents.

⁸ On se limite à une approche qualitative des différentes fonctions analogiques de base. Cette partie est approfondie dans la spécialisation SIN.

3.2. Constituants d'un système	Ph.	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
3.2.1. Transformateurs et modulateurs d'énergie associés				<i>Seuls les réducteurs à engrenage droit et à axes parallèles sont abordés.</i>
Adaptateurs d'énergie : réducteurs mécaniques, transformateurs électriques parfaits et échangeurs thermiques.		1 ^{re} /T	2	<i>Il convient d'insister sur la complémentarité entre modulation et conversion d'énergie permettant de s'adapter aux caractéristiques de la charge.</i>
Actionneurs et modulateurs : moteurs électriques et modulateurs, vérins pneumatiques et interfaces, vannes pilotées dans l'habitat pour des applications hydrauliques et thermiques.		1 ^{re} /T	3	<i>L'étude des convertisseurs d'énergie inclut les systèmes d'échanges thermiques.</i>
Accouplements permanents ou non, freins		1 ^{re} /T	2	<i>Les convertisseurs d'énergie sont traités en se limitant à leurs caractéristiques d'entrées/sorties externes. Le moteur thermique n'est étudié que dans le cas d'une hybridation.</i>
Convertisseurs d'énergie : ventilateurs, pompes, compresseurs, moteur thermique		1 ^{re} /T	2	
Éclairage		1 ^{re} /T	2	
3.2.2. Stockage d'énergie				
Constituants permettant le stockage sous forme : - mécanique, hydraulique ou pneumatique : sous forme potentielle et/ou cinétique ; - chimique : piles et accumulateurs, combustibles, carburants, comburants ; - électrostatique : condensateur et super condensateur ; - électromagnétique ; - thermique : chaleur latente et chaleur sensible.	*	1 ^{re} /T	2	<i>On se limite à l'étude du bilan énergétique externe des systèmes de stockage durant les principales phases de fonctionnement.</i>

3.2.3. Acquisition et codage de l'information				<i>On privilégie des activités de travaux pratiques articulées autour de chaînes d'acquisition et de traitement logiciel, après instrumentation de systèmes réels.</i>
Capteurs : approche qualitative des capteurs, grandeur mesurée et grandeurs d'influence (parasitage, sensibilité, linéarité).	*	1 ^{re}	2	
Conditionnement et adaptation du capteur à la chaîne d'information, échantillonnage, blocage.	*	1 ^{re}	2	
Filtrage de l'information : types de filtres (approche par gabarit).	*	T	3	
Restitution de l'information : approche qualitative des démodulations (transducteurs voix, données, images ; commande des pré-actionneurs).		1 ^{re} /T	2	
3.2.4. Transmission de l'information, réseaux et internet				<i>L'ensemble de ces domaines liés aux transmissions de l'information sur des réseaux est étudié de manière plus approfondie dans la spécialisation SIN.</i> <i>En classe de première, on se limite à la découverte de la communication via un réseau local de type Ethernet.</i> <i>Pour la mise en œuvre des activités de travaux pratiques sur les réseaux, s'il n'est pas possible d'obtenir un réseau pédagogique isolé du réseau de l'établissement (DMZ), le routeur devra être remplacé par un modem - routeur ADSL (X-Box).</i>
Transmission de l'information (modulations d'amplitude, modulations de fréquence, modulations de phase) ⁹ .	* M ¹⁰	1 ^{re} /T	1	
Caractéristiques d'un canal de transmission, multiplexage ¹¹ .		1 ^{re} /T	1	
Organisations matérielle et logicielle d'un dispositif communicant : constituants et interfaçages.		1 ^{re} /T	2	
Modèles en couche des réseaux, protocoles et encapsulation des données		1 ^{re} /T	2	
Adresse physique (MAC) du protocole Ethernet et adresse logique (IP) du protocole IP. Lien adresse MAC/IP : protocole ARP.		1 ^{re} /T	3	
Architecture client/serveur : protocoles FTP et HTTP ¹²		1 ^{re} /T	1	
Gestion d'un nœud de réseau par le paramétrage d'un routeur : adresses IP, NAT/PAT, DNS, pare-feu.		1 ^{re} /T	2	

⁹ On se limite à une approche qualitative des différentes modulations.

¹⁰ Représentation des nombres complexes $\rho e^{i\theta}$.

¹¹ On se limite à une approche qualitative des techniques de multiplexage (temporel et fréquentiel).

¹² On se limite à la couche application du modèle OSI. Les protocoles de la couche transport (UDP et TCP) sont étudiés dans la spécialisation SIN.

C. – TABLEAU DE MISE EN RELATION DES COMPÉTENCES ET DES SAVOIRS ASSOCIÉS
DES ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES COMMUNS DU BACCALAURÉAT STI2D

Les cases marquées d'une croix correspondent aux savoirs les plus directement mobilisés pour l'accès à la compétence.

			1.1 Compétitivité et créativité	1.2 Eco conception	2.1 Approche fonctionnelle d'un système	2.2 Les outils de représentation	2.3 Approche comportementale	3.1 Structures matérielles et/ou logicielles	3.2 Constituants d'un système
Société et développement durable	Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue du développement durable	CO1.1	X	X				X	
		CO1.2	X	X					
	Identifier les éléments permettant la limitation de l'impact environnemental d'un système et de ses constituants	CO2.1		X					X
		CO2.2	X					X	X
Technologie	Identifier les éléments influents du développement d'un système	CO3.1			X				
		CO3.2	X						
	Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système	CO4.1					X		X
		CO4.2							X
		CO4.3					X	X	
		CO4.4						X	X
	Utiliser un modèle de comportement pour prédire un fonctionnement ou valider une performance	CO5.1					X		
		CO5.2					X		
		CO5.3					X		
	Communication	Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère	CO6.1				X		
CO6.2						X			
CO6.3			X	X	X	X	X	X	X

Les cases marquées d'une croix correspondent aux savoirs les plus directement mobilisés pour l'accès à la compétence.

LES SPÉCIALITÉS

Les activités liées aux spécialités doivent se situer dans un contexte pluritechnologique qui permet de :

- présenter et justifier le problème technique de spécialité à résoudre ;
- valider et justifier la solution technique de spécialité proposée ;
- étudier les conséquences d'intégrations technologiques justifiant la transition d'une spécialité dans une autre, simplifier des solutions, augmenter les performances, diminuer les coûts dans un contexte de réduction des empreintes environnementales.

La démarche globale menée dans l'enseignement technologique transversal fait place à une approche plus centrée sur un domaine sans négliger les influences réciproques des autres domaines. L'enseignement de spécialité permet d'impliquer les élèves par des mises en situation concrètes allant vers la création, la conception, le « réel créé ».

Il s'agit de proposer aux élèves de vivre les différentes étapes d'un projet dans un contexte simple et limité, fédérateur de connaissances et facilitateur d'apprentissages par l'action. Les jeunes déjà intéressés dès le lycée par un domaine technique pourront le découvrir et s'y épanouir.

Certaines connaissances abordées lors des enseignements technologiques transversaux participent également à l'acquisition de compétences nouvelles dans des spécialités. Elles sont alors reprises et traitées à un niveau taxonomique plus élevé.

Le projet, déjà évoqué dans le préambule, est fondamental comme modalité de formation ; il constitue donc un moment privilégié permettant l'évaluation des compétences. Il peut être utilement complété par des microprojets répartis sur les deux années du cycle de formation à l'initiative des équipes pédagogiques.

Les pages qui suivent présentent les quatre programmes de spécialités dans la même logique que celle des enseignements technologiques communs, la colonne ETC indique la présence d'un lien avec eux :

- architecture et construction ;
- énergies et environnement ;
- innovation technologique et écoconception ;
- systèmes d'information et numérique.

SPÉCIALITÉ ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

A. – OBJECTIFS ET COMPÉTENCES DE LA SPÉCIALITÉ ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION DU BACCALAURÉAT STI2D

OBJECTIFS DE FORMATION	COMPÉTENCES ATTENDUES
O7 – Imaginer une solution, répondre à un besoin	CO7.ac1. Participer à une étude architecturale, dans une démarche de développement durable. CO7.ac2. Proposer/Choisir des solutions techniques répondant aux contraintes et attentes d'une construction. CO7.ac3. Concevoir une organisation de réalisation.
O8 – Valider des solutions techniques	CO8.ac1. Simuler un comportement structurel, thermique et acoustique de tout ou partie d'une construction CO8.ac2. Analyser les résultats issus de simulations ou d'essais de laboratoire. CO8.ac3. Analyser/Valider les choix structurels et de confort.
O9 – Gérer la vie du produit	CO9.ac1. Améliorer les performances d'une construction du point de vue énergétique, domotique et informationnel. CO9.ac2. Identifier et décrire les causes de désordre dans une construction. CO9.ac3. Valoriser la fin de vie du produit : déconstruction, gestion des déchets, valorisation des produits.

**B. – PROGRAMME DE LA SPÉCIALITÉ
ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION DU BACCALAURÉAT SIT2D**

1. Projet technologique

Objectif général de formation : dans un contexte de développement durable, faire participer les élèves aux principales étapes d'un projet de construction en intégrant des contraintes sociales et culturelles, d'efficacité énergétique et du cadre de vie.

1.1. La démarche de projet	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Environnement économique et professionnel.		1 ^{re}	1	<i>Se limiter à la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre, la coordination sécurité et la protection de la santé, la typologie des entreprises, au rôle de l'organisme de contrôle et à la présentation des services administratifs déconcentrés. Il s'agit de situer l'acte de construire dans un ensemble économique et professionnel au travers des études proposées. L'importance et le rôle des différents acteurs sont décrits par le filtre d'une démarche de projet qui permettra de présenter les principes de droit, de réglementation, de contrôle et de normalisation.</i>
Planification d'un projet de construction : - découpage en phase, diagramme de Gantt, notion de chemin critique.		1 ^{re} /T	3	<i>Les notions abordées prennent appui sur des études de cas du domaine de la construction. Elles participent également à la construction de méthodes et de démarches utilisées lors du projet en classe terminale. Il s'agit de donner aux élèves les connaissances de base nécessaires à la conduite d'un projet technologique : découper le projet en opérations, déterminer les enclenchements, affecter des ressources, identifier le chemin critique. Ces connaissances sont mises en œuvre à l'aide d'outils numériques. <u>Les notions de déboursé ne sont pas abordées.</u></i>
Pilotage d'un projet : revue de projet, notion de coût et de budget, élaboration d'un bilan d'expérience en vue de traçabilité. Travail collaboratif : ENT, base de données, formats d'échange, carte mentale, flux opérationnels.		1 ^{re} /T	3	<i>Les éléments de pilotage sont abordés au travers et en application des projets menés par les élèves. Il s'agit de leur faire acquérir et utiliser les outils d'échanges, de suivi et d'animation (ENT, revues de projet, cartes mentales, flux opérationnels) ainsi que ceux de formalisation et de synthèses (bases de données, bilan d'expérience) en vue d'une exploitation collaborative.</i>
Évaluation de la prise de risque dans un projet par le choix des solutions technologiques (innovations technologiques, notion de coût global, veille technologique)		1 ^{re} /T	2	<i>Se limiter à l'approche de ces notions lors d'études de projets innovants (bâtiment HQE, passifs ou à basse consommation, éco-quartier...) sans théorisation des processus de choix ou de décision.</i>
Outils de communication technique : - croquis, maquette, représentation normalisée, modeleur volumique et module métier, notice descriptive.	*	1 ^{re} /T	3	<i>Il s'agit d'adapter le mode de représentation à un interlocuteur donné (client, usager, entreprise, administration) et à l'objectif défini (échange d'idées, relation contractuelle), d'utiliser une maquette numérique fournie et un logiciel adapté pour simuler le comportement structurel (déformations), fonctionnel (gestion des flux, ensoleillement, transfert de chaleur, isolation acoustique) d'une construction.</i>

1.2. Projet architectural	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Analyse fonctionnelle adaptée à la construction. Organigramme fonctionnel.	*	1 ^{re} /T	3	<p><i>Études de dossiers technologiques allant en complexité croissante. Les premières études peuvent s'appuyer sur des espaces choisis dans l'environnement direct des élèves (chambre, logement, self) pour aller vers des constructions plus complexes et représentatives (magasin, gymnase, pont, salle de spectacle, aménagement urbain).</i></p> <p><i>Le lien avec les enseignements transversaux doit être fait au niveau des méthodes mises en œuvre. Se limiter à l'étude des fonctions principales (esthétique et contexte, confort, résistance), et à l'édition d'organigrammes fonctionnels dans le cas d'une modification de l'usage d'une construction.</i></p>
Conception bioclimatique Systèmes porteurs Conformité aux réglementations	*	1 ^{re} /T	2	<p><i>Il s'agit de vérifier que le bâtiment a été bien conçu en regard du climat : implantation, organisation spatiale, apports et protections solaires, inertie de transmission et de stockage.</i></p> <p><i>Il est pertinent d'examiner l'adaptabilité d'une construction à une évolution de l'usage et la conformité aux réglementations en vigueur (accessibilité du cadre bâti aux personnes en situation de handicap, acoustique, incendie, parasismique, thermique).</i></p>
Association de dispositions constructives et de performances attendues : - isolation thermique et acoustique, éclairage, qualité de l'air ; - accessibilité du cadre bâti pour personnes en situation de handicap, prédimensionnements architecturaux, architecture bioclimatique.		T	3	<p><i>En adoptant le point de vue du programmiste, le projet permet :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>de fixer une performance attendue et d'analyser les paramètres influant sur cette performance ;</i> - <i>d'analyser les choix, de les justifier et, dans quelques cas simples, de les compléter ou les modifier en s'appuyant sur des documentations techniques sélectionnées</i>
1.3. Établir une organisation de réalisation	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Phasage des opérations : Logistique de chantier. Validations de procédés de mise en œuvre. Impact carbone. Tri des déchets.		1 ^{re} /T	3	<p><i>Le phasage des opérations est traité à partir du planning général de réalisation d'une construction.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>mettre en relation les procédés de mise en œuvre et la identification des éléments importants concourant au choix des matériaux, des matériels et des procédés de mise en œuvre ;</i> - <i>projets relatifs à l'utilisation de matériaux différents (bois, acier ou béton) ;</i> - <i>identification de l'impact du tri et du traitement des déchets de chantier sur son organisation.</i> <p><i>logistique de chantier :</i> <i>L'impact carbone est abordé au travers des FDES et de logiciels spécifiques d'aide à la décision.</i> <i>Compte-tenu de sa spécificité et de l'importance de son usage, parmi l'ensemble des projets étudiés, certains utilisant le béton armé sont obligatoirement proposés.</i></p>

2. Conception d'un ouvrage

Objectif général de formation : identifier les paramètres culturels, sociaux, sanitaires, technologiques et économiques participant à la conception d'une construction. Analyser en quoi des solutions technologiques répondent au programme du projet. Définir et valider une solution par simulation.

2.1. Paramètres influant la conception	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Repérage des caractéristiques propres de solutions architecturales : - articulation entre les grandes étapes de l'histoire des constructions et leur contexte socio-économique ; - principales réalisations des bâtisseurs depuis le XVIII ^e siècle ; - composition architecturale : vocabulaire, éléments de syntaxe, proportion, échelle - références culturelles, historiques, sociales		1 ^{re}	1	<i>Se limiter à l'étude comparative de solutions architecturales de même nature et de même importance par rapport à l'histoire, à leur environnement, au contexte socio-économique. Il est alors possible d'identifier des conséquences sur les choix constructifs : formes, matériaux et organisation des espaces.</i>
Le confort : - hygrothermique ; - acoustique ; - visuel ; - respiratoire.		1 ^{re}	2	<i><u>Thermique</u> : se limiter à l'étude des paramètres du confort hygrothermique et des différents éléments du bilan thermique en lien avec la conception architecturale. <u>Acoustique</u> : l'utilisation d'outils de simulation numérique permet d'interagir sur les choix architecturaux (géométrie, organisation spatiale). <u>Visuel</u> : se limiter à l'analyse d'une conception architecturale vis-à-vis de la stratégie de la lumière naturelle. <u>Respiratoire</u> : l'étude comparative entre une solution constructive classique et une habitation labélisée (BB, énergie positive) permet de mettre en lumière le rôle prépondérant du système de ventilation.</i>
Choix des sources d'énergie du projet : - transformation de l'énergie ; - coût des énergies ; - association de sources d'énergie ; - cheminement physique des flux de fluide dans une construction.	*	1 ^{re}	2	<i>On s'attache, pour le projet traité, à décrire les principes des systèmes techniques locaux de transformation de l'énergie, à identifier les espaces physiques qui leurs sont dédiés et à décrire les principes de distribution de l'énergie et des fluides.</i>
Infrastructure et superstructure : - éléments de géologie caractéristiques physiques et mécaniques des sols ; - éléments de structure porteuse ; - éléments d'enveloppe du bâtiment. Cloisonnement.		1 ^{re} /T	2	<i>Ne pas chercher l'étude systématique de toutes les solutions techniques existantes. Il s'agit de montrer comment une solution répond, à un moment donné et dans un lieu défini, à un besoin traduit dans une solution architecturale. Les solutions innovantes et éco-compatibles sont présentées comme des évolutions de solutions traditionnelles. Les études de dossiers technologiques peuvent prendre appui sur des études comparées ou sur des opérations de réhabilitation.</i>

Aménagement du territoire : - typologies des ouvrages (ponts, routes, barrages, lieu de production d'énergie) ; - impact environnemental lié à l'aménagement de l'espace public.		T	2	<i>Au-delà des solutions technologiques étudiées, on veille à analyser l'impact environnemental de la construction de l'ouvrage. Ce travail doit faire l'objet d'un débat argumenté s'appuyant sur des présentations de travaux sur des études de dossiers technologiques. Le lien avec d'autres disciplines peut, notamment en terminale, donner lieu à une réflexion sur le besoin à l'origine de l'ouvrage.</i>
Aménagement urbain : - distribution des fluides, des énergies ; - collecte et traitement des effluents ; - aménagement des espaces communs ; - éclairage public.		T	2	<i>Les études de dossiers technologiques proposées mettent en avant, lors d'études comparatives, les conséquences sur les réseaux de quartiers éco conçus et de comportements s'inscrivant ou non dans un contexte de développement durable. La comparaison entre des solutions issues de cultures différentes est particulièrement digne d'intérêt.</i>
2.2. Solutions technologiques	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Maîtrise des consommations d'énergie : - performances thermiques du bâti ; - gains passifs (enveloppe, écrans solaires, éclairage naturel). Maîtrise des pertes : - températures ambiantes de confort ; - intermittence des consignes ; - gestion d'éclairage et d'écrans solaires ; - récupération d'énergie ; - pilotage global de l'énergie sur site.	*	1 ^{re} /T	2	<i>Les études sont menées à l'aide d'outils de simulation numérique, le diagnostic de performance énergétique étant connu. Dans le cadre de la spécialité AC, l'approche doit être globale, elle repose donc sur des études de dossiers technologiques de constructions sans recherche d'exhaustivité dans les solutions technologiques possibles. L'objectif n'est pas de faire l'étude de systèmes techniques de production d'énergie mais par exemple de mettre en évidence les avantages et inconvénients de l'intégration de plusieurs systèmes dans un bâtiment d'habitation ou à usage tertiaire.</i>
Assurer la stabilité : - charpente ; - porteurs verticaux et horizontaux ; - liaison au sol, stabilité des terres, drainage.	*	1 ^{re} /T	3	<i>Pour des éléments simples (poteau, poutre, dalle) et à partir des choix de matériaux effectués (bois, bétons, acier, etc.), l'utilisation des outils logiciels permet de se limiter à l'analyse des solutions technologiques et dimensionnements proposés. Il s'agit de viser à enseigner les démarches qui permettent de choisir des solutions techniques plutôt que de chercher à connaître de façon exhaustive ces solutions. Les critères de choix intègrent les paramètres structurels, les contraintes de réalisation et des indicateurs de coût.</i>
Le confort : - thermique ; - acoustique ; - visuel ; - respiratoire.		1 ^{re} /T	3	<i>Choisir les matériaux, les éléments de construction, les systèmes actifs ou passifs permettant d'assurer le confort. Limiter les études à la réalisation du synoptique de fonctionnement global des systèmes pour l'habitat individuel et le petit collectif. Le matériel proposé est de type grand public communiquant.</i>

2.3. Modélisations, essais et simulations	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
On privilégiera une approche expérimentale ou par modélisation numérique				
<p>Étude des structures :</p> <ul style="list-style-type: none"> - modélisation, degré d'hyperstaticité, typologie des charges, descente de charges, force portante du sol, sollicitations et déformations des structures ; - comportement élastique, élasto-plastique ; - rupture fragile, ductilité ; - coefficients de sécurité ; - moment quadratique, principe de - superposition, répartition des déformations dans une section de poutre soumise à de la flexion simple. 	*	1 ^{re} /T	3	<p><i>Cet enseignement fait suite à celui dispensé dans les enseignements technologiques transversaux. Il s'agit de donner les bases de compréhension de l'équilibre d'une construction. Les conséquences des concepts retenus (isostaticité, hyperstaticité, rigidité, formes, matériaux) sont approchées par une mise en évidence des déformations. La description de l'ensemble des charges auxquelles sont soumises les constructions, leur importance relative ainsi que la visualisation de leur cheminement au sol doit permettre de justifier les choix constructifs. Les études portent plus particulièrement sur les matériaux propres au domaine AC. Les études se font sur la base de comparaison de comportements ; les liens avec les choix constructifs doivent être fréquents. S'attacher à mettre en évidence les liens entre caractéristiques des matériaux et sollicitations auxquelles est soumis l'élément structurel étudié. Se limiter à l'étude de :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - la détermination des charges transmises au sol dans des structures poteau-poutre-dalle ; - la traction, la compression, la flexion simple et les déformations associées ; - l'identification des paramètres influant des sols (cohésion, angle de talus naturel, force portante) ; - la modélisation du comportement élastique et à la loi de Hooke ; <p><i>la mise en évidence du comportement élasto-plastique au travers de simulations.</i></p>
<p>Confort hygrothermique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - caractéristiques et comportements thermiques des matériaux et parois. 	*	1 ^{re} /T	3	<p><i>Il s'agit de compléter les éléments des enseignements technologiques communs par des études de dossiers technologiques du domaine de la construction. Le comportement thermique d'une paroi sera traité sur une paroi composite (comportant une partie vitrée). On étudie la spécificité du vitrage vis-à-vis d'un bilan énergétique annuel (thermique, éclairage naturel).</i></p>
<p>Confort acoustique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - transmission du bruit au travers d'une paroi ; - les pièges à sons ; - loi de masse ; - phénomène de résonance ; - temps de réverbération. 		1 ^{re} /T	3	<p><i>Les études de dossiers technologiques proposées permettent d'étudier expérimentalement le comportement acoustique de certains matériaux et structures composites.</i></p>
<p>Confort visuel :</p> <ul style="list-style-type: none"> - éclairage, luminance, facteur de lumière du jour ; - stratégie de l'éclairage naturel. 		1 ^{re} /T	2	<p><i>L'utilisation d'outils de simulation numérique est incontournable.</i></p>
<p>Confort respiratoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - conditions d'hygiène, pollution ; - renouvellement d'air, VMC. 		1 ^{re} /T	2	<p><i>L'étude du renouvellement d'air se fait dans une approche de limitation de la consommation énergétique. On veille à traiter le confort d'hiver et d'été.</i></p>

3. Vie de la construction

Objectif général de construction : identifier les éléments importants du cycle de vie d'une construction. Assurer le suivi d'une construction en prenant en compte la spécificité des caractéristiques du sol et du climat du site, leur variabilité dans le temps et le vieillissement des matériaux. Améliorer les performances de la construction pour répondre aux contraintes du développement durable.

3.1. Améliorer les performances de la construction	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Protection anti intrusion. Gestion des accès. Pilotage d'automatismes (volets, brise-soleil...) Réseau voix, données, images. Centralisation des commandes. Instrumentation d'équipements (relevé et affichage de consommations, etc.). Pilotage à distance (téléphone, internet, etc.). Asservissement de systèmes (coupure du chauffage sur ouverture de fenêtre, etc.).	*	1 ^{re} /T	3	<i>Il s'agit d'approcher l'amélioration des performances dans les aspects énergétique, domotique et informationnel. Les évolutions envisagées font suite à un besoin exprimé de l'utilisateur, à une évolution réglementaire ou sociétale. Un état des lieux partiel ou total de la construction étant donné, on s'attache à proposer des solutions d'amélioration conformes aux attentes. à en estimer le coût et apprécier le retour sur investissement lorsque cela a du sens. On fait le lien entre les technologies mises en œuvre, leurs performances attendues, le comportement de l'utilisateur et les performances réelles qui en découlent. Cet enseignement prend largement appui sur les connaissances et compétences développées dans les éléments technologiques communs. On limite les études à la réalisation du synoptique de fonctionnement global des systèmes pour l'habitat individuel et les petits collectifs. Le matériel proposé est de type grand public communiquant.</i>
3.2. Gestion de la vie d'une construction	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Cycle vie de l'ouvrage : - matériaux de la construction (extraction, transformation, mise en œuvre) ; - énergie grise ; - procédés et matériels de déconstruction ; - législation en vigueur ; - traçabilité.	*	1 ^{re} /T	1	<i>Dans la continuité des enseignements des enseignements technologiques communs, cet enseignement permet de mettre en évidence les spécificités du domaine de la construction (durée de vie, taille des constructions, localisation en milieu urbain). La déconstruction et les activités liées à la valorisation de la fin de vie d'un ouvrage peuvent être abordées, en première comme en terminale, sous la forme d'exposés et études de dossiers technologiques ou de projets. Les études de dossiers technologiques comme les projets doivent déboucher sur une sensibilisation aux impacts environnementaux. L'utilisation des Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaires (FDES) est privilégiée.</i>
Planification de la déconstruction d'un ouvrage. Typologie des déchets, valorisation, traitements.	*	1 ^{re} /T	2	
Inventorier la nature des pathologies : - histoire des matériaux de la construction, leur évolution dans le temps ; - nature et évolutions des sols.	*	1 ^{re} /T	2	<i>Les études de dossiers technologiques sont privilégiées. Cet enseignement peut donner lieu à des relevés sur terrain (photos, topographique, échantillon). Des liens forts sont établis avec l'étude des propriétés des matériaux dans les enseignements technologiques communs ainsi qu'en enseignement de physique – chimie.</i>
Techniques de relevé des constructions (imagerie, topographie, métré, prélèvement d'échantillon).		1 ^{re} /T	3	

SPÉCIALITÉ ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

A. – OBJECTIFS ET COMPÉTENCES DE LA SPÉCIALITÉ ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

OBJECTIFS DE FORMATION	COMPÉTENCES ATTENDUES
O7 – Imaginer une solution, répondre à un besoin	<p>CO7.ee1. Participer à une démarche de conception dans le but de proposer plusieurs solutions possibles à un problème technique identifié en lien avec un enjeu énergétique.</p> <p>CO7.ee2. Justifier une solution retenue en intégrant les conséquences des choix sur le triptyque Matériau - Énergie – Information.</p> <p>CO7.ee3. Définir la structure, la constitution d'un système en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues.</p> <p>CO7.ee4. Définir les modifications de la structure, les choix de constituants et du type de système de gestion d'une chaîne d'énergie afin de répondre à une évolution d'un cahier des charges.</p>
O8 – Valider des solutions techniques	<p>CO8.ee1. Renseigner un logiciel de simulation du comportement énergétique avec les caractéristiques du système et les paramètres externes pour un point de fonctionnement donné.</p> <p>CO8.ee2. Interpréter les résultats d'une simulation afin de valider une solution ou l'optimiser.</p> <p>CO8.ee3. Comparer et interpréter le résultat d'une simulation d'un comportement d'un système avec un comportement réel.</p> <p>CO8.ee4. Mettre en œuvre un protocole d'essais et de mesures sur le prototype d'une chaîne d'énergie, interpréter les résultats.</p>
O9 – Gérer la vie d'un système	<p>CO9.ee1. Expérimenter des procédés de stockage, de production, de transport, de transformation, d'énergie pour aider à la conception d'une chaîne d'énergie.</p> <p>CO9.ee2. Réaliser et valider un prototype obtenu en réponse à tout ou partie du cahier des charges initial.</p> <p>CO9.ee3. Intégrer un prototype dans un système à modifier pour valider son comportement et ses performances.</p>

**B. – PROGRAMME DE LA SPÉCIALITÉ
ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT DU BACCALAURÉAT STI2D**

1. Projet technologique

Objectif général de formation : faire vivre aux élèves les principales étapes d'un projet technologique justifié par l'amélioration de l'efficacité énergétique d'un système, la modification d'une chaîne d'énergie, l'amélioration de performances dans un objectif de développement durable.

1.1. La démarche de projet	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Les projets industriels				
Typologie des entreprises industrielles et des projets techniques associés (projets locaux, transversaux, « joint venture »).		1 ^{re}	1	<i>Présentation à partir de cas industriels représentatifs de la gestion d'énergie d'objets manufacturés et de constructions. Les études de dossiers technologiques proposées doivent permettre l'identification d'innovations technologiques et amener à des études comparatives de coûts.</i>
Phases d'un projet industriel (marketing, pré conception, pré-industrialisation et conception détaillée, industrialisation, maintenance et fin de vie).		1 ^{re}	2	
Principes d'organisation et planification d'un projet (développement séquentiel, chemin critique, découpage du projet en fonctions élémentaires ou en phases) gestion, suivi et finalisation d'un projet (coût, budget, bilan d'expérience).		1 ^{re}	2	
Les projets pédagogiques et technologiques				
Étapes et planification d'un projet technologique (revues de projets, travail collaboratif en équipe projet : ENT, base de données, formats d'échange, carte mentale, flux opérationnels).		1 ^{re} /T	3	<i>Il s'agit d'expliquer et d'illustrer les grandes étapes d'un projet technologique et pédagogique pour les faire vivre aux élèves au cours du cycle terminal STI2D à travers des microprojets et un projet technologique en terminale.</i>
Animation d'une revue de projet ou management d'une équipe projet.		1 ^{re} /T	3	
Évaluation de la prise de risque dans un projet par le choix des solutions technologiques (innovations technologiques, notion de coût global, veille technologique).		1 ^{re} /T	2	
1.2. Paramètres de la compétitivité				
ETC	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Conformité à une norme. L'ergonomie : sécurité dans les relations homme - système, maintenabilité, fiabilité. Innovation technologique : intégration des fonctions et optimisation du fonctionnement, solutions intégrant des énergies renouvelables. Influence de la durée de vie des constituants.	*	1 ^{re} /T	2	<i>Les études de dossiers technologiques proposées doivent permettre l'identification d'innovations ou de solutions technologiques conduisant à diminuer l'impact environnemental en réponse à un besoin énergétique. Ces études amènent : - à des études comparatives de performances et de coûts ; - à comprendre en quoi la conformité à une norme ou l'amélioration de l'ergonomie peut valoriser un système.</i>

1.3. Vérification des performances	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Contraintes du cahier des charges : performances, qualité, sécurité, temps caractéristiques.	*	1 ^{re} /T	3	<i>La vérification permet de s'assurer que les performances restent dans des limites acceptables (du point de vue du cahier des charges).</i>
Recette du prototype au regard des besoins formalisés dans le cahier des charges.		T	3	<i>La recette se limite aux aspects fonctionnels et comportementaux.</i>
1.4. Communication technique	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Compte rendu d'une activité de projet. Présentation d'une intention de conception ou d'une solution. Animation d'une revue de projet.	*			<i>Au sein d'un groupe de projet, chaque élève peut, à tour de rôle, assurer le rôle d'animateur ou de participant.</i>

2. Conception d'un système

Objectif général de formation : définir tout ou partie des fonctions assurées par une chaîne d'énergie et le système de gestion associé, anticiper ou vérifier leurs comportements par simulation.

2.1. Approche fonctionnelle d'une chaîne d'énergie	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Structure fonctionnelle d'une chaîne d'énergie, graphe de structure d'une chaîne d'énergie.	*	1 ^{re} /T	3	<i>Il s'agit, dans la spécialité, de construire un graphe définissant la structure fonctionnelle de la chaîne d'énergie. Il s'agit également de caractériser les grandeurs influentes et les grandeurs influencées en entrées/sorties de chaque processus élémentaire de stockage, transfert et de transformation d'énergie mis en œuvre dans la chaîne d'énergie.</i>
Schéma de transfert d'énergie.	*	1 ^{re} /T	3	<i>L'importance du schéma de transfert d'énergie est mise en évidence dans le cadre de l'optimisation énergétique.</i>
Structures d'alimentation en énergie multi-transformateur.	*	1 ^{re} /T	3	<i>Il s'agit de pouvoir choisir ou adapter une structure d'alimentation pour répondre à un profil de besoin de consommation énergétique.</i>
2.2. Approche fonctionnelle du système de gestion de la chaîne d'énergie	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Gestion de l'information dédiée aux applications énergétiques, caractéristiques des fonctions des systèmes.	*	1 ^{re}	3	<i>Il s'agit de transposer les savoirs et savoir-faire relatifs aux systèmes de gestion de l'information abordés dans les enseignements technologiques transversaux au contexte de gestion de l'énergie.</i>
Fonctions de communication homme - système : types et caractéristiques.	*	1 ^{re} /T	2	<i>L'étude des fonctionnalités assurées par une interface homme-système permet de mettre en évidence la réponse aux besoins de gestion de l'énergie et aux besoins d'interactivité entre l'utilisateur et le système.</i>
Autour d'un point de fonctionnement donné, systèmes asservis ou régulés : - représentation fonctionnelle (schémas blocs, chaîne d'action et de retour, correcteur ; - grandeur réglée, réglante et perturbatrice.		1 ^{re} /T	2	<i>Dans le cas d'études d'un système asservi ou régulé, il s'agit d'identifier les grandeurs caractéristiques et les fonctions, de décoder ou de modifier un schéma-bloc.</i>
2.3. Paramètre influent la conception	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Efficacité énergétique passive et active d'un système.	*	1 ^{re} /T	3	<i>Ce concept a été abordé dans les enseignements technologiques communs. Dans l'enseignement spécifique de la spécialité, il s'agit de proposer et de transposer des solutions permettant d'améliorer l'efficacité énergétique d'un système.</i>

2.4. Approche comportementale	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
2.4.1. Comportement énergétique des systèmes				
Comportement dynamique d'un mécanisme. Théorème de l'énergie cinétique. Inertie ramenée sur l'arbre primaire. Exploitation d'une maquette numérique et d'un résultat de simulation.		T	3	<i>Les solides étudiés sont des constituants ou des composants d'une chaîne d'énergie. Il s'agit de mettre en évidence l'influence d'une inertie sur une chaîne d'énergie.</i>
Comportement temporel des constituants d'une chaîne d'énergie, représentation. Caractéristiques et comportements thermique et acoustique des matériaux et parois d'un bâtiment.	*	1 ^{re} /T	3	<i>Dans le cas d'un bâtiment, le comportement thermique ou acoustique est étudié sur une paroi composite ou une partie vitrée.</i>
Charge d'une chaîne d'énergie : - définition, types de charges, caractérisation.	*	1 ^{re} /T	3	<i>La caractérisation de la charge se fait par mesure ou par simulation. Dans le cas d'un bâtiment, l'étude se limite à l'identification des paramètres influents de la structure sur le comportement de la charge.</i>
Optimisation des échanges d'énergie entre source et charge, amélioration de l'efficacité énergétique : disponibilité, puissance, reconfiguration, qualité, adaptabilité au profil de charge, inertie, régularité, modes de fonctionnement (marche, arrêt, intermittence).	*	T	3	<i>Ce concept abordé dans les enseignements technologiques communs, est approfondi dans la spécialité en vue de proposer et de transposer des solutions permettant d'optimiser les échanges d'énergie entre source et charge.</i>
2.4.2. Gestion de l'énergie en temps réel				
Contrôle instantané du fonctionnement du système en vue d'un maintien au plus près d'un point de fonctionnement.		T	3	<i>Identification du principe utilisé (régulation, asservissement) et caractérisation des paramètres influant sur le contrôle instantané du fonctionnement du système en vue d'un maintien au plus près d'un point de fonctionnement.</i>
Diagramme états - transitions pour un système événementiel.	*	1 ^{re} /T	3	<i>L'activité de limite à l'analyse d'un diagramme états-transitions simple.</i>
2.4.3. Validation comportementale par simulation				
Loi de commande, paramètres du modèle de comportement, paramètres de l'environnement. Validation du comportement énergétique d'une structure par simulation. Validation du comportement du système de gestion d'une chaîne d'énergie par simulation.	*	1 ^{re} /T	3	<i>Les outils de simulation, complémentaires aux expérimentations, sont mis en œuvre régulièrement pour comprendre, analyser ou prédire un comportement ou un résultat, pour aider au paramétrage et au dimensionnement de constituants. La mise en œuvre des outils de simulation s'appuie sur l'utilisation de bibliothèques.</i>

2.5. Critères de choix de solutions	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Constituants matériels et logiciels associés aux fonctions techniques assurées par la chaîne d'énergie et répondant aux performances attendues. Type de système de gestion de l'énergie. Interfaces entre le système de gestion de l'énergie et la chaîne d'énergie. Capteurs. Protections contre les surintensités et contre les surcharges. Conducteurs	*	1 ^{re} /T	3	<i>Les principales caractéristiques des constituants sont étudiées en vue de les choisir ou de valider des choix. Le choix de capteur s'inscrit dans une recherche d'optimisation de la consommation énergétique ou dans le cadre du projet pour prélever des grandeurs caractéristiques destinées au système de télégestion et de télésurveillance</i>
Coût global d'un système : investissement initial, maintenance, entretien, adaptation à l'usage, consommation énergétique.		T	3	<i>La recherche de l'optimisation du coût global d'un système ou d'un constituant se fait en envisageant différents systèmes de gestion de l'énergie et (ou) différents scénarios de cycle de vie. Cette recherche permet d'identifier les parties du système les plus pénalisantes d'un point de vue de l'impact environnemental.</i>

3. Transports et distribution d'énergie, études de dossiers technologiques

Objectif général de formation : développer une culture des solutions technologiques de transport et de distribution d'énergie.

3.1. Production et transport d'énergie	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Types et caractéristiques des centrales électriques, hydrauliques, thermiques. Types de solutions de production d'énergies renouvelables, caractéristiques.		1 ^{re}	2	<i>Études pouvant se faire dans le cadre de préparations d'exposés, de comptes rendus suite à des visites de sites industriels, de conférences.</i>
Structure d'un réseau de transport et de distribution d'énergie électrique, caractéristiques et pertes.		T	2	<i>Il s'agit d'aborder l'intérêt d'utiliser le courant alternatif, des niveaux élevés de tensions, un réseau triphasé plutôt que monophasé. L'utilisation du courant continu peut être abordée dans le cadre d'études de cas particulières telles que les interconnexions sous-marines. Les études de dossiers technologiques permettent de montrer les spécificités et modes d'exploitation différents selon la structure de réseau utilisée (maillée, radiale, arborescente).</i>
Distribution de l'énergie électrique.		T	2	<i>La distribution électrique est identifiée au sein d'un schéma général de production, transport et distribution, et placée dans le contexte d'utilisation de l'énergie (quartiers, usines, transports ferroviaires). Les études se limitent aux caractéristiques de tensions.</i>
Structure d'un réseau de production, de transport et de distribution de fluides.		1 ^{re}	2	<i>Les études de dossiers technologiques abordent les composants principaux des réseaux de transport par canalisation et les contraintes de sécurité.</i>
Gestion du réseau de transport. Comptage et facturation de l'énergie. Impact environnemental.		T	2	<i>Les nouvelles stratégies de gestion des réseaux d'énergie sont abordées au travers de cas d'étude (réseaux « intelligents »). L'impact environnemental est abordé au travers d'une analyse fine de l'usage et d'une meilleure relation avec l'action des usagers.</i>

4. Réalisation et qualification d'un prototype

Objectif général de formation : réaliser un prototype répondant à un cahier des charges et vérifier sa conformité, effectuer des essais et des réglages en vue d'une optimisation.

4.1. Réalisation d'un prototype	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Décodage de notices techniques et des procédures d'installation.		1 ^{re} /T	3	<i>L'activité de décodage est nécessaire pour intégrer et mettre en œuvre un constituant, pour identifier une amélioration souhaitable dans un système.</i>
Agencement, paramétrage et interconnexion de constituants de la chaîne d'énergie.		1 ^{re} /T	3	<i>Un compte-rendu est rédigé pour formaliser les procédures, les paramétrages et les choix retenus.</i>
Mise en œuvre d'un système local de gestion de l'énergie.		1 ^{re} /T	3	<i>La mise en œuvre se limite à la réalisation des interconnexions avec la chaîne d'énergie et au paramétrage du système local de gestion</i>
Mise en œuvre d'un système de télégestion et de télésurveillance.		T	3	<i>La mise en œuvre du système de télégestion et de télésurveillance se fait dans le cadre des projets pour assurer le suivi des performances énergétiques et le pilotage éventuel du prototype à distance.</i>
4.2. Sécurité	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Techniques liées à la sécurité : notion de redondance, auto-surveillance. Prévention des risques : prévention intrinsèque, protection, information.		T	2	<i>Les principes généraux sont abordés au travers d'études de cas et appliqués au cours des activités de projet.</i>
4.3. Essais et réglages en vue d'assurer le fonctionnement et d'améliorer les performances	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Protocole d'essais, essais et caractérisation des écarts par rapport au comportement attendu. Essais hors énergie, essais statiques en énergie, essais dynamiques. Démarche raisonnée d'identification des causes des écarts et de résolution des problèmes. Paramètres à ajuster pour un fonctionnement spécifié d'un système ou d'un constituant.		1 ^{re} /T	3	<i>Il s'agit de mener une démarche raisonnée et progressive alternant essai, analyse des observations et comparaison du comportement attendu puis ajustements sur le système.</i>

SPÉCIALITÉ INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCOCONCEPTION

A. – OBJECTIFS ET COMPÉTENCES DE LA SPÉCIALITÉ INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCOCONCEPTION STI2D

OBJECTIFS DE FORMATION	COMPÉTENCES ATTENDUES
O7 – Imaginer une solution, répondre à un besoin	<p>CO7.itec1. Identifier et justifier un problème technique à partir de l'analyse globale d'un système (approche Matière - Énergie - Information).</p> <p>CO7.itec2. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue.</p> <p>CO7.itec3. Définir, à l'aide d'un modèleur numérique, les formes et dimensions d'une pièce d'un mécanisme à partir des contraintes fonctionnelles, de son principe de réalisation et de son matériau.</p> <p>CO7.itec4. Définir, à l'aide d'un modèleur numérique, les modifications d'un mécanisme à partir des contraintes fonctionnelles.</p>
O8 – Valider des solutions techniques	<p>CO8.itec1. Paramétrer un logiciel de simulation mécanique pour obtenir les caractéristiques d'une loi d'entrée/sortie d'un mécanisme simple.</p> <p>CO8.itec2. Interpréter les résultats d'une simulation mécanique pour valider une solution ou modifier une pièce ou un mécanisme.</p> <p>CO8.itec3. Mettre en œuvre un protocole d'essais et de mesures, interpréter les résultats</p> <p>CO8.itec4. Comparer et interpréter le résultat d'une simulation d'un comportement mécanique avec un comportement réel.</p>
O9 – Gérer la vie du produit	<p>CO9.itec1. Expérimenter des procédés pour caractériser les paramètres de transformation de la matière et leurs conséquences sur la définition et l'obtention de pièces.</p> <p>CO9.itec2. Réaliser et valider un prototype obtenu par rapport à tout ou partie du cahier des charges initial.</p> <p>CO9.itec3. Intégrer les pièces prototypes dans le système à modifier pour valider son comportement et ses performances.</p>

**B. – PROGRAMME DE LA SPÉCIALITÉ
INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCOCONCEPTION DU BACCALAURÉAT STI2D**

1. Projet technologique

Objectif général de formation : vivre les principales étapes d'un projet technologique justifié par la modification d'un système existant, imaginer et représenter un principe de solution technique à partir d'une démarche de créativité.

1.1. La démarche de projet	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Les projets industriels				
Typologie des entreprises industrielles et des projets techniques associés (projets locaux, transversaux, « joint venture »).		1^{re}	1	<i>Présentation à partir de cas industriels représentatifs de la production d'objets manufacturés en grande série et petites séries. Les études de dossiers technologiques proposées doivent permettre l'identification d'innovations technologiques et amener à des études comparatives de coûts.</i>
Phases d'un projet industriel (marketing, pré conception, pré industrialisation et conception détaillée, industrialisation, maintenance et fin de vie).		1^{re}	2	
Principes d'organisation et planification d'un projet (développement séquentiel, chemin critique, découpage du projet en fonctions élémentaires ou en phases) Gestion, suivi et finalisation d'un projet (coût, budget, bilan d'expérience).		1^{re}	2	
Les projets pédagogiques et technologiques				
Étapes et planification d'un projet technologique (revues de projets, travail collaboratif en équipe projet : ENT, base de données, formats d'échange, carte mentale, flux opérationnels).		1^{re}/T	3	<i>Il s'agit d'expliquer et d'illustrer les grandes étapes d'un projet technologique et pédagogique pour les faire vivre aux élèves au cours du cycle terminal STI2D à travers des microprojets et un projet technologique en terminale.</i>
Animation d'une revue de projet ou management d'une équipe projet.		1^{re}/T	3	
Évaluation de la prise de risque dans un projet par le choix des solutions technologiques (innovations technologiques, notion de coût global, veille technologique).		1^{re}/T	2	
1.2. Créativité et innovation technologique				
ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires	
Méthodes de créativité rationnelles et non rationnelles (lois d'évolutions et principes d'innovation, contradictions, relations entre solutions techniques et principes scientifiques/technologiques associés, méthodes de brainstorming).		1^{re}/T	2	
Contraintes de réglementation, normes, propriété industrielle et brevets.	*	1^{re}/T	2	
Dimension Design d'un produit, impact d'une approche Design sur les fonctions, la structure et les solutions techniques.		1^{re}/T	2	<i>Enseignement s'appuyant sur des études de dossiers technologiques amenant à découvrir et modifier la relation fonction – solution technique – formes et ergonomie d'un système simple.</i>
Intégration des fonctions et optimisation du fonctionnement : approche pluri technologique et transferts de technologie.	*	1^{re}/T	2	<i>Enseignement s'appuyant sur des études de dossiers technologiques amenant à découvrir comment des systèmes évoluent à partir d'intégrations de fonctions et/ou d'applications de transferts de technologie.</i>

1.3. Description et représentation	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Analyse fonctionnelle (selon les normes en vigueur : cahier des charges fonctionnel, indices de flexibilité).	*	1 ^{re} /T	3	<i>On se limite à l'analyse et à la complémentation d'un diagramme en phase d'analyse, permettant de faire les liens entre analyse fonctionnelle et solutions techniques associées.</i>
Représentation d'une idée, d'une solution : croquis, schémas de principe à main levée.	*	1 ^{re} /T	3	<i>L'objectif n'est pas de proposer un modèle de comportement mais de formaliser et de transmettre une idée, un principe de solution. Le strict respect des normes de représentation n'est donc pas attendu.</i>
Schémas cinématique (minimal ou non) et structurel.	*	1 ^{re} /T	3	

2. Conception mécanique des systèmes

Objectif général de formation : définir tout ou partie d'un mécanisme, une ou plusieurs pièces associées et anticiper leurs comportements par simulation. Prendre en compte les conséquences de la conception proposée sur le triptyque « matériau – énergie – information ».

2.1. Conception des mécanismes	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Modification d'un mécanisme : définition volumique et numérique (CAO 3D) des modifications d'un mécanisme à partir de contraintes fonctionnelles.		T	3	<i>On se limite à la modification de maquettes volumiques existantes en privilégiant les modes de conception dans l'assemblage.</i>
Définition volumique et numérique (CAO 3D) des formes et dimensions d'une pièce, prise en compte des contraintes fonctionnelles.		1 ^{re} /T	3	<i>On se limite à la création de pièces à partir de maquettes volumiques de mécanismes existants en privilégiant les modes de conception dans l'assemblage. Les éventuelles mises en plan ne servent qu'à faire apparaître la cotation pertinente par rapport à la réalisation retenue, sans imposer le strict respect des normes de représentation.</i>
Influences du principe de réalisation et du matériau choisis sur les formes et dimensions d'une pièce simple.		T	3	<i>Enseignement en lien avec des expérimentations réelles sur les procédés, utilisant des progiciels de simulation des procédés adaptés à la découverte et à l'initiation. On proscriit les progiciels professionnels d'utilisation trop complexes à ce niveau.</i>
Choix d'une solution : critères de choix associés à une conception ou à l'intégration d'une solution dans un système global - coût, fiabilité, environnement, ergonomie et design - matrice de comparaison de plusieurs critères.	*	T	2	<i>Enseignement permettant de faire le lien entre le système pluri technique retenu comme support de projet et la pertinence des solutions proposées.</i>
Formalisation et justification d'une solution de conception : illustrations 3D (vues photo réalistes, éclatés, mises en plan, diagramme cause effet, carte mentale, présentation PAO).	*	1 ^{re} /T	3	<i>Permet de former les élèves à l'utilisation maîtrisée et pertinente des outils numériques de présentation à travers des approches structurées résumant le cheminement d'une démarche technologique (investigation, résolution d'un problème technique, projet technologique).</i>

2.2. Comportement d'un mécanisme et/ou d'une pièce	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Simulations mécaniques : modélisation et simulation (modèle simplifié et modèle numérique, validation des hypothèses).	*	T	2	<i>Enseignement permettant de montrer la nécessité d'obtenir un ordre de grandeur des résultats recherchés par l'utilisation d'un modèle simplifié mais accessible aux calculs manuels (à partir de formulaires).</i>
Résistance des matériaux : hypothèses et modèle poutre, types de sollicitations simples, notion de contrainte et de déformation, loi de Hooke et module d'Young, limite élastique, étude d'une sollicitation	*	T	3	<i>Utilisation possible de progiciels volumiques intégrant un module d'éléments finis simple et accessible ou d'un progiciel traitant des problèmes plans et axisymétriques.</i>
Équilibre des solides : modélisation des liaisons, actions mécaniques, principe fondamental de la statique, résolution d'un problème de statique plane.	* M ¹³	1 ^{re} /T	3	<i>Prolongement de l'enseignement correspondant des enseignements technologiques communs. Utilisation du modèle de présentation « torseur des actions mécaniques » en mode descriptif uniquement. Utilisation de progiciels volumiques intégrant un module de traitement du comportement dynamique des systèmes.</i>
Mouvements des mécanismes : modélisation des liaisons, trajectoires, vitesses, accélérations, mouvements plans, résolution graphique d'un problème de cinématique plane.		1 ^{re} /T	3	<i>Utilisation du modèle de présentation « torseur cinématique » en mode descriptif uniquement. Utilisation possible de progiciels volumiques intégrant un module de traitement du comportement dynamique des systèmes.</i>
Impacts environnementaux des solutions constructives : unité fonctionnelle, unités associées.		1 ^{re}	3	<i>Utilisation obligatoire d'un progiciel traitant uniquement des impacts environnementaux.</i>
Interprétation des résultats d'une simulation : courbe, tableau, graphe, unités associées.	*	1 ^{re} /T	3	<i>Enseignement amenant à la maîtrise de la lecture des modes de présentation utilisés dans les progiciels de simulation et à la comparaison de différentes versions d'un scénario d'analyse d'un comportement.</i>
Scénario de simulation pour comparer et valider une solution, modifier une pièce ou un mécanisme.		1 ^{re} /T	3	<i>Enseignement amenant à la maîtrise de la lecture des modes de présentation utilisés dans les progiciels de simulation et à la comparaison de différentes versions d'un scénario d'analyse d'un comportement.</i>

(13) Somme de vecteurs.

3. Prototypage de pièces

Objectif général de formation : découvrir par l'expérimentation les principes des principaux procédés de transformation de la matière, réaliser une pièce par un procédé de prototypage rapide et valider sa définition par son intégration dans un mécanisme.

3.1. Procédés de transformation de la matière	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Principes de transformation de la matière (ajout, enlèvement, transformation et déformation de la matière). Paramètres liés aux procédés. Limitations, contraintes liées : - aux matériaux ; - aux possibilités des procédés ; - aux coûts ; - à l'environnement.		1 ^{re} /T	3	<i>Enseignement excluant l'utilisation de moyens de production de type professionnel. La formation à l'optimisation des processus et des paramètres de réglage est exclue.</i> <i>Les procédés sont abordés par le biais d'expérimentations sur des systèmes didactiques simples, puis par des activités de simulation numérique, des visites d'ateliers et/ou d'entreprises locales et d'analyses de bases de connaissances numériques.</i> <i>Les activités expérimentales proposées s'intéressent aux principes physiques et chimiques employés et aux contraintes techniques associées.</i>
Expérimentation de procédés, protocole de mise en œuvre, réalisation de pièces prototypes.		1 ^{re} /T	3	
Prototypage rapide : simulation et préparation des fichiers, post traitement de la pièce pour une exploitation en impression 3D.		1 ^{re} /T	3	<i>Les activités pratiques de prototypage rapide peuvent relever des 3 niveaux suivants :</i> <i>- prototypage de pièces et validation de ses formes (imprimante 3D) ;</i> <i>- prototypage de pièces par coulée sous vide d'une pièce en matériau plastique de « bonne résistance » (moule silicone et coulée polyuréthane) ;</i> <i>- prototypage de pièces de petites dimensions en « vraie matière », alliages d'aluminium ou cuivreux (machine semi automatique de coulée sous vide).</i>
Coulage de pièces prototypées en résine et/ou en alliage métallique (coulée sous vide).		1 ^{re} /T	3	
3.2. Essais, mesures et validation	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Conformité dimensionnelle et géométrique des pièces en relation avec les contraintes fonctionnelles de la maquette numérique.		1 ^{re} /T	3	<i>On se limite à la vérification des spécifications nécessaires à l'intégration d'une pièce prototype dans un mécanisme.</i>
Essais mécaniques sur les matériaux (traction, compression, flexion simple, dureté).	*	T	2	<i>Approfondissement, dans le cadre des projets, des compétences et connaissances visées dans le tronc commun.</i>
Intégration d'une ou plusieurs pièces dans un système (graphe de montage, assemblages, réglages, essais).		1 ^{re}	3	<i>Activité à privilégier lors de l'intégration d'une ou plusieurs pièces prototypées dans un système fonctionnel.</i>
Mesure et validation de performances : essais de caractérisation sur une pièce ou sur tout ou partie d'un système (efforts, déformation, matériau, dimensions, comportements statique, cinématique, énergétique).		T	3	<i>Ces activités s'effectuent dans le cadre des projets, sur des dispositifs expérimentaux et instrumentés liés aux supports étudiés. Elles permettent de faire apparaître les écarts entre les résultats de simulation et le comportement réel d'un système.</i>

SPÉCIALITÉ SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

A. – OBJECTIFS ET COMPÉTENCES DE LA SPÉCIALITÉ SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE DU BACCALAURÉAT STI2D

OBJECTIFS DE FORMATION	COMPÉTENCES ATTENDUES
O7 – Imaginer une solution, répondre à un besoin	<p>CO7.sin1. Décoder la notice technique d'un système, vérifier la conformité du fonctionnement.</p> <p>CO7.sin2. Décoder le cahier des charges fonctionnel décrivant le besoin exprimé, identifier la fonction définie par un besoin exprimé, faire des mesures pour caractériser cette fonction et conclure sur sa conformité.</p> <p>CO7.sin3. Exprimer le principe de fonctionnement d'un système à partir des diagrammes SysML pertinents. Repérer les constituants de la chaîne d'énergie et d'information.</p>
O8 – Valider des solutions techniques	<p>CO8.sin1. Rechercher et choisir une solution logicielle ou matérielle au regard de la définition d'un système</p> <p>CO8.sin2. Établir pour une fonction précédemment identifiée, un modèle de comportement à partir de mesures faites sur le système.</p> <p>CO8.sin3. Traduire sous forme graphique l'architecture de la chaîne d'information identifiée pour un système et définir les paramètres d'utilisation du simulateur</p> <p>CO8.sin4. Identifier les variables simulées et mesurées sur un système pour valider le choix d'une solution.</p>
O9 – Gérer la vie d'un système	<p>CO9.sin1. Utiliser les outils adaptés pour planifier un projet (diagramme de Gantt, chemin critique, données économiques, réunions de projet).</p> <p>CO9.sin2. Installer, configurer et instrumenter un système réel. Mettre en œuvre la chaîne d'acquisition puis acquérir, traiter, transmettre et restituer l'information.</p> <p>CO9.sin3. Rechercher des évolutions de constituants dans le cadre d'une démarche de veille technologique, analyser la structure d'un système pour intervenir sur les constituants dans le cadre d'une opération de maintenance</p> <p>CO9.sin4. Rechercher et choisir de nouveaux constituants d'un système (ou d'un projet finalisé) au regard d'évolutions technologiques, socioéconomiques spécifiées dans un cahier des charges. Organiser le projet permettant de « maquettiser » la solution choisie.</p>

**B. – PROGRAMME DE LA SPÉCIALITÉ
SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE DU BACCALAURÉAT STI2D**

1. Projet technologique

Objectif général de formation : vivre les principales phases d'un projet planifié dont l'objectif est la mise en œuvre, la modification et/ou l'amélioration d'un système.

1.1. La démarche de projet	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Les projets industriels				
Typologie des entreprises industrielles et des projets techniques associés (projets locaux, transversaux, « joint venture »).		1 ^{re}	1	<i>Présentation à partir de cas industriels représentatifs de la production d'objets manufacturés. Les études de dossiers technologiques proposées doivent permettre l'identification d'innovations technologiques et amener à des études comparatives de coûts</i>
Phases d'un projet industriel (marketing, pré conception, pré-industrialisation et conception détaillée, industrialisation, maintenance et fin de vie).		1 ^{re}	2	
Principes d'organisation et planification d'un projet (développement séquentiel, chemin critique, découpage du projet en fonctions élémentaires ou en phases). Gestion, suivi et finalisation d'un projet (coût, budget, bilan d'expérience).		1 ^{re}	2	
Les projets pédagogiques et technologiques				
Étapes et planification d'un projet technologique (revues de projets, travail collaboratif en équipe projet : ENT, base de données, formats d'échange, carte mentale, flux opérationnels).		1 ^{re} /T	3	<i>Utiliser les outils adaptés pour planifier un projet (diagramme de Gantt, chemin critique, données économiques, réunions de projet), réaliser des microprojets pluridisciplinaires au regard des activités du tronc commun La réalisation se limite à la conception d'un prototype de qualité industrielle. Les cartes électroniques sont conçues par association de fonctions et/ou de constituants intégrés. Les circuits imprimés ne sont pas réalisés dans l'établissement.</i>
Animation d'une revue de projet ou management d'une équipe projet.		1 ^{re} /T	3	
Évaluation de la prise de risque dans un projet par le choix des solutions technologiques (innovations technologiques, notion de coût global, veille technologique).		1 ^{re} /T	2	
1.2. Mise en œuvre d'un système				
Décodage des notices techniques d'un système et des procédures d'installation.	*	1 ^{re}	3	<i>L'élève doit être capable d'installer un système. Il doit pouvoir identifier un dysfonctionnement ou une amélioration souhaitable dans un système. Un compte rendu doit être rédigé et le constat doit être exprimé sous forme d'un besoin dans un cahier des charges fonctionnel.</i>
Compte-rendu de la mise en œuvre d'un système, en utilisant un langage technique précis.	*	1 ^{re}	2	
Identification des dysfonctionnements et/ou description des solutions.	*	1 ^{re}	2	

1.3. Description et représentation	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Décodage d'un cahier des charges fonctionnel décrivant un besoin exprimé.	*	1 ^{re}	3	
Identification des fonctions définies par l'expression du besoin. Caractérisation de leurs performances à partir de mesures, conclusions sur leur conformité au regard du cahier des charges.	M ¹⁴	1 ^{re}	2	
Propositions d'évolutions pour chaque fonction caractérisée à partir d'un schéma de principe relatif à son fonctionnement, en repérant les constituants des chaînes d'énergie et d'information.		1 ^{re}	3	<i>À partir d'un système défini par un cahier des charges, l'élève élabore une approche fonctionnelle et une décomposition en fonctions permettant de mettre en évidence la circulation des différents flux : chaîne d'information et chaîne d'énergie.</i>
Réalisation d'une représentation fonctionnelle (schémas blocs, norme SysML).	*	1 ^{re}	3	
Représentation du comportement des constituants (dans les domaines temporel et/ou fréquentiel).	*	1 ^{re} /T	3	

(14) Loi normale, moyenne, écart-type.

2. Maquettage des solutions constructives

Objectif général de formation : définir et valider une solution par simulation. Etablir un modèle de comportement adapté. Définir l'architecture de la chaîne d'information, les paramètres et les variables associés à la simulation.

L'élève recherche et choisit une solution logicielle ou matérielle au regard de la définition d'un système, d'une documentation technique, d'une norme. Il édentifie les caractéristiques d'un constituant pour valider un choix.

Il s'approprie un modèle de comportement qui lui est proposé et utilise une chaîne de conception numérique. Il simule les solutions fonctionnelles pour valider les différents comportements et faire des choix technologiques qui permettront ensuite de simuler le comportement réel avant implémentation.

2.1. Conception fonctionnelle d'un système local	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Acquisition, conditionnement et filtrage d'une information (sous forme analogique).		1 ^{re}	2	<i>On utilise tout type de filtres. L'étude théorique est en revanche limitée au régime sinusoïdal et à la réalisation de filtres du 1^{er} ordre actifs ou passifs.</i>
Conversion d'une information (CAN et CNA).		1 ^{re}	3	<i>Les principes de la conversion sont liés aux caractéristiques technologiques.</i>
Traitement d'une information numérique.	*	1 ^{re} /T	2	
Traitement d'une information analogique.	*	T	2	<i>On se limite aux additions, soustractions, saturation, amplifications.</i>
Traitement programmé et composants programmables.	*	T	3	<i>Limité aux structures spécialisées analogiques et numériques.</i>
Modulation, démodulation d'un signal porteur d'une information : - amplitude, fréquence, phase.		T	2	<i>Pour la modulation de fréquence et de phase, on se limite à la visualisation temporelle.</i>
Multiplexage d'une information et codage d'une transmission en bande de base.		T	2	<i>On se limite aux codages bivalents (NRZ, NRZ bipolaire, Manchester).</i>
Transmission d'une information (liaison filaire et non filaire).		1 ^{re} /T	2	<i>On se limite à la visualisation fréquentielle du signal transmis.</i>
Restitution d'une information : - voix, données, images.		1 ^{re} /T	2	
2.2. Architecture fonctionnelle d'un système communicant	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Modèles en couche des réseaux, protocoles et encapsulation des données.	*	1 ^{re} /T	2	<i>On se limite à la description du modèle OSI.</i>
Adresse physique (MAC) du protocole Ethernet et adresse logique (IP) du protocole IP. Lien adresse MAC/IP : protocole ARP.	*	1 ^{re} /T	3	<i>On pourra par exemple s'appuyer sur l'étude des protocoles ARP et ICMP.</i>
Architecture client/serveur.	*	1 ^{re} /T	2	<i>On se limite aux couches transport et application : protocoles FTP, HTTP, UDP et TCP.</i>

2.3. Modélisations et simulations	ETC	1^{re}/T	Tax	Commentaires
Modèle de comportement fréquentiel relatif à la fonction filtrage (bande- passante, fréquence de coupure)	M ¹⁵	1 ^{re} /T	3	<i>La phase n'est pas exploitée.</i>
Diagramme états-transitions pour un système événementiel.	*	1 ^{re} /T	3	<i>On se limite à l'analyse simple d'un diagramme états - transitions donné.</i>
Modèle de comportement : utilisation de bibliothèques logicielles et paramétrage de caractéristiques.		1 ^{re} /T	2	<i>On se limite à une programmation graphique.</i>
Architecture de la chaîne d'information et paramétrage du simulateur.		1 ^{re} /T	2	<i>On se limite aux paramétrages classiques de la chaîne d'information (bande passante, conditionnement des données, fréquence d'échantillonnage).</i>
Simulations et analyses des résultats.		1 ^{re} /T	2	
Identification des variables simulées et mesurées sur le système pour valider le choix d'une solution.		1 ^{re} /T	2	

(15) Loi logarithmique, module d'un nombre complexe.

3. Réalisation et qualification d'un prototype

Objectif général de formation : réaliser un prototype matériel et logiciel répondant à ces contraintes fonctionnelles et structurelles identifiées, l'intégrer dans un système global pour mesurer ses performances, valider son comportement et/ou réaliser des opérations de maintenance.

A partir d'un produit, d'un système ou d'un produit finalisé, l'élève doit implémenter et interconnecter les nouveaux constituants qu'il a choisis au regard des performances attendues, des évolutions technologiques, socio-économiques, et proposer une organisation de projet.

A partir d'une chaîne de conception numérique, l'élève doit installer, configurer, instrumenter un système réel et mettre en œuvre la chaîne d'acquisition.

L'élève doit acquérir, traiter, transmettre et restituer l'information.

A partir des résultats obtenus et du cahier des charges, l'élève doit rendre compte sur son intervention.

3.1. Réalisation d'un prototype	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Implémentation d'un programme dans un « composant programmable ».		1 ^{re} /T	3	
Interfaçage de composants.		1 ^{re} /T	3	<i>Ou interfaçage d'ensembles de composants.</i>
Interconnexion des fonctions distribuées.		1 ^{re} /T	3	<i>Y compris à l'aide de réseaux informatiques (fonctions matérielles ou logicielles) ou de dispositifs de restitution de l'information [voix, données, images].</i>
Programmation de l'interface de communication.		T	2	<i>On se limite aux langages interprétés, permettant une approche du WEB et de l'objet.</i>
Conditionnement des grandeurs acquises (convertir, amplifier, traiter).		1 ^{re}	3	<i>Le traitement des données s'effectue sous forme analogique.</i>
Adaptation d'une chaîne d'acquisition aux caractéristiques des grandeurs à acquérir.		1 ^{re}	3	<i>Paramétrage de la chaîne d'acquisition pour une adaptation aux caractéristiques des grandeurs à acquérir.</i>
Recette du prototype au regard des spécifications attendues du cahier des charges.		T	3	<i>On se limite aux approches fonctionnelle et comportementale.</i>
3.2. Gestion de la vie d'un système	ETC	1 ^{re} /T	Tax	Commentaires
Validation d'un prototype.		1 ^{re} /T	2	<i>Effectuée dans l'environnement du système justifiant la réalisation et l'intégration du prototype.</i>
Procédures d'intervention.		1 ^{re}	3	<i>On se limite au décodage de procédures préétablies.</i>
Mise à jour d'un système d'information.		1 ^{re} /T	3	<i>On se limite au remplacement d'un constituant ou bien à sa programmation.</i>
Rédaction d'un compte-rendu sur l'activité de maintenance		1 ^{re} /T	3	<i>L'intervention doit être décrite à l'aide d'un langage technique précis.</i>
Performances d'un projet finalisé.		T	2	<i>On se limite à vérifier la cohérence des performances obtenues avec le cahier des charges.</i>
Étude prospective technique et économique.		T	2	<i>À partir d'un système existant et d'un besoin exprimé dans un cahier des charges, l'élève recherche une solution au travers d'une veille technologique et économique.</i>
Proposition d'une solution et organisation du nouveau projet.		T	2	<i>À partir des résultats d'une étude prospective, l'élève doit élaborer le planning de ce projet.</i>