

**Programme**  
**d'Ingénierie, Innovation**  
**et Développement Durable**  
**de terminale STI2D**

**Les objectifs et compétences de l'enseignement Ingénierie, Innovation et Développement Durable (2I2D)**

Objectifs de formation		Compétences développées	Compétences Évaluées	Connaissances
Dimension socio - culturelle	O1 - Caractériser des produits ou des constituants privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable.	CO1.1 Justifier les choix des structures matérielles et/ou logicielles d'un produit, identifier les flux mis en oeuvre dans une approche de développement durable.	✓	2-1 / 4-2
		CO1.2 Justifier le choix d'une solution selon des contraintes d'ergonomie et de design.	✓	1-1 / 2-1
		CO1.3 Justifier les solutions constructives d'un produit au regard des performances environnementales et estimer leur impact sur l'efficacité globale.	✓	3-1 / 4-1
Dimension scientifique et technique	O2 - Identifier les éléments influents du développement d'un produit	CO2.1 Décoder le cahier des charges d'un produit, participer, si besoin, à sa modification.	✓	1-1 / 1-2
		CO2.2 Évaluer la compétitivité d'un produit d'un point de vue technique et économique.	✓	1-1
	O3 - Analyser l'organisation fonctionnelle et structurelle d'un produit.	CO3.1 Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un produit ainsi que ses entrées/sorties.	✓	1-2 / 2 / 4-1
		CO3.2 Identifier et caractériser l'agencement matériel et/ou logiciel d'un produit.	✓	1-2 / 2 / 4-1
		CO3.3 Identifier et caractériser le fonctionnement temporel d'un produit ou d'un processus.	✓	1-2 / 6-3
Communication	O4 - Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère.	CO4.1 Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés.	✓	1-1 / 1-2 / 2 / 4-1
		CO4.2 Décrire le fonctionnement et/ou l'exploitation d'un produit en utilisant l'outil de description le plus pertinent.	✓	1-1 / 1-2 / 2 / 4-1
		CO4.3 Présenter de manière argumentée des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère.	✓	1-1 / 1-2 / 4-1 / 4-2
Dimension ingénierie design	O5 - Imaginer une solution, répondre à un besoin	CO5.1 S'impliquer dans une démarche de projet menée en groupe.	✓	1-1
		CO5.2 Identifier et justifier un problème technique à partir de l'analyse globale d'un produit (approche matière - énergie - information).	✓	1 / 2-1
		CO5.3 Mettre en évidence les constituants d'un produit à partir de diagrammes pertinents.	✓	1-1 / 1-2 / 2
		CO5.4 Planifier un projet (diagramme de Gantt, chemin critique) en utilisant les outils adaptés et en prenant en compte les données technico-économiques.	✓	1-1
		CO5.5 Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue.	✓	1-1 / 4-2
		CO5.6 Participer à une étude de design d'un produit dans une démarche de développement durable.	✓	1-1 / 4
		CO5.7 Définir la structure matérielle, la constitution d'un produit en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues.	✓	1 / 4
Dimension scientifique et technique	O6 - Préparer une simulation et exploiter les résultats pour prédire un fonctionnement, valider une performance ou une solution	CO6.1 Expliquer des éléments d'une modélisation multiphysique proposée relative au comportement de tout ou partie d'un produit.	✓	1-2 / 3
		CO6.2 Identifier et régler des variables et des paramètres internes et externes utiles à une simulation mobilisant une modélisation multiphysique.	✓	3
		CO6.3 Évaluer un écart entre le comportement du réel et les résultats fournis par le modèle en fonction des paramètres proposés, conclure sur la validité du modèle.	✓	3 / 6-3
		CO6.4 Choisir pour une fonction donnée, un modèle de comportement à partir d'observations ou de mesures faites sur le produit.	✓	3 / 6-3
Dimension ingénierie design	O7 - Expérimenter et réaliser des prototypes ou des maquettes	CO7.1 Réaliser et valider un prototype ou une maquette obtenus en réponse à tout ou partie du cahier des charges initial.	✓	1-2 / 6
		CO7.2 Mettre en oeuvre un scénario de validation devant intégrer un protocole d'essais, de mesures et/ou d'observations sur le prototype ou la maquette, interpréter les résultats et qualifier le produit.	✓	1-2 / 2-1 / 6-3

## Connaissances associées à l'enseignement de Ingénierie, Innovation et Développement Durable

	Niveau Taxonomique	Commentaires	Liens sciences
<b>1. Principes de conception des produits et développement durable</b>			
<b>1.1 La démarche de projet</b>			
<b>1.1.2. Communication technique</b>			
• Cartes mentales, représentations numériques, diagrammes SysML pertinents, prototype et maquette, croquis et schémas non normalisés, organigrammes.	3	Il s'agit de savoir choisir et utiliser un outil de communication technique en fonction du contenu à transmettre et de l'interlocuteur auquel on s'adresse.	
• Outils de partage et d'organisation du travail collaboratif (cloud, PLM, BIM).	2	Il s'agit principalement d'utiliser ces outils lors des projets collaboratifs.	
<b>1.2 Outils de l'ingénierie système</b>			
<b>1.2.1. Concepts de systèmes</b>			
• Approche système (environnement, frontières, système d'intérêt, points de vue).	3	La notion de système est présentée comme une typologie de produits technologiques. Le langage SysML est uniquement réservé à la description d'un système technique.	
<b>1.2.2. Concepts de systèmes</b>			
• Analyse du besoin : besoin initial, mission principale, contexte, cas d'utilisations, scénarios d'utilisation, besoins des parties prenantes.	3	À la lecture d'un cahier des charges, l'élève doit savoir extraire les informations pertinentes décrites en langage SysML.  En projet de construction, l'analyse du besoin peut faire appel à d'autres outils complémentaires.	
• Spécification technique, conception de l'architecture. • États, séquences. • Fonctionnalités, structure physique, flux internes / externes.	3	Les grands principes sont évoqués en démarche de projet. Le but recherché est : - d'amener l'élève en phase de spécification à apporter ses propres concepts opérationnels ou architecturaux, tout en restant dans le domaine du problème, afin de définir les exigences systèmes issues des besoins ; - d'amener l'élève en phase de conception à proposer sa propre architecture fonctionnelle et structurelle, satisfaisant et validant les exigences systèmes, définies préalablement.	
• IVVQ : intégration, vérification, validation, qualification.	3	Les grands principes sont là aussi évoqués en démarche de projet : - l'intégration (entendue « sur site d'exploitation ») quand elle est possible est évoquée ; - l'accent est mis sur les outils de vérification et de validation ; - la qualification étant la mesure de performance une fois le système produit, le savoir-faire inhérent relève du domaine expérimental.	

## 2. Approche fonctionnelle et structurelles des produits

<b>2.1. Représentation des flux MEI</b>			
• Notion de flux et de stock. • Principaux flux de transfert de matière, d'énergie, d'information. • Principes de caractérisation des flux, unités, calcul.	3	Différencier et identifier sur un produit les principaux flux (déplacement, transfert) et principaux stocks (accumulation).  Caractériser les flux liés à la circulation ou au transfert de la matière, de l'énergie et de l'information (débit surfacique, volumique, flux lumineux, thermique, courant électrique, etc.).	Physique-Chimie : énergie interne

## 3. Approche comportementale des produits

<b>3.1. Modélisations et simulations</b>			
<b>3.1.1. Progiciels de simulation</b>			
• Typologie des progiciels. • Critères de choix.	3	Les principaux outils de modélisation simulables sont abordés, en définissant précisément le domaine d'application :  - modèle volumique ; - modèle multiphysique ; - modèle fonctionnel (de type schéma-bloc) ; - modèle comportemental (de type diagramme d'états/activités) ; - modèle de régression (de type tableau).	
<b>3.1.2. Paramétrage d'un modèle</b>			
• Variables internes, variables externes.	3	Sous l'expression « variable interne » sont considérés les paramètres d'un modèle de type « boîte noire », paramètres de constituants physiques. Sous l'expression « variables externes » est entendu le signal temporel, pour les liens hors modèle multi-physique (de type schéma-bloc).	
• Entrées, sources de simulation.	3	L'accent est mis sur les principales sources utilisées en simulation et leur paramétrage.	
• Sorties, rendus des résultats.	3	Se limiter aux blocs de rendu graphique et à leur paramétrage.	
<b>3.1.4. Post-traitement et analyse des résultats</b>			
• Principaux traitements de données postérieurs aux résultats issus de simulation. • Interprétation des résultats d'une simulation : courbe, tableau, graphe, unités associées.	3	Exploiter ou affiner des résultats issus d'une simulation par traitement postérieur des données.	Mathématiques enseignement commun : analyse, statistiques et probabilités.

## 4. Outils de représentation du réel

<b>4.1. Outils de représentation du réel</b>			
<b>4.1.2. Outils de représentation schématique</b>			
• Schéma architectural (mécanique, énergétique, informationnel).	3	Le schéma architectural permet de décrire l'organisation structurelle d'un produit de manière non normalisée, il fait apparaître les composants et constituants (choix techniques, cheminement des câbles, des gaines, des tuyaux).	

<b>4.2. Démarches de conception</b>			
<b>4.2.1. Amélioration de la performance environnementale d'un produit</b>			
• Outils de l'éco-conception et de l'éco-construction.	3	En articulation avec le chapitre « approche environnementale». Utilisation de logiciels ou de modules dédiés.	

## 6. Prototypage et expérimentations

<b>6.1. Moyens de prototype rapide</b>			
• Prototypage de pièces et de la chaîne d'information.	3	Les activités pratiques de prototypage rapide relèvent des activités classiques d'un fablab. La chaîne numérique est complète et continue.	
<b>6.3. Vérification, validation et qualification du prototype d'un produit</b>			
• Intégration des éléments prototypes du produit.	3	Vérifier la conformité aux spécifications fonctionnelles nécessaires à l'intégration des éléments prototypés en un produit avant assemblage.	
• Mesure et validation de performances.	3	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 produit.	Physique - Chimie : mesures et incertitudes. Mathématiques : statistiques et probabilités