



CLASSES DE PREMIÈRE ET TERMINALE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR SÉRIE SCIENTIFIQUE

A. du 9-8-200. JO du 22-8-2000

NOR : MENE0002058A

RLR : 524-6 ; 524-7

MEN - DESCO A4

Vu L. d'orientation n° 89-486 du 10-7-1989 mod. ; D. n° 90-179 du 23-2-1990 ; A. du 10-7-1992 ; A. du 18-3-1999 mod. ; avis du CNP du 27-6-2000 ; avis du CSE du 11-7-2000

Article 1 - Pour l'année scolaire 2000-2001, le programme de la classe de première de technologie industrielle fixé par l'arrêté du 10 juillet 1992 susvisé s'applique pour l'enseignement obligatoire des sciences de l'ingénieur en classe de première de la série scientifique. Pour les années scolaires 2000-2001 et 2001-2002, le programme de la classe terminale de technologie industrielle fixé par l'arrêté du 10 juillet 1992 s'applique pour l'enseignement obligatoire des sciences de l'ingénieur en classe terminale de la série scientifique.

Article 2 - À partir de l'année scolaire 2001-2002 et de l'année scolaire 2002-2003, le programme de l'enseignement obligatoire des sciences de l'ingénieur fixé en annexe du présent arrêté est respectivement applicable en classes de première et terminale de la série scientifique. Il annule et remplace à compter de ces dates toute disposition antérieure concernant cet enseignement.

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

Fait à Paris, le 9 août 2000

Pour le ministre de l'éducation nationale
et par délégation,

Le directeur de l'enseignement scolaire
Jean-Paul de GAUDEMAR

Annexe

Sciences de l'ingénieur

Série scientifique

Nouveau programme applicable à compter de l'année scolaire 2001-2002 en classe de première et de l'année scolaire 2002-2003 en classe terminale

□ Afin de satisfaire aux besoins de notre société, dans un contexte économique de forte concurrence mondiale, la mise sur le marché de produits nouveaux à forte valeur ajoutée impose des efforts permanents de recherche pour atteindre de meilleures performances à moindre coût. Ces contraintes s'accompagnent d'un accroissement de la complexité des produits, des moyens et de l'organisation industrielle, favorisée par l'essor de la microélectronique et des technologies de l'information et de la communication (TIC). Il en résulte à tous les stades du processus, de l'idée au produit, un besoin croissant en techniciens, ingénieurs, et chercheurs.

L'élaboration par l'homme de produits réalisant des fonctions matérielles ou virtuelles exige, pour les concevoir et en maîtriser les performances, des compétences pluridisciplinaires scientifiques et techniques alliées à une compréhension approfondie des principes qui les gouvernent.

Partant de problèmes concrets, les "Sciences de l'ingénieur", sciences de la conception et de la réalisation des systèmes inventés par l'homme, concernent aussi bien l'élaboration d'objets, d'équipements et de processus, que l'organisation qui les accompagne.

Par leur implication dans l'ensemble de l'activité humaine, les "Sciences de l'ingénieur" sont en interdépendance avec les sciences de la nature, les sciences économiques et les sciences humaines, dont elles exploitent les savoirs et les méthodes tout en contribuant à leur développement.

1 - SPÉCIFICITÉS DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Les "Sciences de l'ingénieur" se caractérisent par la diversité de leurs champs d'applications :

- étude des systèmes techniques intégrant de multiples contraintes en interactions fonctionnelles, techniques, économiques, humaines et sociales ;

- existence d'une multitude de solutions à un problème technique donné, qui implique pour chaque projet une optimisation fondée sur des connaissances et des critères précis ;

- créativité, par l'évolution permanente des technologies, nouveaux principes, nouvelles fonctions, nouveaux matériaux, nouvelles formes et couleurs, nouveaux procédés et moyens de conception et de réalisation, nouvelles méthodes et organisations, ...

Promues par la compétition internationale, elles soutiennent des recherches permanentes d'amélioration et d'innovation, liées à l'évolution des découvertes et des progrès scientifiques et sociaux.

Les Sciences de l'ingénieur sont caractérisées par leur actualité permanente et leur forte relation à la vie courante, qui se traduit par l'émergence rapide de nouvelles solutions et la disparition brutale de solutions traditionnelles.

Dans ce contexte, les sciences de l'ingénieur ont un rôle déterminant en associant la culture des modèles à celle des solutions constructives à des fins de compréhension et de conception des produits industriels dans une logique de réponse optimisée à un besoin.

En première approche, la démarche de conception, démarche originale car itérative et multi critères, conduit à un produit ou à un système technique qui constitue toujours une solution de compromis entre différents critères : coût, qualité, innovation et disponibilité. Elle mobilise autour du réel technologique non seulement des modèles de comportement mais également des modèles fonctionnels, des modèles de représentation et des modèles technico économiques.

L'enseignement des sciences de l'ingénieur permet ainsi aux élèves d'acquérir progressivement une formation associant de manière équilibrée, compétences scientifiques et compétences technologiques.

Les sciences de l'ingénieur développent des savoir-être essentiels pour l'éducation du futur citoyen : goût du concret et de l'action, esprit critique constructif, aptitudes à affronter en autonomie des problèmes réels, à maîtriser les techniques, à travailler en équipe, à respecter son environnement. Cette fonction éducative est intrinsèque à leurs contenus et méthodes. L'enseignement des Sciences de l'ingénieur amène ainsi l'élève à mieux affirmer son projet personnel, et constitue un atout important pour la préparation des carrières d'ingénieur, de chercheur, d'enseignant.

2 - OBJECTIFS GÉNÉRAUX

L'orientation "Sciences de l'ingénieur" dans la série S aborde, par la notion de système et de fonction, plusieurs des grands champs disciplinaires des technologies actuelles que sont la mécanique, l'automatique, l'électrotechnique, l'électronique, le traitement de l'information et les réseaux de communication.

La formation associe les connaissances scientifiques de base à une culture de solutions techniques, et permet, par une maîtrise progressive des modèles technologiques, d'accéder à la conception de nouvelles fonctions.

Elle fournit ainsi un appui méthodologique essentiel pour une meilleure appropriation des savoirs relatifs aux autres disciplines scientifiques (particulièrement les sciences physiques et les mathématiques), au moyen d'une approche différente et complémentaire, dédiée à l'étude concrète des systèmes élaborés par l'homme.

Les TIC sont omniprésentes aussi bien dans le fonctionnement des produits de notre environnement quotidien et dans la conduite des machines (électronique numérique, commande de processus), que dans les activités de recherche et développement et de gestion (représentation, simulation, systèmes d'échange de données, communication interne et externe).

La maquette numérique produite par les outils de CAO, premier maillon de "l'usine numérique" encore à l'état de prototype, est abordée comme outil structurant de l'approche de la conception. Elle autorise une représentation multiple de l'objet conçu pour : la communication technique, la simulation du fonctionnement à partir des modèles scientifiques et les calculs de dimensionnement.

L'étude de la technologie des systèmes pluritechniques de la série S développe un état d'esprit essentiel chez l'ingénieur qui est la relation modèle-réel (aller et retour permanent associant étroitement et progressivement culture des modèles et culture des solutions technologiques), et qui vise la maîtrise progressive de la complexité. La confrontation avec la réalité permet de valider la représentativité et les hypothèses des modèles technologiques, mais aussi d'observer d'autres effets non décelés par l'analyse. Les applications et expérimentations nécessaires à l'appropriation des acquis technologiques seront menées au laboratoire sur des équipements retenus pour leur pertinence pédagogique dans l'esprit conceptuel de la formation. Ces études autorisent une large ouverture vers les différentes voies de l'enseignement supérieur.

La limitation à des domaines clairement identifiés doit permettre un véritable approfondissement sans pour autant perdre le caractère généraliste d'un bachelier de la série S. Cette limitation définit ainsi le cadre d'une évaluation des compétences.

Capacités

Étant donné un système pluritechnique, le titulaire du baccalauréat S doit être capable :

- d'analyser son fonctionnement et d'en élaborer un modèle associé ;
- d'identifier son organisation fonctionnelle et structurelle, ainsi que les flux d'énergie et d'information ;
- d'expliquer les principes généraux qui gouvernent les fonctions et d'y rattacher les effets et modèles physiques étudiés en cours ;
- d'effectuer des calculs simples de définition relatifs à des fonctions et/ou de réaliser des dimensionnements à partir de logiciels de calculs ;
- de justifier ou de concevoir l'organisation des constituants de systèmes simples ;
- de participer, en tant que généraliste, à tout ou partie des différentes phases de création et d'utilisation d'un système, d'un sous-système ou d'un constituant.

Activités

Les activités proposées aux élèves reposent essentiellement sur :

- la manipulation des systèmes pluritechniques ;
- la description, l'analyse et la synthèse fonctionnelles et structurelles de ces systèmes ;
- la conduite de calculs simples de modélisation et de dimensionnement ;
- la conception/reconception de petits systèmes ou sous-systèmes dans le cadre d'études de conception pluritechnique.

Compétences terminales

D'un point de vue synthétique, les compétences à faire acquérir aux élèves sont :

- analyser et décrire les fonctions, les structures et le comportement des systèmes pluritechniques ;
- évaluer leurs performances,
- imaginer et proposer des solutions nouvelles et les grandes lignes de leur réalisation.

La rédaction de ce programme de première et de terminale s'articule autour de ces objectifs. Il est essentiel que ces trois champs soient systématiquement abordés par les élèves.

Les compétences terminales précisent ce qui sera attendu du candidat lors du baccalauréat (première colonne). Les niveaux d'acquisition relatifs aux compétences terminales sont décrits dans le programme (quatre dernières colonnes).

3 - PROGRAMME

3.1 Présentation

L'enseignement de "sciences de l'ingénieur" s'intéresse à l'étude de systèmes et de produits pluritechniques dont la complexité, en relation avec le niveau des élèves, exige une approche structurée.

L'approche systémique est à la base de l'enseignement des sciences de l'ingénieur. Au travers d'une démarche descendante élaborée à partir de la spécification de la fonction d'usage du produit, elle permet d'approfondir les méthodes d'analyse et les solutions technologiques retenues dans le respect des contraintes techniques, économiques, sociales et humaines précisées dans le cahier des charges, et auxquelles le système technique doit répondre. Les phénomènes de base seront nettement identifiés et analysés afin d'assurer une applicabilité et une transférabilité temporelles des savoirs.

Le programme est présenté par les approches : fonctionnelle, structurelle, et comportementale, qui permettent de caractériser et valider les fonctions d'usage d'un système. Cette structuration est cohérente avec la démarche actuelle d'ingénierie concourante pratiquée dans l'industrie.

L'approche fonctionnelle développe les qualités d'analyse. L'approche structurelle induit les acquis techniques et exerce aux raisonnements de synthèse de l'activité de conception. L'approche comportementale met en évidence les effets, notamment physiques, et les processus impliqués dans le fonctionnement, elle conduit l'élève à réfléchir sur la validité des résultats obtenus à l'aide des modèles.

Cette approche pédagogique intègre directement la pluridisciplinarité des technologies actuelles. Elle permet l'approche de la culture des solutions constructives attachées à plusieurs domaines, dans le cadre d'une réflexion sur un produit défini, et induit l'apprentissage des outils de représentation et de modélisation à l'aide de l'outil informatique.

Le concept de fonction, répondant à un besoin exprimé et spécifié, offre un très large champ de développements pédagogiques pour amener l'élève à s'exprimer, et à développer son esprit d'analyse et son sens créatif.

La progression individualisée sera privilégiée dans les activités de travaux pratiques de laboratoire qui alterneront avec les cours en classe complète. L'enseignement s'appuiera sur une approche concrète fondée sur l'observation et l'expérimentation des systèmes pluritechniques conduites en travaux pratiques. Il sera complété par une petite étude de conception de produits pluritechniques dans laquelle l'enseignement de sciences de l'ingénieur prend tout son sens.

La réalisation pratique d'une partie de cette étude est fortement souhaitée. Elle sera conduite en fonction des moyens de réalisation présents dans le laboratoire.

3.2 Architecture du programme

Les savoirs et savoir-faire du programme et les compétences qui leurs sont associées sont regroupés dans les trois domaines caractéristiques de la démarche de conception des produits : **l'analyse fonctionnelle, les fonctions du produit et l'étude des principes et du comportement** du système.

A - Analyse fonctionnelle

L'objectif de ce chapitre est de montrer l'intérêt de l'analyse fonctionnelle dans la démarche de création d'un produit.

L'élève pourra ainsi s'initier à l'analyse (définition du produit, identification et ordonnancement des fonctions des fonctions à remplir) et à la synthèse globale

(architecture du système).

B - Fonctions du produit ou du système

Cette partie est le cœur du programme. L'acquisition de la culture des solutions constructives est basée sur l'observation et la manipulation de composants réels en TP, l'élaboration de schémas de principes, l'étude de documents techniques, le dessin technique.

L'élève y apprend les grandes familles de solutions et définit les conditions de fonctionnement et les performances de chaque sous-fonction. Il utilise la partie C pour détecter les effets principaux induits par le fonctionnement, certaines causes de dysfonctionnement, et appliquer les modèles de base fournis pour vérifier quelques dimensionnements. Il aborde quelques règles principales de définition ou construction

(matériaux, états de surface, tolérances). Il s'exerce à l'outil informatique de représentation (maquette virtuelle), et s'initie à la pratique du dessin technique de définition.

Les chapitres B-1 *Convertir et distribuer la puissance* et B-2 *Transmettre la puissance*, suivent le trajet de transformation de l'énergie.

Les chapitres B-3 *Acquérir l'information*, B-4 *Traiter l'information* et B-5 *Communiquer les informations*, s'intéressent à la génération et au parcours des données de pilotage du processus.

C - Principes et comportements des produits

Ce chapitre définit les bases des sciences de l'ingénieur retenues dans l'ensemble du programme pour expliciter le fonctionnement. Il s'adjoint à l'étude des solutions constructives pour constituer l'approche technologique. Les connaissances s'appuient sur les acquis de physique et de mathématiques pour fournir les éléments d'analyse de base des effets physiques (électriques, mécaniques,...) et des processus de base (signal, information,...) qui président au fonctionnement des fonctions décrites en B, ou sont induits par le fonctionnement comme effets perturbateurs. L'élève doit en retenir la capacité à localiser les effets principaux et à en faire une estimation, ce qui l'amène à pouvoir comparer des solutions constructives sur des critères objectifs.

D - Représentation des produits pluritechniques

Ce chapitre précise les types de représentation utilisés pour définir les produits pluritechniques.

La schématisation permet de synthétiser un produit ou un élément de produit afin d'en simplifier l'appréhension en phase de conception ou en phase d'analyse.

La représentation géométrique du réel en 3D et 2D permet de décrire avec un maximum de précision les dispositions constructives d'un produit.

E - Étude de conception des produits pluritechniques

Une partie des activités du deuxième trimestre de la classe terminale est réservée à la réalisation d'une étude de conception pluritechnique qui exerce la créativité des élèves, met en œuvre et complète les savoirs et les savoir-faire induits et développe les capacités de réflexion autonome et de travail en groupe organisé des élèves.

Structurée en démarche de projet, cette activité s'apparente à la démarche d'ingénierie concourante pratiquée dans l'industrie. Elle peut débiter par la recherche d'une architecture et se finalise par la création/modification de solutions techniques. La réalisation effective d'une partie de cette étude est envisageable compte tenu des moyens présents dans le laboratoire.

3.3 Compétences terminales attendues

La colonne de gauche définit les compétences terminales attendues définissant le contrat d'évaluation pour chaque point des différentes parties du programme.

La colonne centrale présente les connaissances nécessaires à l'acquisition de ces compétences.

Enfin, le niveau de chaque compétence est précisé par le niveau taxonomique de la capacité et par les données de mise en œuvre (voir partie 4 "Mise en œuvre").

Cette liste de compétences terminales attendues ne préjuge en rien de la stratégie pédagogique adoptée par l'enseignant : ordre d'acquisition, redondance éventuelle dans l'acquisition (la maîtrise de certaines compétences peut résulter d'activités répétées sur des systèmes variés), démarches pédagogiques mises en œuvre pour les atteindre.

Ces documents sont au format PDF ([tab2.pdf](#) - 8 pages - 57 Ko)

Utilisez **ACROBAT READER 3.0**. (ou supérieur) gratuit et téléchargeable



Attention, il se peut que, sur certains écrans, les tableaux apparaissent de mauvaise qualité. Pour une lecture optimale, nous vous conseillons de les imprimer au format 100%.

4 - MISE EN ŒUVRE

4.1 Organisation de l'enseignement

L'enseignement de sciences de l'ingénieur comporte, en classe de première et en classe terminale, une moyenne de huit heures hebdomadaires. L'horaire se répartit en moyenne en deux heures de cours, quatre heures de travaux pratiques hebdomadaires avec deux heures réservées aux travaux personnels encadrés (TPE).

La logique interne des systèmes, tant du point de vue de leur conception que de leur utilisation, est unique. Cette réflexion conduit naturellement à concevoir un enseignement globalisé des sciences de l'ingénieur.

Les nouveaux programmes induisent une approche multidisciplinaire qui se rapproche en partie de la démarche industrielle de projet et d'ingénierie concourante. Dans cet esprit, une étroite coopération entre les enseignants de l'équipe pédagogique est souhaitable et fortement recommandée. Le travail d'équipe, tant des élèves que des enseignants nécessite une coordination par un responsable de suivi pédagogique.

Pour des raisons d'efficacité, il est souhaitable que les séances de travaux pratiques aient effectivement une durée de trois heures et soient suivies de séances de synthèse afin d'assurer l'ancrage, la structuration et la maîtrise des connaissances.

Du point de vue des méthodologies d'apprentissage, il est essentiel que chaque cycle de travaux pratiques se rapporte à un "centre d'intérêt" dominant qui est le fil rouge de l'activité de l'ensemble des élèves pour une période donnée. Ce centre d'intérêt pose clairement un problème technique à résoudre. Il est le point de départ des apprentissages et sera l'objet des évaluations en fin de cycle.

Les travaux personnels encadrés, organisés en équipe avec un professeur de mathématiques ou de sciences physiques ou un autre professeur enseignant dans la classe, sont l'occasion de mettre en œuvre la pluridisciplinarité, de faire le lien entre les concepts spécifiques aux différentes disciplines et ainsi d'enrichir mutuellement les diverses approches. Les TPE permettent, à partir de sujets choisis par l'équipe pédagogique, de conduire ou d'approfondir un projet puisant sa source dans le programme de la classe.

4.2 Équipement

Le programme ainsi défini demande la rédaction d'un guide d'équipement.

Il s'agit notamment de compléter l'équipement actuel centré sur l'analyse des systèmes pluritechniques, par des petites machines autorisant la mise en œuvre de quelques procédés génériques (prototypage rapide, mise en œuvre de petites machines outils modernes,....)

Par ailleurs l'introduction des TIC dans l'enseignement de sciences de l'ingénieur requiert des supports de travaux pratiques adaptés.

ANNEXE : SPÉCIFICATION DES NIVEAUX D'ACQUISITION

Cette définition du niveau de la description ou de l'analyse convient particulièrement bien à la technologie, du fait de son caractère systémique, de sa diversité pluridisciplinaire, de son évolution permanente. Elle permet en outre, pour l'analyse scientifique des comportements et la modélisation, de bien délimiter l'ampleur des développements théoriques souhaitables, et enfin de préciser le niveau de l'évaluation.

Chacun de ces niveaux cumule les compétences des précédents.

1 - Niveau d'information : "je sais de quoi je parle",

ce niveau correspond à l'appréhension de l'existence d'un sujet, avec une vue d'ensemble.

Capacité à : identifier - désigner, citer un élément ou un composant, une méthode ; évoquer un phénomène sans nécessairement le replacer dans son contexte (ce niveau ne conduit donc à rien s'il s'agit d'un concept scientifique).

2 - Niveau d'expression : "je sais en parler",

est un niveau de compréhension, il correspond à l'acquisition de moyens d'expression et de communication permettant à l'élève de définir et d'utiliser les termes de la discipline, et à exprimer son savoir.

Capacité à : décrire, expliquer, faire un schéma (l'élève a compris le principe et est capable de l'expliquer).

3 - Niveau de maîtrise d'outils : "je sais faire",

est un niveau d'application, il correspond à la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action. L'élève sait utiliser, manipuler des principes, des règles, en vue d'un résultat à atteindre.

Capacité à : maîtriser le savoir-faire associé au savoir (l'élève peut mettre en œuvre un modèle simple, représenter et simuler un fonctionnement, effectuer un dimensionnement, conduire une machine, réaliser une opération technique).

4 - Niveau de la maîtrise méthodologique : "je sais choisir",

est un niveau de savoir et d'autonomie, avec une capacité d'analyse, de synthèse et de transfert, il correspond à la maîtrise de résolution de problèmes.

Compte tenu d'un problème donné, capacité à : effectuer une analyse puis concevoir une démarche de résolution ; effectuer une synthèse guidée.