

Annexe

## **Programme d'enseignement optionnel de création et innovation technologiques et de sciences de l'ingénieur de seconde générale et technologique**

---

Sommaire

### **Préambule**

Thématiques proposées

Organisation de l'enseignement

### **Création et innovation technologiques**

Finalités

Compétences travaillées

### **Sciences de l'ingénieur**

Finalités

Compétences travaillées

## Préambule

Les défis sociétaux à relever appellent constamment la conception et la diffusion de produits innovants. Ces innovations s'appuient sur les dernières avancées scientifiques et technologiques et mobilisent des méthodes de conception rigoureuses pour répondre aux besoins actuels et futurs de la société.

Les deux enseignements proposés mettent en place des éléments d'une culture à la fois scientifique et technologique.

L'enseignement optionnel création et innovation technologiques (CIT) a pour objet de faire découvrir aux élèves les processus de conception des produits en utilisant une démarche de création. Il permet de comprendre, en participant à des projets technologiques, en quoi la créativité est indispensable au développement de produits innovants.

L'enseignement optionnel sciences de l'ingénieur (SI) engage les élèves dans la démarche scientifique en leur proposant de participer à des « défis » technologiques nécessitant la réalisation d'expérimentations à caractère scientifique. Les élèves découvrent ainsi les relations entre les sciences et les solutions technologiques dans un contexte contraint par des exigences socio-économiques et environnementales.

Ces deux enseignements développent l'appétence des élèves pour les études scientifiques et technologiques, leur donnent la possibilité de découvrir des métiers et des domaines professionnels dans le champ des sciences de l'ingénieur. Ils prennent appui sur les acquis des programmes de technologie du collège. Les activités proposées permettent d'identifier les perspectives d'études supérieures en les aidant à construire leur projet de poursuite d'études par une connaissance approfondie de la nature des enseignements scientifiques, des méthodes et des démarches technologiques utilisées.

Les outils numériques sont systématiquement mis en œuvre dans ces enseignements. Ils accompagnent toutes les activités proposées :

- recherche d'informations et exploitation de données et documents numériques ;
- analyse de produits pluri-technologiques modélisés en trois dimensions, visualisation et simulation de leur fonctionnement ;
- expérimentations assistées par ordinateur, *in situ* ou à distance ;
- concrétisation d'idées (prototypage rapide et programmation) ;
- suivi et compte-rendu écrit et/ou oral d'activités d'analyse, de projet et d'expérimentation ;
- archivage et consultation des productions des élèves.

Toutes ces activités individuelles et en équipe s'inscrivent naturellement dans le contexte d'un environnement technologique numérique. Organisé en *laboratoire de fabrication* (ou *Fablab*, espace partagé d'échanges, de recherche et de fabrication, doté d'outils numériques et technologiques), cet environnement propose des moyens de prototypage rapide et permet la recherche collective de solutions.

## Thématiques proposées

Les professeurs doivent en priorité retenir des produits, porteurs d'innovations, relevant des grandes thématiques proposées ci-dessous. Ils ont cependant la possibilité de s'appuyer sur d'autres thématiques en rapport avec les grandes questions sociétales actuelles.

- **Les territoires et les produits dits « intelligents » :**
  - la mobilité des personnes et des biens ;
  - les structures et les constructions ;
  - les objets connectés.
  
- **L'Humain assisté, réparé, augmenté :**
  - les produits d'assistance pour la santé et la sécurité ;
  - la compensation du handicap ;
  - l'augmentation ou le suivi des performances du corps humain.

## Organisation de l'enseignement

L'enseignement est organisé en plusieurs projets (CIT) ou plusieurs « défis » (SI) permettant d'explorer trois champs technologiques :

- champ de l'information (innovations associées aux systèmes d'acquisition, de numérisation, de traitement, de communication, de stockage et de restitution de voix, images et informations, ou bien associées au virtuel, aux réseaux, etc.) ;
- champ de l'énergie (innovations associées aux systèmes de transformation, de stockage et de régulation de l'énergie, à l'efficacité énergétique, aux économies d'énergie, aux impacts environnementaux associés, etc.) ;
- champ des matériaux et des structures (innovations associées aux nouveaux matériaux et aux systèmes techniques, structures et constructions associées, aux impacts environnementaux dus aux matériaux et aux principes de transformation et de mise en forme retenus).

À l'issue de chacun des projets ou défis, l'équipe concernée propose une synthèse de son travail à l'ensemble de la classe. Cette restitution peut être ouverte à des personnes extérieures, professeurs, parents, professionnels ou experts invités. Elle donne lieu à une évaluation, de la part du professeur, qui apprécie les compétences exploitées durant toute la phase concernée et évalue chaque élève en prenant en compte les connaissances acquises, les aptitudes construites et les attitudes adoptées dans le cadre des actions collectives.

Ces enseignements contribuent au développement des compétences orales à travers notamment la pratique de l'argumentation. Celle-ci conduit à préciser sa pensée et à expliciter son raisonnement de manière à convaincre.

Ces deux enseignements peuvent s'ouvrir, en fonction de projets pédagogiques précis, à des collaborations pluridisciplinaires et/ou à des participations à des « défis » ou concours. Les relations avec les entreprises locales et l'invitation de professionnels ou d'experts contribuent à la découverte concrète des métiers et des formations associées aux fonctions de conception, de réalisation et d'innovation.

Les structures des deux enseignements technologiques optionnels CIT et SI sont similaires, il est souhaitable de combiner leurs contenus de façon à aborder les compétences liées à la démarche de créativité et celles liées à la démarche scientifique. Les élèves sont amenés à des activités de projets et accompagnés dans la réalisation de « défis ».

## Création et innovation technologiques

### Finalités

Les activités de projet proposées visent à :

- appréhender la place de l'innovation par une approche sociétale, économique ou environnementale ;
- adopter une démarche de création pour imaginer de nouvelles solutions technologiques.

Elles permettent d'aborder les compétences et démarches suivantes.

- **Mettre en œuvre une démarche de projet et de créativité**

La créativité est une composante de l'innovation. C'est une démarche intellectuelle, culturelle et sociale ; une disposition ou un état d'esprit.

Cette phase de l'enseignement s'appuie sur un produit ou un « ouvrage » existant et permet de proposer des réponses à une attente particulière et ciblée (de transformation, d'amélioration, de modification, etc.). Elle est mise en œuvre dans le cadre d'un projet et donne lieu à une restitution collective permettant au groupe d'élèves de présenter leurs analyses et leurs propositions.

Si le monde de l'entreprise est confronté en permanence à l'obligation de résultat, l'enseignement optionnel de CIT propose une démarche de création technologique et peut ainsi se limiter à la phase purement créative. De ce fait, le projet peut être issu d'améliorations à apporter à des produits existants, conduire à un détournement de la fonction initiale d'un objet ou encore à l'augmentation de sa fonctionnalité ou à l'amélioration de son design. Dans un souci d'efficacité, une formulation simple des objectifs assignés au projet, excluant le recours aux outils normalisés, est suffisante pour décrire le cahier des charges.

- **Communiquer ses intentions**

L'innovation et la créativité technologique impliquent un travail collaboratif et de réelles capacités de communication, entre acteurs, à l'interne, pour échanger au sein d'une structure et à l'externe pour expliquer et convaincre.

Les élèves doivent structurer leur analyse, expliquer leurs choix et construire un argumentaire, afin de rendre compte en temps réel du déroulement d'une réflexion ou d'une activité menée en groupe. L'utilisation d'outils heuristiques facilite la structuration des réflexions et la présentation collective (diaporama, note de synthèse, affiche, compte rendu de projet, etc.).

## Compétences travaillées

Le tableau ci-dessous dresse la liste des compétences et des notions qui sont mobilisées par les élèves lors des projets.

Compétences détaillées	Notions, démarches et outils	Commentaires
<b>Mettre en œuvre une démarche de projet et de créativité</b>		
Travailler en équipe.	Organisation du travail collaboratif.	Les notions et les étapes sont introduites en fonction des besoins. Cet enseignement a uniquement pour fonction d'identifier des règles et des principes stimulant ou orientant la créativité et l'innovation à travers quelques projets. Un travail en équipe doit permettre les échanges et la prise en considération des propositions de chacun. La démarche retenue vise à révéler à l'élève sa créativité propre ainsi que l'apport du collectif. Réalisation d'une maquette à partir d'éléments existants, modification d'un composant (comme la création d'une pièce nouvelle prototypée ou un agencement particulier, la modification d'un programme de commande, l'amélioration d'une solution technique, etc.).
Sélectionner des références et des ressources documentaires spécifiques. S'initier au vocabulaire de l'innovation et de la créativité.	Marché, compétitivité, besoin, fonction, exigences, coût et valeur. Amélioration, innovation de rupture, découvertes.	
Utiliser des méthodes de créativité. Appréhender les méthodologies en design de produit. Formuler des propositions et retenir les solutions les plus pertinentes.	Outils de formalisation d'une démarche. Mobilisation de l'intuition.	
Identifier les contraintes réglementaires, environnementales et économiques liées à un contexte donné.	Cycle de vie d'un produit. Contraintes dans le développement d'un produit.	
Élaborer une solution innovante.	Niveaux de présentation de solutions : maquette, prototype, produit.	
<b>Présenter et argumenter</b>		
Exprimer une réflexion, un principe, une idée, une solution technique. Utiliser des outils de communication. Rendre compte, sous forme écrite ou orale, des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Outils de communication : cartes mentales, croquis, schémas, descriptions d'un comportement, représentations numériques.	Pour les produits ou les « ouvrages », la maquette numérique est essentiellement exploitée en lecture, sauf pour des modifications simples.

## Sciences de l'ingénieur

### Finalités

Les activités permettant de relever un « défi » visent à :

- appréhender la place de l'expérimentation pour valider un choix technologique ;
- adopter une démarche collective de résolution de problème.

Elles permettent d'aborder les compétences et démarches ci-après.

- **Raisonnement, pratique d'une démarche scientifique, expérimentation**

Dans le cadre d'une démarche de résolution de problème technique, les élèves produisent un travail personnel et d'équipe qui doit intégrer obligatoirement une production (expérience, exploitation de données, modélisation, etc.) et aboutir à une forme de communication structurée et rigoureuse.

Les activités proposées doivent conduire l'élève à comprendre que sciences et technologie sont étroitement liées dans l'évolution des produits qui répondent à un problème de société. L'activité expérimentale offre la possibilité de répondre à une problématique par la mise au point d'un protocole, sa réalisation et l'observation des écarts entre théorie, modèle et résultats expérimentaux. Celle-ci permet aux élèves de confronter leurs représentations avec la réalité. Elle développe l'esprit d'initiative, la curiosité et le sens critique. Elle est indissociable d'une pratique pédagogique assurant des conditions indispensables à une expérimentation authentique et sûre.

Ainsi, les élèves doivent pouvoir élaborer et mettre en œuvre un protocole comportant des expériences afin de vérifier leurs hypothèses, construire l'environnement technique de l'expérimentation, réaliser et analyser les mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée.

- **Présentation et argumentation**

La résolution d'un problème technique et les expérimentations associées impliquent un travail collaboratif et de réelles capacités de communication, entre acteurs, à l'interne, pour échanger au sein d'une structure, et à l'externe pour expliquer et convaincre.

Les élèves doivent structurer leur analyse, expliquer leurs choix et construire un argumentaire, afin de rendre compte en temps réel du déroulement d'une réflexion ou d'une activité menée en groupe. L'utilisation d'outils heuristiques facilite la structuration des réflexions et la présentation collective (diaporama, note de synthèse, affiche, compte rendu d'expérience, etc.).

## Compétences travaillées

Le tableau ci-dessous dresse la liste des compétences et des notions qui sont abordées par les élèves.

Compétences détaillées	Notions, démarches, outils	Commentaires
<b>Raisonnement, pratique d'une démarche scientifique, expérimentation</b>		
Travailler en équipe.	Organisation du travail collaboratif.	Les notions et les étapes sont introduites en fonction des besoins. Un travail en équipe doit permettre les échanges et la prise en considération des propositions de chacun. La démarche retenue vise à valoriser l'apport du collectif.  Les résultats d'expérimentations pourront faire l'objet d'un tracé de courbes.
Sélectionner des références et des ressources documentaires spécifiques.	Marché, compétitivité, besoin, fonction, exigences, coût et valeur.	
Mettre au point un protocole expérimental (formuler des hypothèses, hiérarchiser, sélectionner, expliciter, contextualiser). Manipuler et expérimenter. Simuler à partir d'un modèle donné. Analyser les résultats obtenus.	Démarche scientifique. Mesure de grandeurs physiques, précision, écarts. Tableur, représentation graphique.	
Identifier un principe scientifique en rapport avec le fonctionnement d'un système.	Lois fondamentales.	
Matérialiser un support d'expérimentation.	Niveaux de présentation de solutions expérimentales : maquette, prototype. Appareils de mesure.	
<b>Présentation et argumentation</b>		
Exprimer une réflexion, un principe, une idée, une solution technique. Utiliser des outils de communication. Rendre compte, sous forme écrite ou orale, des résultats d'une analyse, d'une expérience, d'une recherche et d'une réflexion.	Outils de communication : cartes mentales, croquis, schémas, descriptions d'un comportement, représentations numériques.	Pour les produits ou les « ouvrages », la maquette numérique est essentiellement exploitée en lecture, sauf pour des modifications simples.