

Initiation aux Sciences de l'Ingénieur

Livret d'accompagnement du programme

Le livret d'accompagnement de l'enseignement de détermination "Initiation aux Sciences de l'Ingénieur" (ISI) est principalement destiné aux professeurs de Sciences et Techniques Industrielles qui sont chargés de l'enseigner. Il a donc pour objet d'une part de fournir quelques précisions sur les objectifs et les orientations du programme et, d'autre part, d'apporter des recommandations sur l'organisation de l'enseignement et sa mise en œuvre.

ORIENTATIONS GENERALES

Introduction

Le programme de l'enseignement de détermination de seconde Initiation aux Sciences de l'Ingénieur (ISI) s'inscrit dans le cadre général des évolutions scientifiques et techniques et répond à un besoin social, économique et culturel de notre société.

Par la nature et les finalités des activités proposées, comme par l'actualité des supports de formation, il vise à promouvoir l'aspect novateur de la technologie, sa dimension attrayante et son potentiel d'enrichissement intellectuel de l'élève.

Il propose des contenus et des méthodes qui aident les élèves à s'intégrer dans le monde actuel et à participer à ses évolutions. Il contribue en outre, dans le respect des goûts et des talents de chacun, à l'ouverture de leur projet personnel d'orientation vers des formations et des carrières correspondant aux besoins de l'économie. Il s'appuie sur les compétences notionnelles acquises au collège.

Contexte historique

Evolution historique : De TSA... à ISI

Ce programme correspond à une évolution du programme de Technologie des Systèmes Automatisés (TSA) de 1992, devenu Systèmes Automatisés en 1999.

Dans sa première version l'enseignement de TSA s'appuyait sur l'organisation structurelle des systèmes techniques automatisés et sur une logique de commande séquentielle de leur fonctionnement. L'écriture, plus structurée, de 1992 a renforcé ces aspects et a cadré l'utilisation des outils d'analyse fonctionnelle avec une limitation au premier niveau pour un constituant et à la chaîne fonctionnelle élémentaire pour un système automatisé. Cette directive pédagogique a permis de multiplier les postes de travail à objectifs identiques pour une même séance et a facilité la mise en œuvre de l'enseignement.

L'acquisition des connaissances était basée sur l'analyse par l'observation, la manipulation de tout ou partie des systèmes et la représentation des composants. Toutefois, les supports des activités des élèves étaient limités à un seul type de produit : le système automatisé réel ou la maquette à caractère industriel.

Dans le programme actuel ISI, si ce type de support demeure largement d'actualité, l'enseignement de la technologie ne peut ignorer les produits que côtoient les élèves dans leur environnement quotidien, qui intègrent souvent les dernières évolutions technologiques (nouveaux matériaux,

nouveaux procédés, capteurs et traitement de l'information, intégration et miniaturisation...) et doivent s'adapter aux exigences économiques et sociales du marché (esthétique, confort, environnement, etc).

En outre, les progrès permanents des outils informatiques, leur simplicité d'accès, leurs potentialités actuelles et leur niveau de diffusion mettent à disposition des ressources techniques et pédagogiques nouvelles.

La figure 1 propose une identification rapide des nouveautés introduites dans le programme ISI par rapport à celui de TSA.

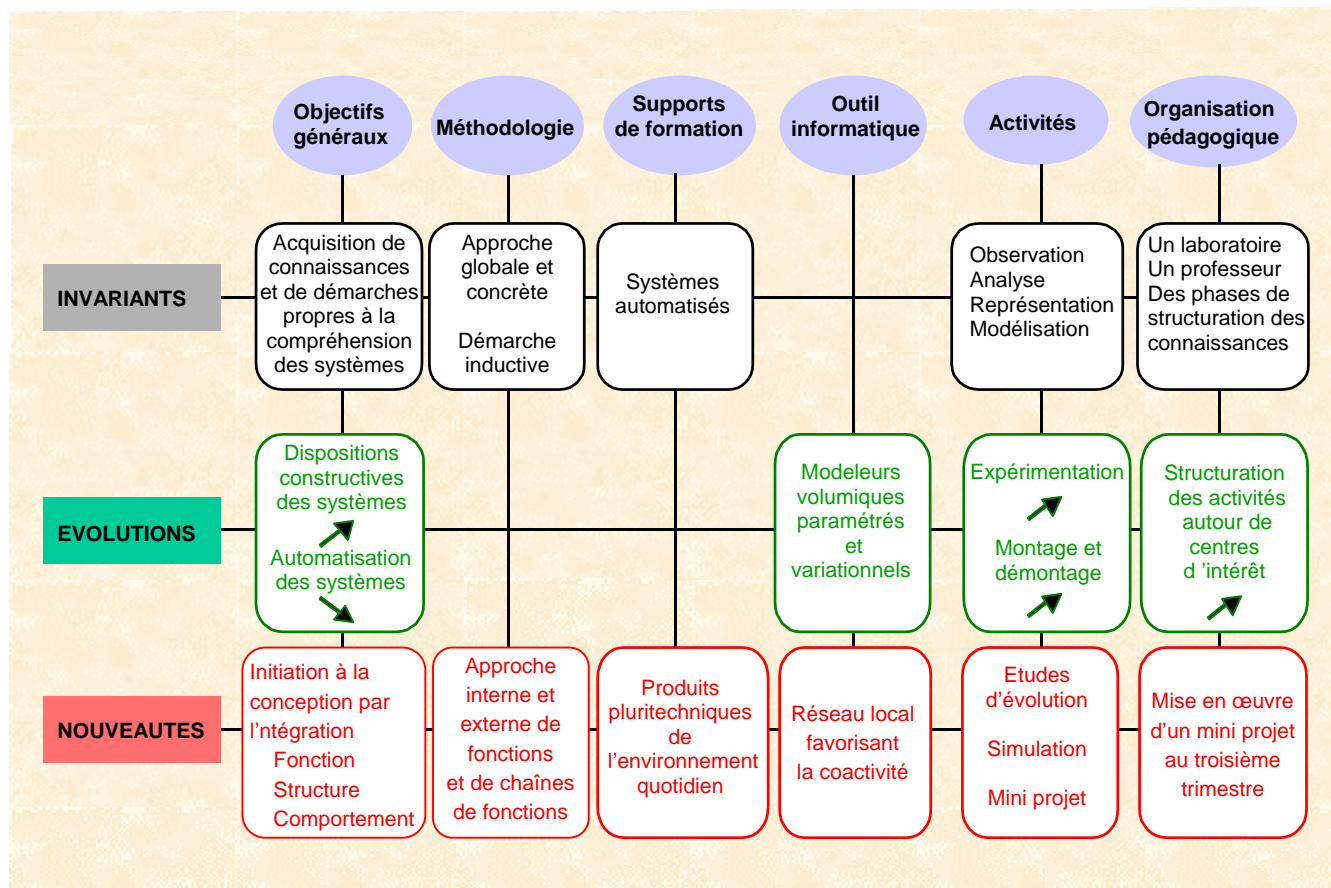


Figure 1 : Les nouveautés du programme ISI.

Intentions du programme

Avec l'introduction des produits et systèmes « grand public », qui est une réelle évolution, le programme ISI a été conçu comme une introduction à la connaissance et à la compréhension des systèmes pluritechniques actuels pour construire une culture technologique cohérente basée sur la notion de fonction, associant les solutions constructives et leur comportement, dans l'esprit d'une initiation à la conception. A ce niveau de la classe de seconde, on reste cependant dans une logique de découverte et d'analyse de l'existant, avec une ouverture vers l'approche conceptuelle dans le mini-projet. Il s'agit en particulier d'amener l'élève à donner du sens aux expressions suivantes :

- relation besoin-fonction,
- solution associée à une fonction technique,
- paramètre influençant le comportement d'un produit ou d'un système,
- représentation du réel,
- travail en équipe et communication technique,
- logique de projet.

Axes principaux de la formation

La formation s'organise autour de trois grands axes :

- architecture et fonctionnement des produits et systèmes,
- composants, constituants et solutions constructives,
- langages, représentations et modèles.

La limitation du nombre de ces axes permet un recentrage permanent de la formation sur des fondamentaux qui permettent, en fonction du projet personnel de chaque élève, des acquis et des difficultés rencontrées, de trouver un équilibre entre savoirs et motivation.

ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT ET ASPECTS METHODOLOGIQUES

Une approche globale et concrète des systèmes techniques

L'enseignement de détermination ISI est conduit à partir des objets et systèmes techniques présents dans le laboratoire. Leur approche est réalisée de façon descendante, sous l'angle fonctionnel dans leur domaine d'utilisation en explorant progressivement les solutions techniques puis, lorsqu'ils sont simples, les principes associés à leur fonctionnement.

L'activité se veut concrète : l'élève manipule et observe le fonctionnement. Après avoir distingué clairement la finalité du système ou produit étudié et les fonctions que celui-ci doit remplir, il conduit des investigations à caractère pratique (démontage, réglage, câblage, configuration, mise en fonctionnement, ...) lui permettant de comprendre l'association des solutions aux fonctions techniques.

Cette démarche amène à un découplage des connaissances traditionnellement trop disciplinaires, et permet, à partir de l'observation et de la mise en œuvre des systèmes, d'appréhender la diversité et la complexité des solutions technologiques. Elle développe progressivement chez l'élève la capacité à comprendre la logique d'une conception, à critiquer certains choix, à comparer des solutions, à appréhender les évolutions techniques, et à imaginer de nouveaux agencements, dans un monde où les contraintes d'environnement et d'ergonomie donnent à ces études une dimension citoyenne.

Une organisation générale autour de centres d'intérêts

Les travaux pratiques sont organisés par cycles. Un cycle est la période au bout de laquelle tous les élèves du groupe ont réalisé les activités (parfois différentes) supportant les apprentissages dévolus au cycle. En seconde, la durée maximale d'un cycle est de trois semaines, mais il y a tout avantage à réduire cette durée afin que les leçons de synthèse associées au cycle soient les plus proches possible des activités pratiques qui sous-tendent les savoirs visés par le cycle. Cette exigence conduit à définir pour chaque cycle de travaux pratiques un ou deux centres d'intérêt qui permettent, par leur programmation réfléchie, une progression cohérente des apprentissages tout au long de l'année.

Une pratique pédagogique qui s'inscrit dans une logique inductive

Cette pratique doit rendre l'élève acteur de sa propre formation par la forte implication qu'elle induit dans les différentes phases de l'apprentissage et plus particulièrement dans les deux situations pédagogiques à privilégier : le « travail pratique » et le « mini projet ».

La pratique d'une démarche inductive nécessite d'avoir identifié, dans le centre d'intérêt traité, les savoirs et compétences essentiels du programme (soit par leur niveau de difficulté intrinsèque, soit par leur importance dans le cursus de formation). L'accès des élèves aux concepts qui les caractérisent s'effectue par l'observation, la manipulation et la mise en œuvre d'objets et de

systèmes réels. Cette démarche inductive étant consommatrice de temps, la construction des cycles de travaux pratiques autour des centres d'intérêt constitue une tâche fondamentale pour l'équipe pédagogique.

Dans la phase de mise en situation, nécessairement courte, le professeur vérifie la bonne compréhension du problème posé et de l'appropriation par l'élève des informations et des consignes données, puis ce dernier entre en phase active de travail qui doit l'amener à l'expression, à la verbalisation relative au centre d'intérêt abordé, et surtout, avec l'aide de l'enseignant, à la prise de recul nécessaire entre la solution explorée et le savoir associé.

Les leçons de synthèse, dont on sait que la programmation relève d'une bonne intégration dans les cycles de travaux pratiques, sont des moments essentiels pour la formalisation des savoirs.

En effet, une succession d'activités pratiques ne garantit ni la mise en forme, ni la structuration des connaissances, et la mémorisation ne peut s'appuyer sur le seul enchaînement d'études de cas particuliers. Il est donc important qu'à l'occasion de séances de travaux pratiques un effort de mise en forme des savoirs découverts ou appréhendés soit demandé aux élèves (verbalisation écrite) et qu'à l'occasion des leçons de synthèse ces savoirs soient structurés et mis en perspective par le professeur.

La démarche de projet en complément

Une nouvelle situation d'apprentissage proposée en ISI est le mini projet que l'on situera au début du troisième trimestre de l'année scolaire.

Le travail d'équipe que les élèves ont déjà expérimenté au collège trouve sa place dans les activités de travaux pratiques, mais surtout dans la réalisation du mini projet qui constitue une occasion unique de développer des compétences et qualités spécifiques : aptitude à s'intégrer dans une démarche de projet, à produire sous contraintes de type "cahier des charges", à partager et échanger dans le cadre de travaux effectués en équipe et de revues de projet pilotées par l'enseignant, à développer une argumentation technique. Le paragraphe "mini projet" de ce livret donne des indications pour sa mise en œuvre.

L'évaluation

Le programme officiel précise clairement les compétences attendues et les limites des contenus associés. Les situations d'évaluation peuvent, tout comme les situations de formation, prendre plusieurs formes. En particulier l'évaluation dans le cadre du mini projet devra prendre en compte des acquis dans un contexte de travail en équipe.

A cet égard, il paraît utile de rappeler que l'on ne peut évaluer pour attribuer une note, que des savoirs et savoir-faire qui sont supposés avoir été acquis à l'occasion de mises en œuvre de situations d'apprentissages précédemment exploitées. Cela induit qu'il est très difficile pour l'élève de donner du sens à une note qui lui est attribuée lors d'une activité pratique visant à un primo apprentissage.

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX CENTRES D'INTERET

Le centre d'intérêt, qui est de nature cognitive ou méthodologique, cible la préoccupation pédagogique sur une classe de problèmes ou de solutions technologiques. Il permet de déterminer les activités proposées aux élèves, et constitue un cadre de structuration des acquis. L'identification d'un centre d'intérêt résulte :

- de l'analyse du programme (compétences et savoirs),
- de l'expérience des enseignants et de leur maîtrise en didactique qui leur permettent d'identifier les points clés de la formation.

Les centres d'intérêt permettent :

- une gestion temporelle du groupe d'élèves et la construction de schémas de formation avec une gestion par cycles ;
- d'exploiter des supports différents ; réciproquement, un même support technique peut contribuer aux apprentissages concernant plusieurs centres d'intérêt, ainsi tous les élèves d'un groupe n'ont pas nécessairement fait les mêmes manipulations à l'issue du cycle, mais ils ont eu la possibilité d'apprendre la même chose.

La gestion des centres d'intérêt dans les cycles successifs de travaux pratiques doit prendre en compte :

- les contraintes de durées (équilibre des parties du programme) ;
- les contraintes d'antériorité entre activités ; en particulier un même centre d'intérêt peut être présent dans des cycles successifs mais avec des compétences visées ou des degrés d'approfondissement progressivement plus importants (représentation du réel par exemple) ;
- les contraintes matérielles touchant aux objets, systèmes et environnement informatique disponibles.

Le texte ci-après propose six centres d'intérêt pour l'ensemble de la formation ISI. Cette proposition peut parfaitement être modifiée dans la pratique. Elle se veut simplement une aide à l'organisation des apprentissages dans l'année scolaire et l'ajout d'un ou deux points par dédoublement de quelques unes des propositions est envisageable pourvu qu'il soit formalisé.

Centres d'intérêt

L'organisation de l'année peut, comme cela a été précisé précédemment, s'appuyer avantageusement sur les centres d'intérêt (référéncés de CI-1 à CI-6) décrits ci-après.

CI-1 : Fonction(s) d'un produit

Le concept d'analyse fonctionnelle, très important pour les Sciences de l'Ingénieur doit être abordé en classe de seconde sous forme d'une initiation. C'est pourquoi, le programme officiel se limite volontairement à :

- la relation du produit à un besoin exprimé ;
- l'organisation fonctionnelle du produit dans les cas simples ;
- la lecture de quelques outils de description fonctionnelle,
 - ♦ diagramme d'activité, synoptique, schéma-bloc,
 - ♦ diagramme « FAST ».

Les activités de ce centre d'intérêt ont pour but de mettre en place les bases d'une méthodologie d'approche rigoureuse des produits, indépendamment des solutions techniques retenues.

Le schéma de la figure 2 délimite bien le domaine d'activité de l'élève et les données mises à disposition par le professeur.

On notera en particulier que les verbes d'action « identifier », « décrire », « localiser », « configurer », « distinguer », « vérifier » du programme imposent une conduite forte assurée par le professeur. A ce stade de la formation, l'élève est capable d'observer le produit dans son ensemble, d'identifier son usage, de décrire ce qu'il voit, de le mettre en œuvre ou de vérifier une ou des caractéristiques dans une approche "utilisateur".

Au cours de l'année, et notamment à l'occasion de travaux relatifs au mini projet, l'objectif sera de faire constater à l'élève, par l'observation de plusieurs produits, que plusieurs solutions (pouvant

faire appel à des technologies très différentes) peuvent remplir la même fonction technique et satisfaire la même fonction d'usage. L'approche inductive des éléments d'analyse fonctionnelle l'amènera ainsi progressivement à ne pas confondre fonction technique et solution technique.

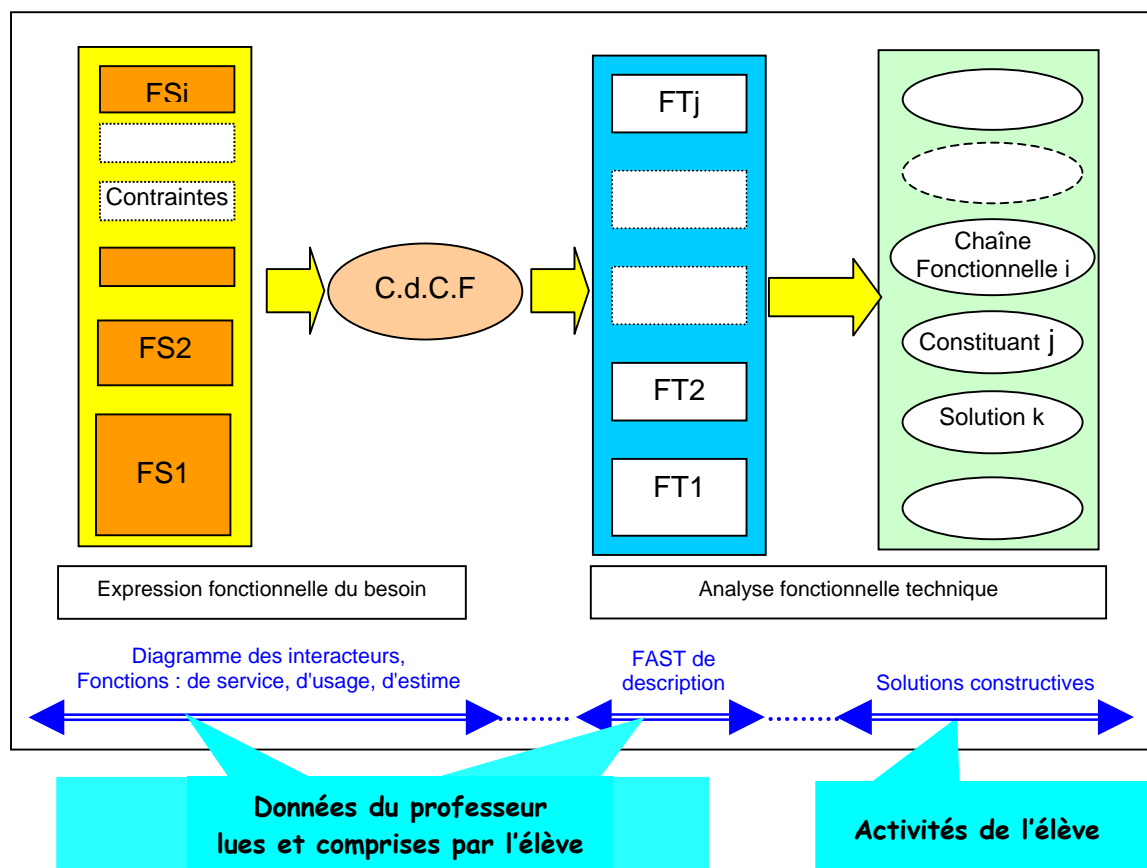


Figure 2 : Le domaine d'activité de l'élève.

En observant le produit réel et en s'appuyant sur le dossier technique, les représentations éventuellement animées, et les données fonctionnelles fournies par le professeur, les activités de l'élève peuvent prendre diverses formes.

Configurer le produit en situation d'utilisation et le faire fonctionner

L'élève identifie globalement les fonctions de service : fonctions d'usage et fonctions d'estime. Il évalue la correspondance entre le fonctionnement et les éléments de cahier des charges fournis par le professeur à partir de la notice technique.

La démarche peut être complétée, en appui sur des produits de l'environnement direct de l'élève, par une étude comparative de produits concurrents dont la liste et des éléments de comparaison (éléments techniques, coût, rapport qualité-prix) lui sont fournis.

Identifier la valeur ajoutée par la produit

L'élève précise la frontière du produit et les éléments extérieurs (environnement) en interaction avec le produit, il identifie l'usager parmi les autres éléments en relation avec le produit, il identifie les éléments transformés par le produit. Il repère les caractéristiques des grandeurs d'entrée et de sortie des éléments transformés, et précise les conditions d'utilisation du produit.

Etablir une correspondance entre les fonctions techniques internes et les fonctions et contraintes externes

En possession du produit et d'un FAST de description de ce produit, l'élève repère les chaînes d'action et d'information. Il établit la correspondance entre les fonctions techniques définies dans le diagramme FAST, et les solutions mises en œuvre dans le produit.

Dans ce cadre il peut être amené à vérifier une performance attendue dans le cahier des charges pour une solution constructive répondant à une fonction donnée.

Il semble utile d'aborder ce centre d'intérêt très tôt et de manière spécifique par un cycle court d'étude de produits ou de systèmes simples, en appui sur leur description fonctionnelle complète et leur manipulation. La construction rapide de quelques savoirs élémentaires associés aux outils de description fonctionnelle permettra leur utilisation pour les autres activités du programme.

Remarque : la terminologie utilisée doit être la plus réduite possible tout en respectant la norme NFX 50 151.

CI-2 : Chaîne d'énergie (alimenter, distribuer, convertir, transmettre)

Les systèmes présents dans le laboratoire mettent en œuvre plusieurs types d'énergie et, pour l'essentiel d'entre eux, les transforment (en grandeur) et/ou les convertissent (en nature). Les énergies principalement exploitées ou transformées à ce niveau sont l'énergie électrique et l'énergie mécanique sous leurs différentes formes.

La quantification de paramètres caractéristiques de ces énergies se fera par mesurage ce qui offrira l'occasion de mettre en relation les informations reçues au collège (technologie), le cours de physique de seconde et les résultats des mesures : nature du paramètre, unité, ordre de grandeur.

Au sein de ce centre d'intérêt qui pourra s'intégrer dans plusieurs cycles de travaux pratiques les objectifs visés sont principalement les suivants :

- donner à l'élève une démarche d'analyse lui permettant d'accéder à la compréhension du rôle et de l'évolution de l'énergie dans le système,
- identifier les différentes formes de l'énergie, et ses transformations le long de la chaîne en réponse au cahier des charges,
- repérer la structure de la solution technique choisie par le constructeur afin d'assurer une fonction technique contribuant à la chaîne d'énergie et dégager le principe physique mis en œuvre.

Le centre d'intérêt "chaîne d'énergie" peut se caractériser par deux approches, externe et interne.

Approche externe destinée au repérage des différentes formes d'énergie et de leurs transformations sur le trajet du flux d'énergie.

Au delà des objectifs généraux précédemment cités, cette approche doit permettre aux élèves de se familiariser, d'une part avec l'architecture des produits présents dans le laboratoire, associant souvent une chaîne d'information à la chaîne d'énergie (figure 3), d'autre part avec la terminologie technique précise qui identifie chacun des constituants et leur fonction dans la chaîne d'énergie.

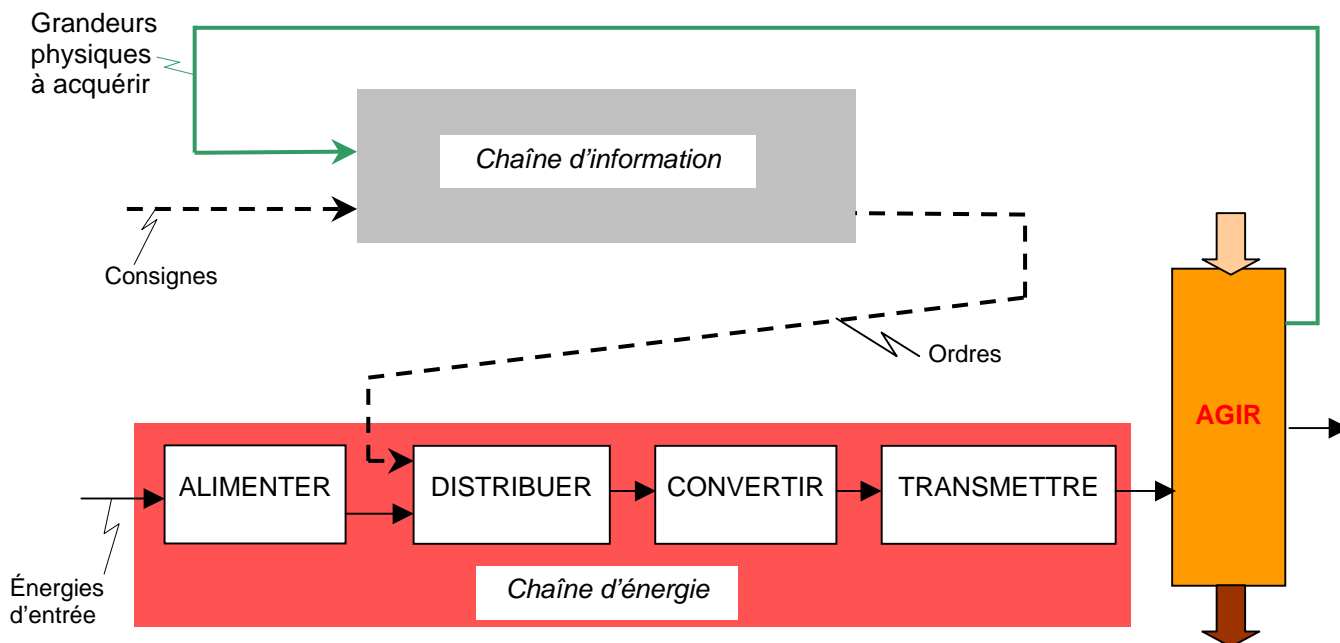


Figure 3 : Chaîne d'énergie et structure fonctionnelle générale d'un système.

En présence du produit et en liaison avec le diagramme FAST fourni à l'élève, on pourra proposer plusieurs activités pratiques, figure 4 :

- découverte du chaînage des boîtes fonctionnelles génériques citées dans le programme (de 2.1.1 à 2.1.4) par l'observation, la manipulation, la mise en fonctionnement de tout ou partie du produit ;
- repérage des constituants remplissant chaque fonction technique et énoncé de leurs caractéristiques repérables (vitesse, fréquence, tension, puissance...) ;
- repérage des types d'énergie à l'entrée et à la sortie de chaque fonction.

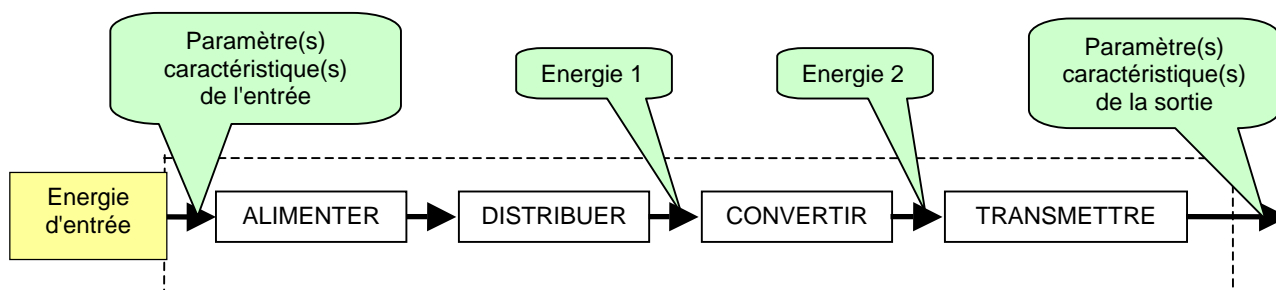


Figure 4 : Boîtes fonctionnelles constitutives de la chaîne d'énergie.

Dans cette première approche préconisée en logique inductive, on retiendra comme supports des chaînes fonctionnelles simples issues de produits différents (grand public, système automatisé industriel) afin de mettre en évidence le caractère transposable de l'analyse.

Approche interne destinée à explorer le fonctionnement des constituants

Toujours en présence du produit réel comme support d'étude et des éléments matériels et écrits nécessaires à la conduite des investigations (éléments de notice, éclatés, maquettes numériques, base de données), l'élève étudie les fonctions techniques (ce qui revient à ouvrir les boîtes fonctionnelles présentées figure 4).

Dans le cadre de cette approche interne, il est possible de proposer les activités suivantes :

- découverte du fonctionnement interne global, démontage, remontage ;

- câblages partiels, avec association des éléments réels et des ressources que sont les modèles virtuels et les schémas ;
- repérage et mesurage des caractéristiques d'entrée et de sortie du constituant en situation d'utilisation sur la chaîne d'énergie (tension, intensité, effort, déplacement, pression, rapport de réduction...) ;
- identification des principes physiques mis en œuvre dans la réalisation de la fonction ;
- identification des éléments d'une solution de transformation de mouvement, schématisation, symbolique associée, paramètres influents...

L'approche des composants ou constituants doit se faire à partir d'une problématique technique réelle relative au service attendu de l'objet. Les études proposées amèneront de façon pertinente et circonstanciée les symboles et la schématisation comme outils d'expression (symbolique fournie en base de données).

On pourra clore les activités touchant à ce centre d'intérêt par l'étude des fonctions alimenter et distribuer, qui permettent une activité de câblage intéressante de la chaîne d'énergie (en sensibilisant l'élève aux aspects de sécurité).

CI-3 : Chaîne d'information (acquérir, traiter, communiquer)

Après le développement de la mécanisation, l'émergence du concept d'information a marqué les évolutions technologiques du vingtième siècle. En particulier, l'automatisation et l'informatisation ont été développées dans tous les domaines d'activité et pour des applications très variées (commande et surveillance des procédés industriels, gestion technique des bâtiments, transports, communication, produits techniques de l'environnement quotidien, etc.).

Afin d'aborder l'analyse et l'exploitation de systèmes de traitement de l'information d'une grande diversité, la démarche proposée s'appuie sur la chaîne d'information générique définie au programme, éventuellement associée à une chaîne d'énergie pour constituer une chaîne d'action.

En veillant à ce que les systèmes présents dans le laboratoire soient représentatifs de plusieurs classes de systèmes industriels et grand public, le schéma de la figure 5 pourra faire l'objet d'un développement différent suivant le support d'étude : système de contrôle-commande avec une interface homme-machine, système informatique, système électronique embarqué ou encore système de communication.

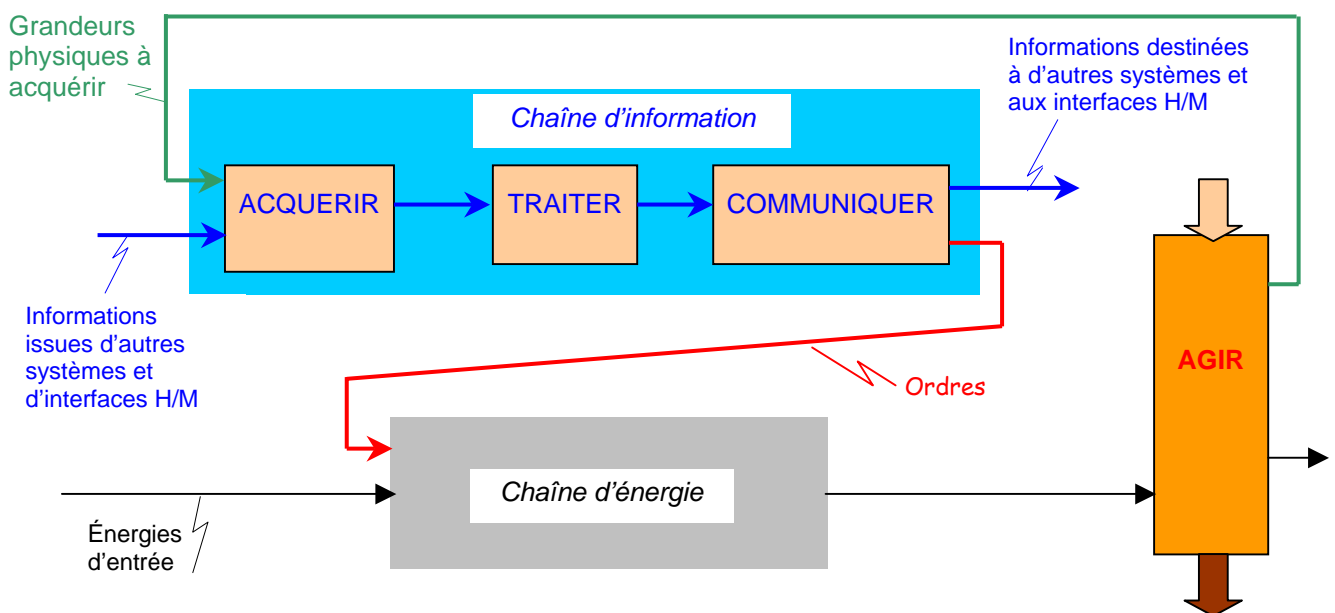


Figure 5 : Chaîne d'information et structure fonctionnelle générale d'un système.

En présence du produit et d'un dossier ressource (documents techniques, bases de données constructeurs, etc.), la mise en œuvre de ce centre d'intérêt peut faire appel, comme pour la chaîne d'énergie, à une approche externe puis une approche interne.

L'approche externe permet, par l'observation, la manipulation (mesures, câblages, assemblages, etc.), la mise en fonctionnement et éventuellement la simulation :

- de découvrir la structure fonctionnelle d'une chaîne d'information,
- de repérer les informations traitées et d'identifier les échanges entre les boîtes fonctionnelles, l'approche par les entrées/sorties permettant de rendre observable et de qualifier chaque fonction,
- de localiser au sein du système les constituants matériels et logiciels assurant chaque fonction,
- de mettre en œuvre et régler un système de traitement de l'information, afin de faire fonctionner, dans le respect d'une procédure, le système physique piloté.

La démarche adoptée étant inductive, les séances de travaux pratiques doivent permettre de mettre en évidence la nature des informations traitées (quantitative, qualitative, etc.) et les types de codage nécessaires à leur traitement (tout ou rien, analogique ou numérique).

Chaque fonction générique de la chaîne d'information est assurée par un ou plusieurs supports matériels et logiciels. Dans le laboratoire, l'élève pourra identifier quelques constituants parmi ceux recensés dans le schéma de la figure 6.

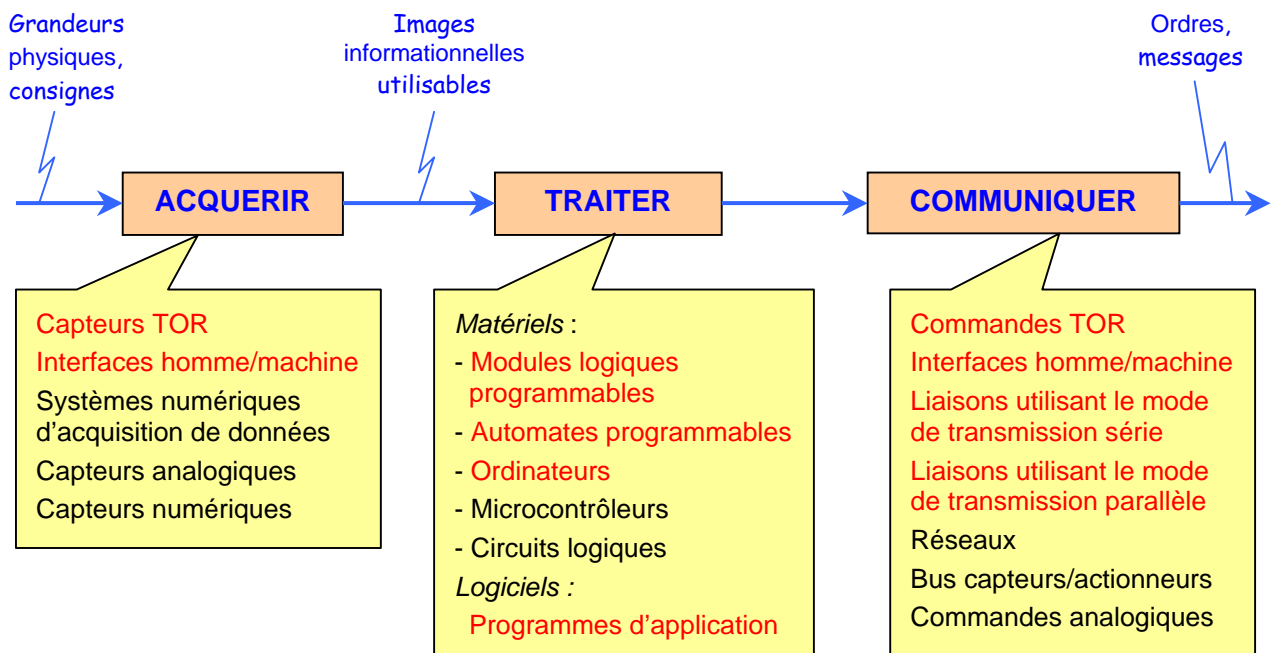


Figure 6 : Fonctions génériques de la chaîne d'information et exemples de constituants identifiables.

L'approche interne amène l'élève à une étude des fonctions techniques assurées par les constituants matériels et les modules logiciels qui leur sont éventuellement associés.

Les activités pratiques de l'élève dans le cadre de cette approche peuvent être les suivantes :

- recenser les contraintes de compatibilité matérielles et électriques (niveaux de tension) entre les constituants, les problèmes d'interfaçages étant mis en évidence au travers d'activités de mesurage, de câblage et d'assemblage,
- câbler pour relier des constituants,

- simuler à l'aide de logiciels d'animation pour aider à la compréhension d'un fonctionnement (toutefois, les logiciels de simulation ne doivent pas devenir eux-mêmes des objets d'étude),
- implanter et modifier un programme.

Les outils de représentation du comportement et l'utilisation des schémas de commande sont introduits progressivement et utilisés de façon pertinente dans un but d'analyse et de communication technique. A titre d'exemple, le Grafcet, sans maîtrise des règles d'évolution mais dans le respect de l'alternance étape-transition, peut être utilisé pour comprendre ou présenter un enchaînement séquentiel de tâches.

CI-4 : Représentation graphique du réel

L'existence et la disponibilité, à des coûts compatibles avec une large diffusion, des modelleurs volumiques de dernière génération modifient sensiblement cette partie historique de l'enseignement technique. Le centre d'intérêt "Représentation graphique du réel" trouve sa place dans la quasi totalité des cycles de travaux pratiques.

Si l'activité industrielle de décodage des dessins techniques reste importante (en production, en montage, en maintenance, ...), celle de codage tend progressivement à se limiter à l'élaboration de croquis ou de petits dessins à main levée pour une description succincte en recherche de solution, avant la saisie informatique si nécessaire ou pour une utilisation directe. La confusion longtemps entretenue entre codage et décodage dans l'exercice historique de "lecture de dessin" peut donc faire plus facilement désormais l'objet d'une clarification.

Dans l'enseignement de l'option ISI, le dessin 2D aux instruments est à proscrire. Les plans 2D normalisés seront alors le résultat automatique d'une fonctionnalité du logiciel, avec exploitation des procédures d'habillage. Les différents cycles se caractérisent donc, sans que les élèves s'intéressent nécessairement aux mêmes systèmes, par une introduction progressive mais rapide des fonctionnalités des logiciels modelleurs volumiques, à l'occasion d'études techniques qui graduent les difficultés par le nombre et la complexité géométrique des pièces autant que par les conditions fonctionnelles qui régissent l'organisation du système technique dont elles sont issues.

En veillant attentivement à ce que cohabitent systématiquement dans le laboratoire le réel et le virtuel, l'enseignement en option ISI doit permettre pour ce qui concerne la représentation graphique du réel :

- La prise en main et la maîtrise des fonctionnalités de base d'un logiciel de CAO-3D pour la construction de la maquette virtuelle d'une pièce issue d'un des équipements techniques disponibles dans le laboratoire. Cette maîtrise attendue induit des apprentissages et une verbalisation relatifs aux formes des pièces et aux situations relatives des surfaces et des volumes qui la composent. On notera que le travail en "mode plan" induit la compréhension du concept de section et ne peut être introduit que progressivement.
- La compréhension des paramètres définissant un élément géométrique (cylindre, prisme, par exemple).
- Une pratique informatique des assemblages sous contraintes, ce qui suppose pour les rares cas abordés une maîtrise suffisante de quelques notions fondamentales : parallélisme, coïncidence, coaxialité. Pour ces notions, la consignation de définitions claires et bien illustrées est indispensable.

- L'édition et la réalisation de documents techniques selon un point de vue imposé, en exploitant les potentialités du rendu réaliste, des textures, des éclairages, des éclatés et de toutes les formes de dessins techniques (plans, perspectives, notices de montage, maintenance, etc.).

La compétence attendue de décodage s'appuiera donc sur le potentiel pédagogique des modeleurs volumiques (limité à la faible complexité des pièces utilisables à ce niveau de seconde). L'aspect "variationnel" de ces logiciels en particulier et l'interactivité entre la maquette numérique et les différentes représentations qui en sont potentiellement issues offrent un gisement important d'innovations pour la didactique de la représentation du réel. On peut en particulier construire quelques scénarios d'apprentissage s'appuyant sur :

- l'adéquation entre la terminologie utilisée dans l'arbre de construction ou d'assemblage et le vocabulaire du métier,
- la liaison entre l'arbre de construction et la géométrie des pièces,
- la liaison entre la représentation volumique et le système européen de projection.

Comme le précise le programme officiel, l'élaboration des schémas, qu'ils soient électriques, pneumatiques ou cinématiques, n'est pas une compétence attendue des élèves. Les activités qui mobilisent ces types de représentation ne peuvent donc conduire qu'à des identifications de composants (ou constituants) à partir de bases de données normatives ou à des mises en relation de liaisons entre pièces (approche par les mobilités résiduelles et les géométries de contact) et des symboles qui les représentent.

CI-5 : Environnement, esthétique, ergonomie et prévention

Ce centre d'intérêt regroupe beaucoup de préoccupations qui sont souvent des contraintes fortes lors de la conception d'un produit :

- l'esthétique pour la satisfaction des fonctions d'estime, un des éléments clés d'une démarche commerciale ;
- l'environnement pour l'ensemble des contraintes de recyclage ou de destruction ;
- l'ergonomie par son approche de l'homme en situation de travail ;
- la prévention et la sécurité par les exigences d'intégrité des personnes et des biens.

Si ces fonctions techniques "protéger et sécuriser" peuvent être approchées de façon concrète, à l'occasion du CI-2 "chaîne d'énergie" par l'analyse des dispositions ou des règles de mise en œuvre et du CI-3 notamment par l'étude des arrêts en vue d'assurer la sécurité, les trois premiers points de ce centre d'intérêt peuvent être abordés sur de nombreux supports.

Un cycle court spécifique peut donc être organisé, même si à l'occasion d'autres manipulations et dans le cadre du mini projet ces préoccupations vont naturellement apparaître.

Les produits techniques de l'environnement quotidien, par leur forte diffusion, par la nécessité de leur impact commercial et par leur facilité d'utilisation sans risque de pénibilité ou de danger pour l'utilisateur, sont de très bons supports pour ce centre d'intérêt.

CI-6 : Démarche de projet

Ce centre d'intérêt trouve sa mise en situation et les conditions de son organisation dans le paragraphe consacré au mini projet (voir dans la suite du livret).

RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'ORGANISATION ET A LA CONDUITE DU MINI-PROJET

Le mini projet proposé aux élèves s'inscrit dans une pédagogie de projet, ce qui lui confère deux finalités distinctes et complémentaires qu'il conviendra d'associer au regard des situations d'élèves et des réussites observées en terme d'apprentissages :

- la démarche de projet organise et structure une formation synthétique et globale caractérisée par une dynamique de l'action,
- le but du projet participe au dispositif d'aide et de motivation par le goût de la réussite qu'il peut donner à l'élève.

Dans le premier cas, la démarche est l'enjeu majeur par l'obtention d'une synergie entre comportements, méthodes, connaissances et savoir-faire. Dans le second terme de l'alternative, la fin (c'est-à-dire la réussite) l'emporte sur les moyens ce qui signifie que le support du projet doit avoir un sens pour l'élève et que l'enseignant peut s'autoriser des accommodements dans la démarche (suppression de certaines parties de l'étude par exemple).

On perçoit aisément que le mini projet en ISI doit, selon la constitution du groupe d'élèves, trouver un équilibre différent entre les deux propositions.

La réussite du mini projet impose une démarche structurée même si certaines étapes peuvent être totalement ou partiellement prises en charge par le professeur. La structuration se fait autour de quatre étapes principales :

- la spécification, qui permet l'engagement contractuel entre le "client" et le "concepteur" ;
- la recherche de solutions, qui est une construction intellectuelle itérative et anticipatrice ;
- la réalisation, qui permet une validation progressive tout en autorisant le droit à l'erreur et la gestion des aléas ;
- la validation finale et la mise en œuvre, au regard du respect des spécifications.

Dans le cadre du mini projet, la production attendue en ISI fait principalement appel à des savoirs et savoir-faire déjà abordés dans les différents cycles de travaux pratiques, pour leur donner du sens et éventuellement les renforcer et les consolider. L'organisation et le déroulement des activités privilégient la créativité, l'initiative et le travail de groupe avec ses contraintes de répartition des tâches, de communication et de synchronisation.

Lors du mini projet, les élèves mènent leurs activités à partir :

- du dossier technique et de tout ou partie des fichiers relatifs à un produit existant dans le laboratoire ou présentant avec celui-ci des similitudes fonctionnelles fortes,
- de bases de données internes et externes accessibles (catalogues, normes, CD ROM, base documentaire informatisée, bibliothèque de composants, sites Internet,...) ,
- de tout ou partie du ou des produits réels objets de l'étude ,
- de postes informatiques en réseau ,
- d'une éventuelle visite d'entreprise.

En ayant toujours le souci de la présence et de la mise à disposition des élèves des objets réels, les problématiques caractérisant les résultats attendus dans l'activité de mini projet peuvent être les suivantes.

- Réaliser un document technique et son environnement de présentation (images, dessins techniques, perspectives, animations, présentations assistées par informatique...etc) selon un point de vue imposé :

- ♦ point de vue "utilisateur" : notice d'utilisation et/ou d'entretien d'un produit ou système,
 - ♦ point de vue "mainteneur" : notice de démontage ou de maintenance d'un produit ou système,
 - ♦ point de vue technico-commercial : notice de présentation d'un produit déjà étudié dans l'année pour un acheteur éventuel.
 - ♦ point de vue intégrateur : notice de montage, de câblage, de configuration dans plusieurs phases d'utilisation, de mise en service de tout ou partie d'un système;
 - ♦ autres points de vue ...
- Dans une logique d'analyse concurrentielle, réaliser une présentation comparative de deux produits répondant au même besoin.
 - Pour une évolution du cahier des charges, proposer, décrire et justifier les modifications nécessaires des paramètres et/ou du comportement d'un produit ou système existant pour répondre à l'évolution du besoin. Réaliser les modifications techniques (réglages et/ou programmes) valider et consigner la modification.
 - Présenter les similitudes entre un équipement présent dans le laboratoire et une installation industrielle observée dans le tissu économique voisin.
 - Pour un système comportant un nombre limité de pièces ou de constituants proposer une évolution de produit en réponse à une évolution modeste du besoin et la traduire par un document technique adapté.
 - Pour un système de conception modulaire choisir et agencer des constituants en réponse à un cahier des charges imposé.
 - Rechercher, proposer et discuter des alternatives de principes de solutions pour réaliser une fonction technique simple donnée, définie par son cahier des charges.

Ces différentes problématiques ouvrent un éventail de choix relativement conséquent, quant aux sujets possibles de mini projets. Un des éléments qui préside à ce choix, outre la faisabilité, doit être la motivation première des élèves qui contribuera beaucoup, à ce niveau, à la dynamique de l'action et à la réussite.

Les équipes de projet doivent être de taille limitée (3 ou 4 élèves) et il semble préférable d'avoir des équipes travaillant sur des projets voisins (voire identiques) plutôt que d'augmenter leur taille. La recherche d'une émulation entre groupe est souvent un élément positif favorisant les coopérations.

Lors de la phase de "conception", et cela quelle que soit la nature du projet, le professeur qui joue le rôle de chef de projet pilote les réunions des équipes qui fonctionnent comme de petites revues de projet. A cette occasion il convient d'être attentif à la construction des argumentaires par les élèves, à la rigueur du vocabulaire et aux capacités d'écoute au sein du groupe de travail. Les qualités développées à cette occasion participent à l'évidence au renforcement des apprentissages linguistiques et à l'éducation citoyenne du jeune.

A l'issue de la période de l'année dévolue au projet, une présentation orale courte et structurée, s'appuyant au besoin sur une présentation audiovisuelle, doit être organisée devant l'ensemble du groupe ou de la division. Elle doit être l'occasion d'échanges entre tous les élèves de la division, valorisant ainsi le travail réalisé. Pour l'enseignant, cette période est l'occasion de détecter les points du programme sur lesquels, jusqu'à la fin de l'année, il conviendra de faire porter l'effort de formation.

RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA COMMUNICATION TECHNIQUE ET AU TRAVAIL EN EQUIPE

La nécessité d'échanger des informations fiables et les conditions requises pour en assurer une transmission sans défaut constituent le point déterminant du travail de collaboration entre élèves en travaux pratiques ou en mini projet.

La communication technique devient alors une préoccupation permanente de l'enseignant dans l'ensemble des activités proposées tout au long de l'année. De nombreuses séances de travaux pratiques intègrent la représentation graphique du réel qui constitue un aspect dominant du sujet.

L'activité de projet en groupe est le terrain privilégié pour faire émerger le besoin d'échanges techniques exprimés et compris par les différents acteurs d'une même production. De ce fait, les activités liées au projet sont l'occasion de faire travailler les élèves sur les points clés de la communication et de la communication technique en particulier.

Le destinataire et la nature des informations qui doivent lui parvenir imposent un tri et un contrôle de ces informations ainsi qu'un choix du moyen (et éventuellement du canal technique) de transmission.

Un technicien ou un ingénieur dispose d'une panoplie importante de moyens d'expression : la parole, l'écriture, l'expression graphique (dessin 3D, 2D, schéma, croquis à main levée,...), la photo, le film, l'animation, la couleur, etc., associés à des supports matériels divers : papier, tableau, rétroprojecteur, T.I.C., téléviseur, téléphone, télécopieur, ...

La mobilisation de ces moyens n'a de sens que si certaines des conditions de la transmission des informations sont bien remplies, à savoir :

- l'exactitude de l'information à émettre,
- une expression ou un codage clair et précis par le rédacteur qui émet l'information,
- la synchronisation, l'écoute, le décodage et la bonne compréhension de ceux qui reçoivent l'information.

Ainsi, tout au long de l'année, et plus particulièrement dans le cadre du projet dont la production s'accompagne d'une communication, l'enseignant doit exiger de la part des élèves la précision du vocabulaire, la construction de phrases, l'élaboration de raisonnements logiques et le respect des normes pour décrire et justifier une solution technique ou un comportement.

La répartition en sous-tâches du projet et l'organisation de revues de projet sont de bonnes occasions pour mettre l'accent sur la synchronisation des communications techniques, sur l'utilisation de langages rigoureux et communs entre les acteurs du mini projet.

Le projet est également l'occasion de développer chez l'élève les compétences relatives à la recherche documentaire, à l'utilisation des bases de données techniques disponibles dans l'établissement et sur le réseau Internet.

CONSEILS D'EQUIPEMENT

La principale évolution concernant les équipements du laboratoire est l'introduction de produits ou systèmes modernes, pluri ou mono techniques, représentatifs des technologies actuelles et proches de l'environnement de vie des élèves, à côté des systèmes et sous-systèmes existants. Il peut ainsi être proposé dans le laboratoire de nouveaux produits adaptés et complémentaires pour atteindre les objectifs du référentiel, répondant mieux aux motivations et aux représentations des élèves, et accessibles en termes d'activités et de manipulations.

Cette ouverture est sans doute l'occasion de compléter le parc d'équipement actuel des systèmes automatisés par des objets plus proches des élèves, plus conformes à leurs représentations de la technologie et répondant à des besoins simples de la vie quotidienne.

Quelques champs privilégiés pourront être utilement explorés, comme :

- les sports ;
- les loisirs ;
- les transports ;
- la domotique ;
-

Contrairement aux systèmes automatisés parfois complexes et toujours représentatifs de solutions techniques industrielles, ces nouveaux supports d'enseignement peuvent être dédiés à une activité précise (en fonction de leur coût d'achat, de leur pertinence, de leur accessibilité) et présenter des solutions techniques intégrées et optimisées selon des critères technico-économiques. Cette illustration des évolutions techniques actuelles est importante et doit permettre de justifier uniquement qualitativement les futurs enseignements relatifs à :

- l'adaptation des matériaux et procédés aux produits ;
- l'intégration partie commande - partie opérative ;
- les évolutions des besoins, des normes, des contraintes environnementales ;
- l'ensemble des relations entre compétitivité, esthétique et solutions techniques de base utilisées...

ANNEXE

Adresses Internet utiles pour trouver

- ♦ les dernières mises à jour du document d'accompagnement ;
<http://www.eduscol.education.fr>
- ♦ des exemples, des expériences, des ressources documentaires :
 - ♦ des sites nationaux : <http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr> et de nombreux sites académiques qu'il faut explorer;
 - ♦ des revues : Technologies et formation , Technologie, etc.