

**PROGRAMME
DE
TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE**

**CLASSES
DE PREMIERE ET TERMINALES SERIE S**

La technologie dans la voie scientifique

1 - La technologie

Parmi les définitions de la technologie, celle de "science de l'artificiel" présente l'avantage de la situer par rapport aux sciences de la nature, comme produit de l'activité humaine : science de la conception et de la construction des créations de l'homme pour lui-même, la technologie est donc au cœur de son histoire, de son pouvoir et de son devenir.

S'enrichissant des autres sciences, sciences de la nature, mais aussi sciences humaines et sciences économiques, dont elle exploite les savoirs et les méthodes, la technologie s'en distingue par sa finalité : concevoir et créer de nouveaux objets et systèmes artificiels au service de l'homme et de son environnement.

Spécificités de la technologie

La technologie peut être caractérisée à partir de plusieurs dimensions :

- Sa dimension **systemique**, c'est-à-dire l'obligation d'appréhender les systèmes techniques dans leur globalité en y intégrant de multiples classes de données (ou contraintes) ;
- Sa dimension **relative et temporelle** :
 - relative, par la dépendance de la solution au contexte impliquant pour chaque projet une optimisation multicritères et induisant une très grande diversité de solutions ;
 - temporelle, par son histoire, dans la continuité et la dépendance des progrès scientifiques et sociaux, caractérisée par l'émergence progressive de nouvelles solutions et l'obsolescence, parfois la disparition pure et simple de familles de solutions, et par son actualité, c'est-à-dire sa forte relation à la vie courante.
- Sa dimension **créative**, par la prise en compte permanente de nouvelles fonctions, de nouvelles formes, de nouveaux procédés de réalisation, de nouveaux matériaux, de nouveaux conditionnements, ...

Contenus de la technologie

La formation technologique permet l'acquisition de connaissances et de savoir-faire, mais aussi de "savoir-être" dont le caractère essentiel pour la réussite personnelle est aujourd'hui reconnu.

- Les connaissances sont de trois natures : des modèles et des savoirs, de type scientifique et technologique, mais aussi des connaissances de type méthodologique (ou procédurales) :
 - les modèles scientifiques (mécanique, électricité, automatique) permettent l'analyse et la synthèse de solutions technologiques réelles et constituent la formation de base indispensable pour permettre les évolutions et adaptations ultérieures ;
 - les modèles technologiques (construction mécanique, construction électrique, automatismes industriels) sont fortement liés à la finalité de la formation. Ils développent les cadres structurants de la formation actuelle et future (concepts de fonction, de qualité, de valeur...), s'appuient sur des supports techniques actuels, afin de favoriser le repérage par les élèves des solutions compétitives, et mettent l'accent sur les critères et les contraintes, déterminants de l'évolution ;
 - les méthodes et les outils sont retenus pour leur pertinence tant sur le plan pédagogique (efficacité, accessibilité) que sur le plan industriel (utilisation).
- Les savoir-faire concernent essentiellement les apprentissages de base à la démarche technologique, aux outils de schématisation et de représentation des solutions techniques et aux outils informatiques de traitement de l'information. Dans la formation technologique de la voie S, les outils informatiques sont des moyens d'atteindre les objectifs de formation et non des sujets de formation ; leur apprentissage vise, non leur maîtrise, mais à bien situer leur place (fonction, importance, limites) dans la démarche technologique.
- La technologie développe aussi, sinon surtout, 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 objets techniques de la vie quotidienne, à travailler en équipe. Cette fonction éducative est intrinsèque à ses contenus et ses méthodes.

2 - Finalités

L'orientation «technologie» dans la voie S est offerte à tout élève, qu'il ait ou non choisi l'option TSA en seconde. Pluridisciplinaire, systémique et pluri-industriel, l'enseignement de technologie des systèmes :

- Met en place les cadres conceptuels d'acquisition des connaissances technologiques tout en apportant les connaissances et savoir-faire minimaux pour rendre ces cadres intelligibles. Autrement dit, il associe à une culture scientifique de base une culture des modèles technologique et une culture des solutions industrielles, cultures s'enrichissant mutuellement au fil des années de formation.
- Donne un atout important pour la préparation de futures carrières de haut niveau : ingénieurs, chercheurs, enseignants.

- Fournit une aide méthodologique essentielle pour une meilleure appropriation des savoirs relatifs aux autres disciplines scientifiques (particulièrement la physique et les mathématiques). Ceci au moyen d'une approche différente mais complémentaire, privilégiant les démarches inductives et le passage par le concret¹.
- Donne aux futurs citoyens les moyens de s'interroger sur les produits de la technologie (les biens de consommation et les équipements industriels), sur les objectifs, la nature et les caractéristiques du système industriel qui les conçoit et les produit, sur les compétences requises pour les utiliser en toute lucidité.

La technologie des systèmes s'articule avec les enseignements de sciences expérimentales dont elle exploite les savoirs et les méthodes analytiques pour modéliser le réel et interpréter les résultats de calculs, de simulations ou d'expérimentations.

3 Objectifs généraux de la technologie des systèmes de la voie S

En faisant le choix de la technologie dans la voie S, les élèves concernés recevront une formation aux finalités scientifiques et technologiques nettement marquées, qui vise en priorité les capacités et savoirs suivants :

- Etre capable d'aborder globalement des objets pluritechnologiques.
- Acquérir les cadres conceptuels et posséder des connaissances et savoir-faire significatifs en mécanique et électricité-électronique, en automatismes, en constructions mécanique et électrique.
- Posséder le goût de la production des objets techniques.

En conséquence, la technologie des systèmes de la voie S :

- privilégie l'acquisition des comportements inducteurs des attitudes futures, particulièrement deux des attitudes essentielles de l'ingénieur que sont la relation à la production et la relation modèle-réel (aller et retour permanent) ;
- développe ces comportements en associant étroitement et progressivement une culture des modèles avec une culture des solutions technologiques du moment ;
- est construite temporellement à partir des apprentissages les plus longs et vise la maîtrise progressive de la complexité, c'est-à-dire vise le long terme, plutôt que l'efficacité immédiate.

Il n'est pas envisageable, ni souhaitable, d'aborder toutes les techniques. Cependant, dans l'environnement technologique, la mécanique, l'automatique et l'informatique industrielle, l'électrotechnique et l'électronique, jouent un rôle privilégié. La restriction à ces domaines doit permettre un certain approfondissement sans perdre le caractère généraliste d'un bachelier de la voie S. La technologie s'appuie donc sur un certain nombre de cadres conceptuels structurant fortement la relation modèle-réel et la connaissance des solutions industrielles.

Pour donner une grande cohérence à cet enseignement, un thème fédérateur a été choisi : les systèmes automatisés. Ce thème offre un double intérêt : montrer aux élèves des supports actuels, caractéristiques des technologies modernes, et montrer l'imbrication entre les différentes disciplines et techniques, notamment entre le génie mécanique et le génie électrique. Trois classes de systèmes sont abordés :

- Les systèmes automatisés à l'usage du «grand public».
- Les systèmes de production des pièces et ensembles mécaniques et les produits qu'ils réalisent.
- Les systèmes automatisés industriels.

Capacités

Le titulaire du baccalauréat S doit être capable :

- D'analyser le fonctionnement d'un système pluritechnique ;
- D'en comprendre l'organisation fonctionnelle et structurelle et les relations entre sa partie opérative et sa partie commande ;
- D'en analyser la partie commande, d'identifier les fonctions de traitement de l'information ;
- De justifier et/ou de concevoir l'organisation des constituants de la partie opérative ;
- De participer, avec un niveau de technicien généraliste, à tout ou partie des différentes phases de création et d'utilisation d'un système, sous-système ou constituant.

Activités

Les activités proposées aux élèves reposent essentiellement sur :

- L'étude globale des systèmes automatisés.
- L'analyse fonctionnelle et structurelle des parties opératives.
- L'analyse fonctionnelle et, quelquefois, structurelle des parties commandes.

¹ Cet apport méthodologique est aujourd'hui reconnu et affirmé par les grandes écoles d'ingénieurs et les industriels qui reconnaissent combien une formation technologique initiale (obtenue par un baccalauréat E ou F) s'avère précieuse en fin de cycle d'ingénieur et lors de l'entrée dans la vie professionnelle.

Compétences terminales

Les compétences terminales précisent ce qui sera attendu du candidat lors du baccalauréat. Les niveaux d'acquisition relatifs aux compétences terminales sont décrits dans le document d'accompagnement de ce programme.

4 - Organisation de l'enseignement

La technologie des systèmes comporte, en classe de première et en classe de terminale, une moyenne de 8 heures hebdomadaires pour 32 semaines. L'horaire se répartit en moyenne en deux heures de cours et 6 heures de travaux pratiques hebdomadaires. Ces T.P. pouvant être des travaux pratiques de laboratoire comme des activités pédagogiques variées (visites d'usines, études de documents, ...)

Pour des raisons d'efficacité, il est indispensable que les séances de travaux pratiques aient une durée de 3 heures.

5 - Programme

5-1 PRESENTATION

L'enseignement de technologie porte sur l'étude des systèmes techniques industriels. Il comprend un enseignement de génie mécanique et un enseignement de génie automatique et de génie électrique. L'approche systémique sera la base des enseignements disciplinaires qui approfondiront, chacun en ce qui le concerne, les méthodes d'analyse et les solutions techniques propres aux parties opératives et aux parties commandes.

L'enseignement est caractérisé par une approche globale et concrète fondée sur l'observation et l'expérimentation des systèmes. Le système automatisé sera appréhendé selon deux approches complémentaires : l'approche fonctionnelle et l'approche matérielle.

La progression individualisée sera privilégiée dans les activités de travaux pratiques de laboratoire qui alterneront avec les cours en classe complète. L'enseignement est essentiellement expérimental ; les cours théoriques ont pour objet, soit d'élaborer des synthèses structurant les connaissances abordées en travaux pratiques, soit de présenter les connaissances et concepts de base préalablement à des travaux pratiques.

L'enseignement de génie mécanique porte essentiellement sur l'étude des parties mécaniques de systèmes automatisés pluritechniques et pluritechnologiques, sur l'étude des produits, ainsi que sur les procédés d'élaboration des pièces mécaniques. Il s'intéresse essentiellement à trois phases privilégiées du cycle de vie d'un projet industriel : la spécification et l'étude des ensembles techniques (le système, ses sous-ensembles et ses principaux constituants mécaniques), la définition des éléments et l'industrialisation des produits, phases auxquelles sont associés les chapitres A à C du programme.

L'enseignement de génie automatique et de génie électrique porte sur l'étude des parties commandes dans les systèmes automatisés : fonctions de traitement de l'information, de communications, et de gestion de l'énergie électrique. Il est articulé autour de deux pôles d'intérêt complémentaires : informatique industrielle appliquée aux systèmes automatisés, d'une part (chapitre D), et électronique industrielle et électrotechnique d'autre part (chapitre E).

5-2 ARCHITECTURE DU PROGRAMME

L'architecture retenue est celle de la version originale de 1989, à l'exception de quelques sous-chapitres supprimés (l'ancien § A5, redondant avec E22 ; C3). De nombreuses modifications et suppressions de contenus ont néanmoins été apportées. Les justifications et commentaires relatifs aux choix effectués sont donnés en annexe.

A - Etude des ensembles techniques

Il s'agit de présenter, sous forme concrète, des solutions industrielles achevées permettant de mettre en évidence l'agencement logique des fonctions, dans un esprit de décloisonnement des enseignements composant la technologie industrielle. Cette activité conduit à exposer les hypothèses et les choix retenus en liaison avec les impératifs du cahier des charges du système ou du produit, à appréhender progressivement les différentes fonctions qui constituent un système, avant de leur associer une solution technique. Elle conduit aussi à étudier le comportement des constituants d'un système industriel, compte tenu du rôle qui leur est assigné : transmission de mouvement, d'efforts, ...

La maîtrise des langages spécifiques est indispensable pour assurer les échanges constants entre l'acquisition des connaissances et leur traduction en action. Les aspects qualité et valeur sont abordés aux différents stades de l'analyse, en liaison avec le cahier des charges.

A1 - Enoncé du besoin. Analyse fonctionnelle.

A2 - Spécification du produit : avant-projet

A3 - Définition graphique du projet.

- A4 - Calculs des grandeurs physiques liées à la partie mécanique.
- A5 - Qualité des produits.
- A6 - Valeur et coût d'une fonction.

B - Définition des éléments

L'objectif est de mettre en œuvre les règles élémentaires de construction des parties mécaniques de systèmes. Pour cela seront abordés les règles, les méthodes et les concepts fondamentaux associés à la conception, à la définition et à l'industrialisation des ensembles mécaniques et des produits, la connaissance des procédés de fabrication, en vue d'une industrialisation des produits, ainsi que les méthodes de construction qui découlent de l'exploitation des logiciels de dessin et de calcul assistés par ordinateur.

- B1 - Analyse fonctionnelle
- B2 - Procédés d'élaboration des pièces mécaniques.
- B3 - Définition d'une pièce : projet de dessin de définition de produit.

C - Industrialisation des produits.

Cet enseignement illustre l'importance des décisions prises dans les phases de spécification et de conception sur les coûts et la compétitivité des produits. En outre, des études liées à «l'organisation des systèmes de production» permettent de mettre en évidence l'influence qu'exercent, les unes sur les autres, les décisions prises aux différents niveaux d'intervention, dans l'esprit de la productique.

- C1 - Compétitivité des produits.
- C2 - L'industrialisation des produits : la démarche productique

D - Informatique industrielle appliquée aux systèmes automatisés.

Cette partie concerne les aspects fonctionnel et structurel du traitement de l'information dans le domaine de la commande des parties opératives des systèmes automatisés et dans les tâches de conception et d'organisation des parties commandées.

- D1 - Etude fonctionnelle des systèmes de traitement de l'information.
- D2 - Structure matérielle des systèmes de traitement de l'information.
- D3 - Représentation et traitement des données.
- D4 - Structure logicielle des systèmes de traitement de l'information.
- D5 - Notions sur les asservissements
- D6 - Automatismes industriels.

E - Electrotechnique et électronique industrielle.

Elle permet l'étude des fonctions utilisées dans le traitement de l'information et des contraintes techniques de leur mise en œuvre. Elle concerne aussi l'étude de la gestion de l'énergie électrique au sein des systèmes automatisés. Les fonctions de technologie électronique y sont en permanence associées pour apporter des solutions. A cette occasion seront mises en œuvre des méthodes d'analyse fonctionnelle et, dans certains cas, structurelle, et des techniques de mesure. Les composants électroniques et électrotechniques seront traités du point de vue fonctionnel, en définissant :

- la nature de la matière d'œuvre sur laquelle chacun agit ;
- la nature et les caractéristiques temporelles des échanges ;
- les données de contrôle fixant leur mode d'action ;
- les contraintes imposées par les autres éléments du système.

Seules les structures minimales réalisant les fonctions de base les plus courantes seront étudiées dans leurs réalisations les plus récentes. Si elles ne sont pas indispensables à la mise en œuvre et au bon usage du composant, les descriptions des procédés techniques d'obtention seront impérativement écartées.

Une liaison étroite avec le cours de sciences physiques permettra la cohérence des enseignements et évitera la redondance au niveau de certains concepts. Ainsi la dimension technologique de l'électronique sera appréhendée avec une plus grande efficacité.

- E1 - Représentation conventionnelle des systèmes électriques et électroniques.
- E2 - Conversion de grandeurs physiques en grandeurs électriques.
- E3 - Traitement des signaux.
- E4 - Conversion de données.
- E5 - Distribution et conversion d'énergie électrique.

5-3 COMPETENCES TERMINALES ATTENDUES

La colonne de droite précise les compétences terminales attendues définissant le contrat d'évaluation pour chaque point des différentes parties du programme. Le niveau de chaque compétence est précisé par le niveau taxonomique de la capacité et par les données de mise en œuvre. Cette liste de compétences terminales attendues ne préjuge en rien, ni de l'ordre d'acquisition privilégié par l'enseignant, ni de la progressivité et de la redondance éventuelle dans l'acquisition (certaines compétences peuvent résulter d'activités réitérées sur des systèmes variés), ni des démarches pédagogiques mises en œuvre pour les atteindre.

Les horaires proposés et la répartition entre classe de première et classe de terminale sont donnés à titre indicatif (dans la colonne de gauche un point précise pour chaque paragraphe si celui-ci est abordé en première ou en terminale).

Ces horaires situent l'importance relative des différentes parties du programme sans imposer aucune chronologie. Les heures d'enseignement correspondent à 32 heures annuelles et n'incluent pas les durées destinées à l'évaluation.

L'horaire consacré aux travaux pratiques en regard des différentes parties du programme n'exprime pas la mise en œuvre d'un nombre précis de séquences (calculé par division de l'horaire par 3, durée moyenne d'une séquence) mais propose un volume horaire à consacrer à cette partie du programme sur tout ou partie des séquences annuelles. A titre d'exemple, les 24 h de TP proposées pour le paragraphe B3 en classe de première, ne correspondent pas nécessairement à la mise en place de 8 séances effectives de 3 heures, mais peuvent être réparties sur une douzaine de séances (le contenu disciplinaire associé à B3 représentant alors environ les 2/3 du contenu pour chaque séquence). Chaque séquence de travaux pratiques doit viser un objectif principal relatif à la partie concernée mais peut recouvrir d'autres thèmes qui, sans être forcément évalués, pourront constituer néanmoins soit un fil conducteur de la formation (concepts de fonction, de qualité, de valeur, ...), soit un renforcement de connaissances ou de savoir-faire.

5-4 CONTENUS ET COMPETENCES

Nota : Pour ce qui est des renvois figurant à côté de certains contenus du programme, se reporter en annexe à la partie "Commentaires relatifs aux chapitres A,B et C" (justifications des évolutions de programme).

A - Etude des ensembles techniques (1)

Programme		Compétences terminales attendues
1	T A1 - Enoncé du besoin. Analyse fonctionnelle (2) (1ère : 2 h cours, 10 h TP ; Terminale : 2 h cours, 9 h TP)	
• •	A11 - Enoncé fonctionnel du besoin (NFX50-151)(3) <ul style="list-style-type: none">• Le cahier des charges fonctionnel (CdCF).• Le produit et son marché.• Le contexte du projet, les objectifs (4).	Un système industriel existant étant introduit par un cahier des charges fonctionnel, un dossier technique, ... : — expliciter tout ou partie des spécifications du cahier des charges fonctionnel. Une description fonctionnelle des relations entre un produit ou un système et son environnement étant fournie (graphe, liste de fonctions, cahier des charges fonctionnel) : — identifier les fonctions de service et les fonctions techniques.
• •	A12 - Description fonctionnelle (produit ou système) <ul style="list-style-type: none">• Enoncé du besoin (fonction, matière d'œuvre, valeur ajoutée).• Environnement (frontière de l'étude, relations avec l'extérieur).• Fonctions (fonctions de service, fonctions techniques)(5).• Contraintes (économiques, technologiques)(6). <p><i>* Cette partie du programme sera limitée à une information générale, illustrée d'exemples industriels. Les supports de travaux pratiques seront systématiquement présentés (succinctement) dans cet esprit.</i></p>	
• •	A13 - Décomposition fonctionnelle (7) <ul style="list-style-type: none">• Méthode d'analyse fonctionnelle et modèle(s) associé(s).• Identification des données d'entrée, de sortie et de contrôle des blocs fonctionnels.• Identification des grandeurs qui caractérisent ces données(8). <p><i>* Cette partie du programme s'appuie sur l'analyse descendante. Elle sera limitée au strict nécessaire pour appréhender le système ou le produit, en phase d'analyse. Elle ne fera pas l'objet de développement conceptuel.</i></p>	
	A2 - Spécification du produit : avant projet (1ère : 4 h cours, 16 h TP ; Terminale : 6 h cours, 18 h TP)	
• •	A21 - Définitions préliminaires <ul style="list-style-type: none">• Schématisation : Mode de représentation et d'élaboration de schémas : mécaniques, pneumatiques (9). <p><i>* Il s'agit, à partir de l'étude de schémas normalisés, de repérer les modes de représentation et les symboles spécifiques aux différents domaines (utilisation de bibliothèques).</i></p>	Un schéma mécanique ou pneumatique de tout ou partie d'un système étant donné, les règles de représentation étant disponibles : — identifier les constituants représentés et caractériser leurs relations (liaisons, circuits), — expliquer le fonctionnement de l'ensemble correspondant au schéma, — insérer éventuellement sur le schéma un constituant complémentaire défini.

Avant projet : recherche de solutions constructives, règles d'élaboration des ensembles mécaniques (10).

Construction par agencement de modules fonctionnels, choix de modules fonctionnels, utilisation de documentations.

* L'élaboration d'avant-projets sera mise en application dans les différents travaux pratiques (11). La compétitivité des produits sera un centre d'intérêt permanent (12).

A22 - Etudes technologiques

Etude des liaisons mécaniques :

Modélisation des actions mécaniques transmissibles par une liaison parfaite (efforts transmissibles, mobilités, solutions constructives usuelles) (13).

Graphe de liaisons (14).

Etude des fonctions techniques élémentaires.

Guidages par glissement et par roulement, lubrification (15), étanchéité.

Transformation de l'énergie : actionneurs (vérins, moteurs) (16).

Transmission de puissance :

Sans transformation de mouvement (réducteur, accouplement, boîte de vitesse) (17);

Avec transformation de mouvement (vis-écrou, bielle-manivelle, cames) (17).

Cette partie du programme sera limitée à la présentation de composants et constituants standard traités du point de vue fonctionnel. Elle se limite à dégager les critères de choix et les conditions de mise en œuvre des composants et constituants mécaniques sans entrer dans le détail des solutions techniques. Les travaux pratiques mettront en évidence l'intérêt de l'outil informatique dans l'aide au choix, ou à la décision, ainsi que les possibilités offertes par l'utilisation de documentations industrielles, de bases de données et de bibliothèques.

A3 - Définition graphique du projet

(1ère : 6 h TP ; Terminale : 2 h cours, 12 h TP)

Dessins d'ensembles

Représentation des ensembles mécaniques, utilisation d'un logiciel de D.A.O.

Utilisation d'éléments stockés en bibliothèque :

Eléments standard, familles de pièces et produits,

Solutions techniques réalisant des blocs fonctionnels.

Nomenclatures : repère, désignation, référence (à la norme ou à un fournisseur) (18).

* Il est important de veiller à ce que, en aucun cas, l'apprentissage à l'utilisation du logiciel se substitue à l'objectif de construction et de représentation de l'ensemble mécanique. Le choix du moyen devra en conséquence être adapté à l'objectif spécifique de chaque séquence pédagogique. (19)

A partir d'un cahier des charges fonctionnel de modification de produit, un ensemble de solutions ou de modules fonctionnels possibles étant fournis, les critères de choix précisés :

— choisir une solution ou un module,
— construire et représenter un agencement des modules fonctionnels respectant le CdCF.

A partir d'un mécanisme ou d'un système réel, ou d'un dessin d'ensemble, pour une chaîne fonctionnelle définie :

— analyser les solutions constructives,
— identifier et modéliser les liaisons,
— construire le schéma cinématique et/ou le graphe des liaisons.

Un dossier technique de produit étant donné, une modification du produit relative à une fonction technique élémentaire étant définie par un cahier des charges partiel, des solutions techniques existantes et des documentations techniques étant fournies :

— effectuer une analyse critique des solutions existantes en regard du cahier des charges,
— proposer une solution constructive (croquis) ; préciser les éléments retenus.

Un dossier technique de produit étant donné, une modification du produit relative à une fonction technique ou un constituant étant définie par un cahier des charges partiel et un principe de solution, un logiciel de D.A.O et les bibliothèques nécessaires étant fournis :

— choisir les éléments standard et représenter la solution constructive,
— établir tout ou partie de la nomenclature.

1 T **A4 - Calculs des grandeurs physiques liées à la partie mécanique**
(1ère : 10 h cours, 12 h TP ; Terminale : 10 h cours, 12 TP)

• • **A41 - Statique du solide**

- Principe fondamental appliqué à un solide.
- Résolution analytique, notamment à l'aide de logiciels de calcul.
- Influence du frottement dans une liaison sur l'action mécanique transmissible (20).
- Application aux ensembles mécaniques étudiés en TP.
- Application à l'identification des contraintes dans une section droite d'une coupure d'une poutre soumise à une sollicitation simple (traction, compression, torsion, flexion) (21).

* L'influence du frottement sera abordée de manière qualitative (22).

• • **A42 - Cinématique du solide**

- Définition cinématique des liaisons élémentaires.
- Les chaînes de solides :
Schématisation et définition des mouvements relatifs.
Représentation de chaînes cinématiques (graphe des liaisons).
Trajectoires et déplacements.
- Cinématique plane :
Champs des vecteurs vitesses des points d'un solide,
composition des mouvements plans.

* Application aux liaisons mécaniques et mécanismes étudiés en travaux pratiques. L'exploitation de logiciels de calcul et de simulation facilite la compréhension du comportement cinématique des mécanismes.

* Ce chapitre A4 (26) est développé à partir d'exemples, d'études de cas et de travaux pratiques, et s'appuie sur les connaissances du cours de physique (tant en statique qu'en cinématique) (27).

• **A5 - Qualité des produits (28) (29)**

(Terminale : 2 h cours, 3 h* de TP)

- Composantes de la qualité :
 - qualités techniques : fonctionnalité, performances, fiabilité, sécurité, maintenabilité.
 - qualités économiques : coûts d'achat, ... d'utilisation, de maintenance.
 - qualités opérationnelles : disponibilité, service après vente.
- Coût de la non-qualité (30).

* Ce chapitre sera développé à partir d'exemples puisés dans les entreprises performantes. Il peut être illustré par des documents vidéo, des conférences, etc... Il sera appréhendé à partir d'études de cas conduites en travaux pratiques (les heures de "TP" sont ici réparties sur l'ensemble des TP).

• • **A6- Valeur et coût d'une fonction (31)**

(1ère : 1 h cours, 1 h* de TP ; Terminale : 1 h cours, 3 h TP)

* Cette partie du programme est traitée à l'aide d'exemple(s) industriel(s), en liaison avec d'autres parties du programme. En première, les TP comporteront des évaluations de coût. En terminale, un TP spécifique sera dédié à ce chapitre.

Un dossier technique de produit, de mécanisme ou de système étant fourni (comportant notamment un dessin d'ensemble, un schéma cinématique et/ou technologique, éventuellement un dessin de définition), un besoin de vérification d'une performance ou d'une caractéristique étant énoncé, les données et procédures spécifiques de calcul (éventuellement logicielles) nécessaires étant fournies :

- analyser la solution et le besoin de vérification pour isoler la partie concernée et formuler les éventuelles hypothèses simplificatrices,
- proposer et justifier une modélisation adaptée,
- établir tout ou partie de la note de calculs, une partie de la procédure étant éventuellement assistée par ordinateur,
- interpréter et/ou exploiter les résultats des calculs (par exemple pour : valider ou non les hypothèses ou la modélisation adoptée, contrôler la performance attendue, choisir un composant, proposer une modification de la solution, ...).

(compétence commune pour A41 à A42)

Un dossier technique de produit, de système ou de processus industriel existant étant donné :

- identifier les différentes composantes de la qualité de l'entité.

Plusieurs solutions constructives relatives à une même fonction ou un même besoin étant fournies, un critère de qualité étant énoncé : comparer ces solutions.

Une (ou plusieurs) solution technique relative à une fonction élémentaire étant donnée, le coût de chaque composant précisé :

- évaluer le coût de la fonction ainsi que sa pondération vis-à-vis du coût de la solution.

B - Définition des éléments

1 T **B1 - Analyse fonctionnelle (32)**
(1ère : 4 h cours, 9 h de TP ; Terminale : 2 h cours, 9 h TP)

- • **B11 - Schématisation des fonctions mécaniques**
 - Schéma cinématique.
 - Schéma technologique.

* Il s'agit d'utiliser les connaissances des chapitres A21 et A22 pour élaborer un schéma à partir d'un dessin d'ensemble.

- • **B12 - Surfaces fonctionnelles d'une pièce**
 - Fonctions auxquelles participe une pièce.
 - Surfaces qui participent à ces fonctions. Caractérisation géométrique.

B2 - Procédés d'élaboration des pièces mécaniques
(1ère : 6 h cours, 18 h de TP ; Terminale : 2 h cours, 9 h TP)

- • **B21 - Procédés de mise en forme, matériaux**

associés

- Moulage des pièces métalliques et non métalliques (33).
- Formage des pièces métalliques.
- Usinage des matériaux métalliques (34).
- Assemblages par soudage et collage.

* Cette partie du programme sera limitée au principe et au domaine d'application de chaque procédé en fonction de critères économiques. La présentation d'exemples industriels et des études de cas conduites en travaux pratiques complèteront la présentation théorique limitée à l'essentiel.

Il est à noter que, bien qu'aucun savoir-faire de réalisateur ne soit visé, la connaissance des procédés reste un objectif incontournable pour sauvegarder l'esprit de ce programme (35). La présentation des procédés devra en conséquence comprendre l'accès de chaque élève à une vidéothèque (CDI, prêts personnels) et être complétée de visites d'établissements industriels (36).

- • **B22 - Règles de conception et de tracé des pièces en fonction des différents procédés (étude analytique et expérimentale de la relation produit/procédé).**
* Cette étude sera limitée à la présentation de quelques pièces simples illustrant les principaux procédés.

B3 - Définition d'une pièce : projet de dessin de définition de produit (37)
(1ère : 4 h cours, 24 h de TP ; Terminale : 4 h cours, 18 h TP)

- • **B31 - Règles et méthodes d'élaboration des dessins de définition.**
- • **B32 - Cotation fonctionnelle (38)**
 - Spécifications dimensionnelles.
 - Spécifications géométriques intrinsèques (planéité, cylindricité).
 - Spécifications géométriques relatives (parallélisme, perpendicularité, coaxialité)
- • **B33 - Utilisation d'un logiciel de D.A.O (39)**
 - Construction de la géométrie d'une pièce.
 - Cotation.

* Cette compétence en D.A.O. sera limitée à extraire la géométrie d'une pièce simple à partir d'un dessin de projet en bibliothèque, puis à la compléter, la modifier éventuellement et à l'habiller de quelques spécifications parfaitement identifiées

A partir d'un dessin d'ensemble de produit ou de système, une fonction technique étant isolée :

- analyser la solution constructive et établir le schéma technologique minimal,
 - lui associer un schéma cinématique justifié.
- (Voir aussi compétence associée à A22.)

A partir d'un dessin d'ensemble de produit ou de système existant, de tout ou partie du CdCF, une pièce étant isolée :

- définir ses fonctions,
- caractériser géométriquement les surfaces associées aux liaisons.

A partir d'un dessin d'ensemble de produit, une pièce, relative à fonction technique spécifiée par un CdCF partiel, étant isolée :

- identifier le procédé d'élaboration et/ou d'assemblage,
- citer quelques éléments de justification du procédé.

Deux produits concurrents étant définis par leur dessin d'ensemble et leur CdCF :

- comparer et justifier les procédés d'obtention de deux pièces homologues.

A partir de tout ou partie d'un dessin d'ensemble, des éléments requis du CdCF, de tout ou partie de la nomenclature, de toutes les informations spécifiques indispensables (relatives aux fonctions à satisfaire, au procédé, aux spécifications fonctionnelles...), une pièce de complexité limitée étant choisie, un ensemble de vues, coupes ou sections imposées, un logiciel de DAO éventuellement donné :

- établir le dessin de définition de produit,
- dimensionner une surface fonctionnelle relative à une fonction spécifiée,
- effectuer, éventuellement à main levée, un croquis en perspective d'une partie de la pièce.

Un dessin de définition étant fourni :

- interpréter une spécification géométrique (parmi celles citées dans le programme)

C - Industrialisation des produits (40)

1 T (1ère : 1 h cours ; Terminale : 1 h cours, 3 h(40) de TP)

C1 - Compétitivité des produits

• • Les conditions de la compétitivité

- La qualité, les coûts, la disponibilité et l'innovation des produits.
- La satisfaction rapide de la demande : flexibilité.

* Les notions contenues dans ce chapitre C1 sont nécessaires afin d'exercer une réflexion critique sur les solutions techniques actuelles et de comprendre les conditions dans lesquelles elles évoluent. Elles peuvent être développées au travers de visites d'entreprises, de conférences, de films, d'études d'articles, et illustrées par une étude de cas en travaux pratiques (réparties à l'occasion de plusieurs études de systèmes).

• • C2 - L'industrialisation des produits : la démarche productive

* On montrera, à partir d'études de cas industriels, tout l'intérêt d'une approche globale s'appuyant sur la «démarche productive», qui consiste à adapter le produit au procédé, le procédé au processus, avec des aménagements successifs visant à l'optimisation des uns par rapport aux autres, afin de conférer une plus grande compétitivité au produit, et à le faire évoluer.

** Aucune connaissance ou compétence spécifique n'est requise pour ce chapitre. Il s'agit plutôt d'un état d'esprit et de perspectives que les enseignants doivent introduire à l'occasion de chaque activité. Les capacités à définir et choisir les matériaux et les procédés ne peuvent être requises en l'absence de connaissances exigibles sur ces aspects. Ceci n'exclue aucunement que l'enseignant justifie chaque choix technologique.

D - Informatique industrielle appliquée aux systèmes automatisés

D1 - Etude fonctionnelle des systèmes de traitement de l'Information (1ère : 1 h cours)

• D11 - Les matières d'œuvre

- Données d'entrée, de sortie, intermédiaires.
- Traitement des informations : commandes, instructions, programme.

• D12 - Les fonctions :

- Acquisition des données : interfaçages d'entrée de données.
- Mémorisation des informations : mémoire données, mémoire programme.
- Traitement des données.
- Dialogue et communication : interfaçages de sortie de données, de dialogue (avec l'opérateur, avec d'autres systèmes) ; réseaux (définition et notions succinctes de structures, de modes de transmission).

— Utiliser le vocabulaire

Le cours se limitera à l'acquisition du vocabulaire et à la définition des fonctions. Ces définitions seront introduites au fur et à mesure des besoins.

1 T D2 - Structure matérielle des systèmes de traitement de l'Information
(1ère : 3 h cours, 6 h TP ; Terminale : 3 h cours, 6 h TP)

- . . **D21 - Unité centrale (processeur) :**
 - . Unité arithmétique et logique, registres internes.
 - . Unité de contrôle (séquenceur).
- . . **D22 - Mémoires**
 - . RAM, ROM, EPROM.
- . . **D23 - Interfaçage**
 - . Interfaçages d'entrées/sorties ; séries, parallèles.
- . . **D24 - Liaisons**
 - . Bus de données, bus d'adresses, bus de contrôle.
- . . **D25 - Périphériques :**
 - . Interfaces homme-machine : clavier, écran, souris.
 - . Mémoires de masse : disque souple, disque dur, bande magnétique...
 - . Liaisons : transmetteurs, modem.
 - . Imprimantes, traceurs.

- Analyser l'organisation fonctionnelle du système de traitement de l'information.
- Identifier les structures matérielles qui les réalisent.
- Préciser leur(s) fonction(s) d'usage.

** On se limitera à préciser la destination et la nature des informations traitées par les différentes structures sans entrer dans les détails technologiques. Il s'agit d'une étude purement fonctionnelle.*

D3 - Représentation et traitement des données
(1ère : 5 h cours, 6 h TP ; Terminale : 2 h cours, 3 h TP)

- . **D31 - Signaux**
 - . Signaux analogiques (définition, valeur moyenne, valeur efficace, valeur de crête).
 - . Signaux binaires.
- . **D32 - Représentation binaire des Informations :**
 - . Notions d'algèbre de Boole.
 - . Représentation des fonctions logiques : expressions algébriques, tables de vérité, logigrammes, chronogrammes.
 - . Représentations en binaire pur et en hexadécimal.
 - . Codes alphanumériques (ASCII)
- . **D33 - Opérations élémentaires entre registres :**
 - . Décalages, rotations, incrémentation, décrémentation d'un registre.
 - . Notion de transfert entre registres.
 - . Addition, soustraction, comparaison de deux registres.
- . **D34 - Stockage des informations binaires :**
 - . Fonction mémoire, adressage.

- Savoir présenter et utiliser les différentes fonctions logiques élémentaires.
- Savoir choisir la bonne description : table de vérité, chronogramme...

** Le paragraphe D32 sera limité aux principes du codage, sans s'attarder sur les opérations de transcodage autrement que pour les besoins de certains travaux pratiques. Le paragraphe D33 sera limité aux principes de ces opérations, qui seront illustrées en partie dans les travaux pratiques qui le nécessiteront. Cependant la manipulation des signaux binaires ne devra pas se limiter aux opérations arithmétiques.*

D4 - Structure logicielle des systèmes de traitement de l'Information
(1ère : 4 h cours, 12 h TP ; Terminale : 5 h cours, 12 h TP)

- . **D41 - Les instructions :**
 - . Structure générale d'une instruction : opération, opérande(s), commentaires éventuels.

- Analyser et interpréter un programme simple, associé à son algorithme ou à son organigramme.

- 1 T . Modes d'adressage :
- instructions avec référence mémoire : adressage étendu (absolu), adressage relatif ;
 - instructions sans référence mémoire : adressage immédiat, adressage implicite, opérations sur registres.
 - . Instructions de contrôle : test, saut, branchement.

D42 - Les langages :

- . Les niveaux de langages : machine, utilisateur.

D5 - Notions sur les asservissements

(Terminale : 9 h TP)

D51 - Systèmes asservis:

- . Schéma fonctionnel de principe : chaîne directe, chaîne de retour, grandeurs d'entrée et de sortie.
- . Notions succinctes sur la stabilité et la précision.
- . Fonction des correcteurs (P.I.D.).

- Décrire l'organisation fonctionnelle du système.
- Identifier les fonctions de rétroaction.
- Régler qualitativement le gain d'un système didactisé pour obtenir une spécification définie (temps de réponse, non dépassement, ...).

D52 - Exemples d'application

- . Analyse fonctionnelle d'un système asservi en position.
 - . Analyse fonctionnelle d'un système de régulation.
- L'approche du comportement des systèmes asservis se fera de façon purement expérimentale

D6 - Automatismes Industriels

(1ère : 3 h cours, 24 h TP ; Terminale : 6 h cours, 18 h TP)

D61 - Outil de spécification des automatismes industriels :

- . GRAFCET : règles de construction et d'évolution, étapes, transitions, choix de séquences (structure en OU), séquences parallèles, macro-étape, représentation multi-graphes, hiérarchie entre graphes.

- Analyser et interpréter un Grafcet. (règles 4, 5 et hiérarchie incluses).
- Construire tout ou partie d'un Grafcet à partir d'un cahier des charges spécifié (limitation aux structures de base, règles 4 et 5 et forçage exclus).

D62 - Etats de fonctionnement d'un système

automatisé : modes de marche et d'arrêt *
Applications à la structuration de la Partie commande. Représentation par Grafcet.

- Interpréter l'enchaînement des états de fonctionnement d'un système automatisé, à partir de son l'observation ou d'une description littéraire ou graphique.
- Représenter par Grafcet un enchaînement d'états relatifs à un mode de marche ou d'arrêt.

* L'étude des modes de marche et d'arrêt ne fait pas obligatoirement référence au GEMMA.

D63 - Mise en œuvre d'un automate programmable.

- . Mise au point des programmes (aspects méthodo-logiques et technologiques), outils informatisés d'aide à la programmation et à la mise au point (en TP).

- Implanter et mettre en œuvre sur un automate programmable industriel un Grafcet simple, la partie opérative et la partie commande étant déjà raccordées.

D64 - Synthèse des fonctionnalités d'un système automatisé.

- . Conformité des fonctionnalités du système au cahier des charges fonctionnel (notion de recette).
- . Description de l'agencement (organisation, liaisons, répartition matériel-logiciel,...) des différentes structures qui participent à l'une des fonctions principales d'un système automatisé.

A partir d'un système en fonctionnement:
— Evaluer la conformité d'un système à une spécification du cahier des charges (limitation à une fonction et quelques caractéristiques, les critères étant fournis).

* L'accent sera mis sur la coopération de structures mixtes matériel-logiciel, de technologies différentes (mécaniques, pneumatiques, électrotechniques, électroniques...) et éventuellement de techniques différentes (câblé, programmé).

A partir de tout ou partie d'un système automatisé en fonctionnement et/ou de documents de description :

- identifier et isoler les structures qui participent à la réalisation d'une fonction et mettre en évidence leurs interrelations.

E - Electrotechnique et électronique industrielle

1 T E1 - Représentation conventionnelle des systèmes électriques et électroniques (1ère : 4 h cours, 9 h TP ; Terminale : 9 h TP)

- • **Représentation par schémas fonctionnels et structurels**
Règles de représentation symbolique.

* Les connaissances associées à ce paragraphe seront abordées par la lecture et la réalisation des schémas nécessaires à l'étude des autres chapitres du programme. On utilisera largement les outils informatiques.

- Identifier les structures (associations de composants) réalisant les fonctions représentées dans un schéma fonctionnel.
- Interpréter un schéma structurel.
- Produire une modification partielle du schéma structurel répondant à une évolution.

E2 - Conversions des grandeurs physiques en grandeurs électriques (1ère : 2 h cours, 6 h TP ; Terminale : 3 h TP)

- • **E21 - Etude fonctionnelle générale des capteurs :**
 - Relation entre l'information et son image physique.
 - Phénomènes physiques courants mis en jeu.
 - Nature des signaux utilisés.
- • **E22 - Les capteurs :**
 - Capteurs de vitesse.
 - Capteurs de position : analogiques, incrémentaux, codeurs.
 - Capteurs de force et de pression (jauges de déformation).
 - Capteurs de température.

* L'ensemble du paragraphe E22 sera traité à l'occasion des travaux pratiques et du cours d'automatique et informatique industrielle. On se limitera aux aspects fonctionnels et de mise en œuvre.

- Justifier le choix des capteurs adaptés en fonction des performances attendues et des contraintes de mise en œuvre, en utilisant des documents techniques.

E3 - Traitement des signaux (1ère : 3 h cours, 9 h TP ; Terminale : 6 h cours, 15 h TP)

- • **E31 - Traitement des signaux numériques :**
 - Fonction commutation.
 - Dispositifs de commutation électronique de signaux : caractéristiques des états passants et bloqués, paramètres de commutation (temps de montée, de descente, de commutation).
 - Dispositifs de commutation de puissance : relais électromagnétiques, transistors de puissance, diodes, thyristors.
 - Fonctions en logique combinatoire :
 - définition des fonctions combinatoires ;
 - opérateurs logiques combinatoires usuels, symboles ;
 - fonctions complexes : multiplexeurs, démultiplexeurs, opérateurs arithmétique.
 - Fonctions en logique séquentielle : définition des fonctions séquentielles asynchrones et synchrones, chronogrammes.
Fonctions séquentielles synchrones
 - fonction mémoire : mémoires élémentaires (bascules D) ; associations de mémoires (registres) ;
 - fonction comptage synchrone : définition de la fonction, utilisation des documentations de constructeurs pour traiter un exemple.
- • **E32 - Notions de familles technologiques :**
 - TTL, CMOS
- • **E33 - Traitement des signaux analogiques :**
 - Notion de fonction de transfert.
 - Fonction filtrage :
 - notion de filtre (se limiter à la définition) ;

- Identifier les différents types de signaux (logiques et analogiques).
- Identifier les fonctions électroniques présentes dans la chaîne de traitement des signaux et les structures réalisant ces fonctions.
- Choisir les méthodes et appareils de mesure appropriés.
- Evaluer par ces mesures les performances et les écarts avec les spécifications requises, en vue d'effectuer une mise au point.
- Utiliser les règles d'emploi et de mise en œuvre des composants et constituants correspondant aux fonctions les plus courantes.

- 1 T — fréquences de coupure ; classification et propriétés des filtres, filtres passe-haut, filtres passe-bas.
 - . Fonction amplification :
 - définitions : amplification, gain, bande passante ;
 - amplificateur linéaires intégrés : caractéristiques technologiques (lecture d'une notice), montages usuels ;
 - amplificateur de puissance (notions) ;
 - association d'amplificateurs linéaires intégrés et d'amplificateurs de puissance.
 - . Fonction conformation de signaux :
 - fonction trigger : seuil haut, seuil bas, hystérésis ;
 - fonction intégration : fonction intégratrice d'un circuit RC, intégrateur à amplificateur linéaire.

- • **E34 - Fonction génération de signaux :**
 - . Génération d'un signal périodique par utilisation d'un circuit spécialisé type 555.
 - . Exploitation de la documentation constructeur pour traiter un cas précis.
 - . Fonction monostable, caractéristiques et emploi des circuits spécialisés.

** Dans le paragraphe E31, l'étude des dispositifs de commutation se limitera aux principales définitions et aux règles d'emploi et de mise en oeuvre, dans les cas les plus courants. L'approche technologique des problèmes de commutation posés par les systèmes étudiés en travaux pratiques sera privilégiée. Les applications retenues des compteurs synchrones seront extraites des problèmes de traitement de l'information des systèmes automatisés utilisés en travaux pratiques.*

L'ensemble des connaissances de ce chapitre E3 sera introduit à partir des problèmes techniques posés par les systèmes étudiés en travaux pratiques.

E4 - Conversion de données

(1ère : 4 h cours, 9 h TP ; Terminale : 2 h cours, 6 h TP)

- • **E41 - Conversion numérique-analogique :**
 - . Organisation fonctionnelle et principe de fonctionnement.
 - . Précision de la conversion (nombre de bits).
 - • **E42 - Conversion analogique-numérique :**
 - . Echantillonnage.
 - . Principe du convertisseur simple rampe ; précision, temps de conversion et coût.
 - • **E43 - Organisation fonctionnelle d'une chaîne de conversion :**
 - . Utilisation d'une carte spécialisée.
- Choisir, en le justifiant, un convertisseur ou une carte de conversion dans une documentation constructeur, en vue d'une application décrite par un cahier des charges.

L'étude fonctionnelle d'une chaîne d'acquisition de mesure permettra de montrer les contraintes de mise en oeuvre pratique d'une conversion. On montrera en particulier que les contraintes techniques de mise en oeuvre imposent éventuellement des conditions d'échantillonnage, des fonctions de conditionnement des signaux analogiques (filtrage, amplification) et des conditions de stockage des données numériques obtenues.

E5 - Distribution et conversion d'énergie électrique

(1ère : 3 h cours, 15 h TP ; Terminale : 8 h cours, 15 h TP)

- • **E51- Réseaux de distribution :**
 - . Réseaux monophasés et triphasés.
 - . Sectionnement : nécessité du point de vue de la sécurité.
 - . Protection des matériels : détection et élimination des défauts.
 - . Protection des personnes : justification des régimes des neutres, protection différentielle.
 - • **E52 - Etude fonctionnelle de la chaîne de conversion :**
 - . Adaptation du niveau de tension en alternatif :
- Justifier une décomposition fonctionnelle du point de vue de la gestion de l'énergie.
 — Préciser les solutions techniques retenues.
 — Identifier le ou les actionneurs électriques.
 — Décrire et utiliser les règles de branchement et de protection des circuits électriques.

principe et description technologique succincte du transformateur monophasé ; rapport de transformation, notion de rendement.

- Commande de la puissance : par contrôle «tout ou rien», par modulation d'énergie.
- Notion de redressement commandé.
- Notion de découpage; hacheurs.
- Applications au démarrage et à la variation de vitesse des moteurs électriques, au contrôle de température.

E53 - Conversion électromagnétique :

- Machines à courant continu fonctionnant à flux constant :
 - principe, caractéristiques mécaniques de couple, de vitesse et de puissance, caractéristiques électriques de courant et de tension ;
 - utilisation, réversibilité ;
 - fonctionnement à vitesse variable.
- Machines à courant alternatif :
 - principe du moteur asynchrone à cage, caractéristiques mécaniques et électriques, utilisation ;
 - démarrage pour fonctionnement à vitesse constante ;
 - fonctionnement à vitesse variable.
- Principe du moteur pas à pas.

— Vérifier sur un schéma que la sécurité des matériels et des personnes est bien assurée.

— Identifier les flux d'énergie, leur nature et leurs caractéristiques.

— Evaluer le rendement des différents constituants de la chaîne de conversion.

** On se limitera dans ce chapitre à l'aspect fonctionnel et à l'analyse des flux d'énergies.*

6 - Mise en œuvre

6-1 Répartition des horaires d'enseignement

L'enseignement de la technologie des systèmes doit être assuré par une équipe pédagogique constituée de professeur(s) de génie mécanique et de professeur(s) de génie électrique. Cette équipe pédagogique se répartira les différents chapitres du programme.

6-2 Equipement

Le programme tel qu'il est mis à jour ne requiert pas d'autres équipements que ceux définis par le guide d'équipement actuel.

Pour l'ouverture d'une nouvelle section, le choix des équipements devra privilégier les systèmes permettant une exploitation commune équilibrée entre les deux groupes de chapitres (A, B et C, d'une part, D et E, d'autre part) et assurer une cohérence avec les besoins de l'enseignement de Technologie des systèmes automatisés (TSA) de la classe de seconde.

Annexe :

Justification des évolutions de programme

Démarche de travail

Les GTD technologiques, considérant la faible durée de mise en œuvre des programmes actuels de technologie dans la voie E et l'énorme investissement accompli par les équipes pédagogiques dans cette rénovation, partageant de plus l'esprit de cette rénovation, se sont placés d'emblée dans la perspective opérationnelle d'une évolution et d'une amélioration, et non d'une refonte, pour construire les programmes de technologie de la voie scientifique.

Les programmes actuels de la série E (B.O. du 31 août 1989), correspondant à un enseignement de 8 heures hebdomadaires nous ont semblé satisfaisants par les points suivants :

1. Le choix d'un thème fédérateur, les systèmes automatisés, met bien en évidence le caractère pluritechnique des objets et des systèmes étudiés au niveau du génie mécanique et du génie électrique.
 2. L'analyse systémique donne les outils conceptuels permettant d'aborder les systèmes de grande complexité.
 3. L'étude fonctionnelle permet de ne pas entrer, si on ne le désire pas, dans la structure des constituants. Cet aspect nous paraît important pour une formation généraliste n'ayant pas un caractère professionnel.
- Cet ensemble de raisons nous a conduit à conserver l'orientation des programmes actuels de la série E.

Enfin, les programmes ont été radicalement modifiés par deux fois au cours de ces dernières années. En particulier la première session de baccalauréat correspondant aux programmes actuels fut celle de 1991. De plus, les régions ont fait des plans d'équipements importants pour mettre en place ces programmes. Ce dernier aspect, avec ses conséquences, à savoir l'effort important demandé aux enseignants, qui demandent de pouvoir évaluer les résultats obtenus, nous a conforté dans l'esprit de cette continuité.

En conséquence l'architecture générale du programme de 1989 a été conservée telle quelle, même si certains paragraphes ont fait l'objet de suppressions ou de réductions importantes dans un souci de réalisme. Lors de ces modifications, nous avons maintenu la parité horaire entre le génie mécanique (parties A, B et C), le génie automatique et le génie électrique (parties D et E), déjà affirmée dans le programme actuel.

Les modifications apportées s'appuient sur des enquêtes effectuées auprès d'équipes pédagogiques dans plusieurs académies (une vingtaine d'équipes, tant pour le génie mécanique que le génie électrique), en vue de mettre en évidence les principales difficultés rencontrées dans la mise en œuvre du programme, de dégager les convergences, et de mettre en évidence les choix réalistes des différentes équipes quant aux différents chapitres du programme. De manière générale ont été supprimés du programme ou fortement réduits les paragraphes pour lesquels existaient une convergence majoritaire quant à la non faisabilité (même si plusieurs fois cette suppression a été regrettée...).

Constat actuel pour les chapitres A, B et C. Incidences sur le programme

Outre la difficulté de mise en œuvre de la totalité des points du programme, cinq points clés ressortent de cette enquête partielle.

- 1- La rénovation est globalement réussie et l'esprit des programmes de 1989 assimilé.
- 2- La finalité précise du bac E actuel n'est pas encore claire pour beaucoup. Plusieurs équipes constatent une dichotomie de fait entre les composantes électronique et mécanique. Une orientation claire "génie des systèmes" est souhaitée par les équipes les plus engagées dans la rénovation.
- 3- Cette dichotomie est accentuée par la nature actuelle des sujets d'examen, qui n'évaluent pratiquement pas la composante automatismes industriels. Ceci au grand dam de plusieurs équipes, qui s'interrogent pour savoir s'il s'est agi soit d'un manque d'attention dans la conception des sujets, soit de la manifestation d'une cause plus profonde inhérente aux disciplines concernées, ...
- 4- Les acquis en génie mécanique sont difficiles à évaluer par le niveau "utilisateur" post-bac.
- 5- L'informatique-outil est maîtrisée par l'ensemble des équipes, mais la place relative de l'informatique dans les apprentissages fondamentaux fait l'objet d'interrogations.

Pour le point 2, le groupe de travail affirme (confirme) l'orientation vers le "génie des systèmes" avec en conséquence la nécessité pour les disciplines de se mettre au service de l'objectif.

Le point n° 4 interroge fortement. Dans l'état actuel, du fait de la brièveté de l'application et de la très importante réduction en génie mécanique vis-à-vis de l'état antérieur, peut-être non encore intégrée par les formations post-bac, il n'est pas envisagé de recentrage. Les évolutions de programme vont néanmoins dans le sens d'un approfondissement des savoirs et des savoir-faire relatifs aux procédés. Il est indispensable que la dimension réalisation soit maintenue, par quelques travaux pratiques sur machines et surtout par une meilleure découverte de la production industrielle (en mettant notamment en œuvre toutes les ressources modernes des technologies modernes informatiques et audio-visuelles). Les équipes pédagogiques s'attacheront, pour les apprentissages fondamentaux, à associer le moyen le plus approprié à chaque objectif opérationnel (à titre d'exemple, l'apprentissage du dessin technique doit associer croquis et esquisse à main levée, dessin à l'échelle sur support papier pour la représentation d'un objet existant ou la conception d'avant-projet à l'échelle -papier quadrillé, calque-, saisie ou conception assistée 2D ou 3D, modifications de dessins en bibliothèques,...)

En ce qui concerne le point n° 5, le groupe insiste sur la primauté des apprentissages fondamentaux par rapport à l'apprentissage de techniques (informatiques, ...) supposées permettre plus facilement ces apprentissages. Si l'informatique-outil est bien un des axes majeurs du programme, en aucun cas l'apprentissage de logiciels doit se substituer à l'acquisition des compétences technologiques. En conséquence, le nombre de logiciels utilisés devra être minimisé et le choix de ces logiciels devra privilégier l'efficacité pédagogique à la complétude dans le domaine technologique.

Le point n° 3 est du domaine des équipes de pilotage de l'évaluation nationale.

Sur l'enseignement de la mécanique

La mécanique (paragraphe A4 "Calculs des grandeurs associées à la partie mécanique) a fait l'objet d'une limitation relativement importante si on se réfère au programme de 1989. Ont été supprimées en tant que telles la résistance des matériaux et la dynamique. Plusieurs raisons convergentes ont motivées cette limitation :

- L'orientation "génie des systèmes", qui nous a semblé impliquer de mettre plutôt l'accent sur la modélisation statique et dynamique des mécanismes (étude statique et dynamique des liaisons) ; l'analyse du comportement des composants par la résistance des matériaux apparaissant alors secondaire ;
- Le volume important du programme, comparativement à l'horaire alloué (20 h cours et 24 h de T.P.) ;
- Le fait que la dynamique et l'énergétique sont abordées dans l'enseignement de la physique, permettant donc l'exploitation de ces connaissances en technologie, si le besoin s'avère nécessaire. Le travail en équipe avec l'enseignant de physique, notamment en exploitant les supports disponibles en technologie, permettrait de plus une meilleure efficacité des deux disciplines.

L'évolution retenue est donc tout autant un choix de faisabilité qu'un certain recentrage vers les apprentissages premiers pour l'étude des mécanismes.

Commentaires spécifiques relatifs aux chapitres A, B et C.

Ces commentaires sont relatifs aux notes du programme. Ces explications n'ayant par définition qu'un caractère transitoire, il a été retenu de les reporter dans cette annexe destinée aux enseignants.

- (1) Le remplacement du terme "conception" par "étude" pour le titre du chapitre A recadre le programme vis-à-vis de l'objectif effectivement atteignable.
- (2) Ce changement de titre du paragraphe A1 correspond d'une part à une meilleure relation avec le contenu, d'autre part au transfert en A1 du paragraphe d'analyse fonctionnelle (ancien paragraphe B13, en conséquence supprimé).
- (3) Changement de titre en référence à la norme.
- (4) Ajout de "Les objectifs" (en référence à la norme)
- (5) Mise en référence à la norme.
- (6) Suppression de la référence aux contraintes humaines (difficulté à les intégrer à ce niveau de formation).

- (7) Transfert dans ce chapitre A1 du § B13 par souci de cohérence globale.
- (8) Suppression de l'item "modélisation des blocs", qui est implicite dans la description fonctionnelle (§ A12 et A7).
- (9) Suppression de la référence aux schémas hydrauliques (limitation du programme) et électriques (compétence à prendre en compte dans le chapitre E).
Suppression par ailleurs de l'alinéa "recherche de conception de principe" jugé non atteignable.
- (10) L'utilisation de stations graphiques pour l'élaboration d'avant-projet est actuellement irréaliste, sinon inappropriée, en phase d'apprentissage initial. Il n'y est donc plus fait référence.
- (11) Suppression de toute référence explicite aux méthodes de créativité, dont l'apprentissage n'est pas réaliste dans le cadre du volume horaire.
- (12) Reformulation de la dernière phrase.
- (13) Suppression de la référence à des logiciels de simulation, non justifiée pour cet alinéa.
- (14) Définition de l'outil de représentation et de modélisation des chaînes de solides en liaison (utilisé de fait par la majorité des collègues), et ceci en continuité avec le programme de seconde TSA.
- (15) Lubrification remplace graissage.
- (16) Suppression de toute compétence relative au choix des actionneurs.
- (17) Précision du champ (limitation quant aux compétences attendues).
- (18) Précision des champs concernés de la nomenclature (le champ matériau n'est pas cité) et suppression de toute référence à l'élaboration automatique.
- (19) L'ajout de ce commentaire relatif à la nature des apprentissages constitue un point très important pour situer la place de l'assistance par ordinateur (il est essentiel d'éviter de substituer le but à l'objectif et de confondre l'apprentissage d'un moyen avec l'objectif de représentation graphique d'une solution).
- (20) Reformulation de l'item de programme.
- (21) L'introduction de l'application des lois de la statique à l'identification des contraintes dans une coupure de poutre correspond à la volonté de restreindre l'approche de la résistance des matériaux à la seule identification des contraintes pour les sollicitations simples. La suppression de la RdM (ex chapitre A42), donc son report de fait en post-bac, correspond au souci du groupe de travail de mettre l'accent sur la modélisation statique et cinématique des mécanismes, modélisation qui constitue un objectif déjà difficile dans le volume horaire disponible.
Nota : ce choix implique de fait la suppression de l'exigence d'utilisation de logiciel de choix des matériaux.
- (22) Limitation de l'influence du frottement aux seuls aspects qualitatifs.
- (26) L'ensemble du paragraphe relatif à la dynamique et à l'énergétique est supprimé.
- (27) Les nouveaux programmes de physique traitent explicitement de l'énergie et les connaissances acquises seront exploitées si nécessaires dans les travaux pratiques (en relation étroite avec le professeur de physique). De même l'enseignement exploitera les connaissances de cinématique du point et du solide acquises en physique.
- (28) L'ex chapitre A5 "Mesure des grandeurs" est supprimé car les contenus sont pris en compte dans le chapitre E2 (transfert du contenu au domaine du génie électrique).
- (29) La modification du titre s'explique par la modification du contenu de ce chapitre.
- (30) La référence au coût de la non-qualité est maintenue, mais sans en faire un chapitre particulier. L'organisation de la qualité est supprimée et avec elle toute référence aux aspects statistiques.
- (31) Le concept de valeur est maintenu, mais sans référence aux techniques et méthodes relevant de l'analyse de la valeur. Ce chapitre doit être réduit à des études de cas à partir de support(s) industriel(s) pour lesquels existent des données chiffrées et/ou comparatives.
- (32) Voir notes 2 et 7.
- (33) Le moulage des matières plastiques est aussi important à citer et présenter que celui des alliages métalliques.
- (34) L'usinage des pièces non métalliques est supprimé.
- (35) Ajout d'un commentaire affirmant le caractère essentiel de la connaissance des procédés (volume horaire et TP sont modifiés en conséquence)
- (36) Ce commentaire est jugé essentiel, pour introduire une connaissance vivante des procédés industriels.
- (37) Ce chapitre a été fortement modifié, en y intégrant notamment des items des anciens paragraphes C21 et C23.
- (38) La cotation fonctionnelle est définie comme tête de paragraphe. Les tolérances économiques n'ont de fait aucun sens en l'absence de connaissances précises de réalisation. La cotation statistique est d'une part délicate, d'autre part difficilement compatible avec les programmes de mathématiques.
- (39) L'importance du D.A.O. est renforcée par sa caractérisation précise. Ce nouveau paragraphe B33 intègre des items de B31 et B32 du programme initial.
- (40) Le maintien de ce chapitre malgré le faible volume horaire qui lui est affecté doit être considéré comme un souci du groupe de travail de bien réaffirmer la prise en compte des réalités industrielles dans cet enseignement de "génie des systèmes". Le faible volume horaire alloué (vis-à-vis du programme antérieur) se justifie :
— d'une part, par le fait qu'une partie des items précédents ont été déplacés (voir note 37) ;
— d'autre part, parce qu'il s'agit principalement d'un état d'esprit à faire acquérir aux élèves, à travers l'ensemble des cours et travaux pratiques, à travers le choix des supports, les visites en entreprise et les présentations de documents audio-visuels, et non d'un cours d'industrialisation.

Commentaires spécifiques relatifs aux chapitres D et E

En ce qui concerne le génie automatique et le génie électrique, le résultat d'une enquête auprès des enseignants d'une vingtaine d'établissements représentant plusieurs académies fait apparaître que des parties du programme actuel étaient négligées, notamment le GEMMA et les asservissements.

Aux points de satisfaction 1 à 3 relevés dans le paragraphe sur la démarche de travail s'ajoutent, pour ce qui concerne le génie électrique, le fait positif que les systèmes automatisés font intervenir les domaines principaux de la discipline: électronique, automatique, informatique industrielle et électrotechnique.

Enfin, le programme actuel est clair et ses limites sont bien définies. Toujours dans l'esprit d'éviter des changements inutiles et déroutants, nous n'avons modifié la rédaction que pour la rendre conforme à la Charte des programmes.

Les modifications concernent essentiellement les points suivants :

- D2 : L'horaire de ce chapitre a été renforcé car il y apparaît de nombreuses notions nouvelles pour les élèves n'ayant pas suivi l'option TSA de classe de seconde.
- D32 : Suppression du code ISO (seul reste ASCII) car le but n'est pas d'étudier les codes, mais de montrer la représentation de caractères sous forme binaire.
- D34 : Suppression de la structuration de stockage des données en mémoire, car non essentielle dans la formation généraliste de la voie S.
- D4 : L'étude des langages comporte plusieurs objectifs : illustrer les principes de fonctionnement des ordinateurs, initier à l'algorithmique et sensibiliser aux langages orientés applications (langages d'automates programmables, ...). Le but du § D42 est d'établir un lien entre un langage proche de la machine et un langage évolué.
- D5 : Les asservissements sont une composante importante des automatismes industriels. Leur complexité ne permet pas, à ce niveau, une approche théorique. L'étude sera conduite sur les systèmes d'apprentissage didactisés dont les établissements viennent d'être dotés.
- D61 : Les compétences attendues quant au modèle GRAFCET distinguent d'une part l'analyse d'un Grafcet existant, d'autre part la construction d'un Grafcet à partir d'un cahier des charges et pour laquelle des limitations importantes sont introduites.
- D62 : L'accent est mis sur les états de fonctionnement d'un système, sans s'attacher particulièrement au graphisme du GEMMA.
- D64 : La réécriture de ce paragraphe exprime d'une certaine manière l'esprit "génie des systèmes" visé par ce programme de technologie, en termes de capacité à appréhender les relations entre les fonctions et les structures qui les réalisent.
- E1 : L'horaire de terminale a été totalement transformé en TP pour pouvoir utiliser largement les outils informatiques.
- E2 : L'ancien chapitre E5 est devenu E2 pour une meilleure cohérence rédactionnelle.
- E3 : Il a été rajouté un paragraphe sur les familles technologiques (E32) pour sensibiliser les élèves au compromis vitesse - consommation.
- E5 : Nous avons renforcé le poids de l'électrotechnique en insistant davantage sur deux points :
- la protection des biens et des personnes ;
 - la relation, au niveau des machines électriques, entre les grandeurs mécaniques (couple et puissance mécanique) et les grandeurs électriques (puissance électrique), avec l'importance du rendement.
- D'autre part nous avons bien cadré le domaine d'étude des moteurs.