
OBJECTIFS DU GUIDE D'EQUIPEMENT.

Ce guide d'équipement constitue **une recommandation d'implantation et d'aménagement des locaux** de la série S SI pour tous les lycées, dans une démarche évolutive, sans volonté de figer un cadre trop rigide.

Ce guide d'équipement est en cohérence avec le référentiel paru au BO Hors Série n°3 du 30 août 2001 et son livret d'accompagnement.

Il est destiné aux instances rectoriales et régionales, aux architectes et bureaux d'études, aux responsables de l'équipement des laboratoires de Sciences de l'Ingénieur de la série Scientifique.

Ce guide précise en particulier :

- les caractéristiques des locaux à construire ou à

restructurer,

- les équipements nécessaires et une estimation du budget qu'il faut associer à la création d'un laboratoire de SI.

Il s'adresse aussi **aux responsables pédagogiques**. Il leur permettra, en relation avec les instances rectoriales et régionales, de mieux définir leurs besoins en équipement en parfaite cohérence avec les objectifs pédagogiques du programme de SI.

Ce guide présente donc des informations, conseils techniques et pédagogiques que chacun pourra adapter aux situations locales.

DEFINITION DES ZONES D'ACTIVITE

Organisation fonctionnelle du laboratoire de Sciences de l'Ingénieur.

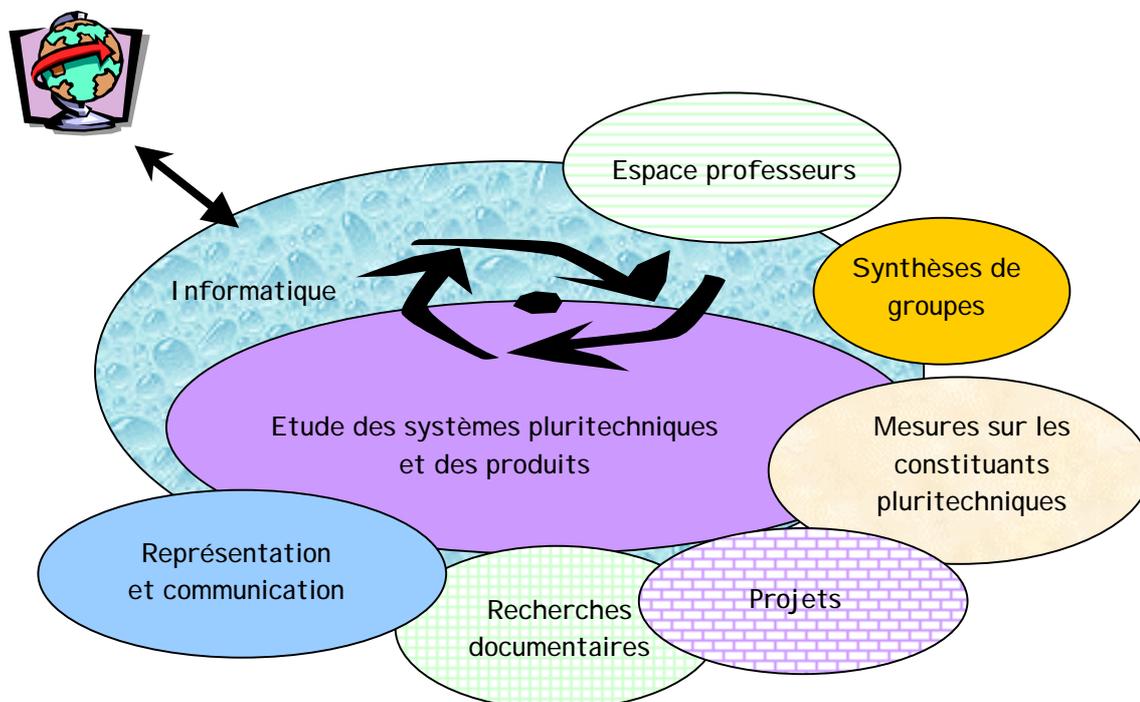
Ce laboratoire est unique pour toutes les activités de travaux pratiques, de synthèse, de projet. Cette polyvalence doit conduire à l'aménagement d'un véritable espace de formation permettant de réaliser ces diverses activités avec une grande souplesse, sans changer la configuration matérielle.

Les contenus du programme mettent en évidence des pôles dominants d'activités à stabiliser (figure ci-dessous) qui conduisent à une organisation fonctionnelle de l'espace.

Précisions relatives aux zones d'activités.

Il s'agit d'agencer un espace de formation qui privilégie une approche pluritechnique des systèmes et des produits autour des 4 axes structurants de la formation (chaîne d'information, chaîne d'énergie, analyse fonctionnelle, représentation et schématisation) et non pas une approche spécialisée de type "métier".

Selon le centre d'intérêt traité, le problème particulier à étudier, les supports systèmes ou produits retenus, le professeur configure spécifiquement les postes de travail sur chacune des zones d'activités correspondantes.



Ceci nécessite la mise en place d'un calendrier de formation et d'une organisation pédagogique rigoureuse, propre à chaque équipe (cf. Annexe 1 du document d'accompagnement)

Dans un laboratoire qui peut accueillir une classe entière de 36 élèves en travaux pratiques, les deux professeurs intervenant simultanément seront souvent amenés à construire et proposer des activités relatives à deux centres d'intérêt dans une même séance de Travaux Pratiques. Il est donc indispensable d'aménager une zone spécifique de réunion permettant de regrouper les élèves pour effectuer les courtes mais nécessaires synthèses et séquences de formalisation, propres à chacun de ces centres d'intérêt.

Les pôles d'activités

- **Représentation et communication.**

Il s'agit du pôle principal pour les activités relatives au CI3 et d'un pôle ressource important pour les CI10, CI11, CI4 et CI5.

En projet, cette zone est le lieu de rédaction et d'élaboration de documents de communication.

- **Etude des systèmes pluritechniques et des produits.**

Dans tous les centres d'intérêt, un grand nombre de travaux pratiques se dérouleront sur le système lui-même, un de ses sous-ensembles ou un de ses constituants.

Ce pôle fondamental constitue donc le lieu de la plupart des activités et de l'étude des problématiques qui sous-tendent l'activité.

- **Mesures sur les constituants pluritechniques.**

Cette zone, flexible en fonction d'un type d'énergie (mécanique, électrique, pneumatique...), doit permettre la mise en place des activités relatives aux CI3, CI4, CI5, CI6, CI7 et CI9.

Ainsi, selon le besoin et les activités pratiques en cours, les postes permettront d'effectuer des mesures de forces, de déplacements, de vitesses, de débits, de pressions, de tensions, d'intensités, de résistances, de fréquences qui seront exploitées soit directement (lecture directe), ou importées après traitement dans un tableur bureautique pour les exploitations souhaitées.

- **Recherches documentaires.**

En liaison avec l'ensemble des activités, elle doit permettre aux élèves de trouver les informations dont ils ont besoin (dossier technique des systèmes, fiches techniques sur les constituants et composants, travaux de référence, ouvrages et revues spécialisées...)

Un classement rigoureux doit être mis en place par l'équipe des professeurs afin de gérer cette ressource et d'en favoriser l'utilisation directe par les élèves. Cette recherche documentaire exploite également les ressources disponibles, grâce au réseau Internet. La consignation des informations peut rendre utile l'exploitation d'un SGDT simple à mettre en œuvre.

- **Projets.**

En phase de recherche, et en particulier de mise en œuvre définitive, il est nécessaire de réserver une zone où les élèves pourront selon le cas, percer, câbler, souder, assembler, monter, ...

- **Synthèse de groupes.**

La démarche inductive et dynamique d'enseignement demandée au professeur impose un lieu de regroupement, très rapidement accessible, pour ancrer ou recentrer les objectifs de formation de façon interactive en présence des résultats réels et des éléments découverts en travaux pratiques.

- **Communication externe.**

Les exigences du programme, les démarches qui doivent être initiées notamment dans l'activité de projet, conduisent directement à une utilisation des moyens de communication courants : téléphone, télécopie, Internet...

Tous les postes informatiques seront connectés au réseau local, afin de favoriser cette communication externe ainsi que la gestion de la ressource en logiciels.

- **Espace professeurs.**

La démarche pédagogique de connaissance et de compréhension pluritechnique des technologies intégrées dans un produit, induite par le programme d'enseignement des Sciences de l'Ingénieur, et décrite dans le livret d'accompagnement, impose une coordination étroite entre les enseignants.

La mise en œuvre des activités pratiques nécessite un

travail organisé et extrêmement suivi de la part de l'équipe des professeurs pour construire un véritable projet pédagogique sur les deux années de la formation.

En outre, l'encadrement pluridisciplinaire des projets, nécessite un espace de travail destiné aux professeurs, spacieux, bien aménagé, convivial, et accessible à des professeurs d'autres disciplines, comme à un petit groupe d'élèves en revue de projet.

L'intégration d'un tel espace est donc indispensable pour assurer la nécessaire cohérence d'enseignement des divers savoirs et savoir-faire du programme.

ARCHITECTURE ET SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES LOCAUX.

Caractéristiques générales.

L'espace nécessaire à l'enseignement des Sciences de l'Ingénieur se décompose en quatre secteurs :

- Un **laboratoire d'enseignement technologique** où sont mis en œuvre des travaux pratiques et activités de groupe, d'au moins 160 m² de surface utile pour pouvoir accueillir une division de 36 élèves.
- Une **salle de travail professeurs** d'environ 25 m², intégrée ou attenante au laboratoire, réservée à la préparation des travaux pratiques et activités de groupe et pouvant accueillir 4 professeurs.
- Une **salle banalisée** où le cours sera dispensé en classe entière (division de 36 élèves) et qui possède un équipement multimédia de base. Cette salle est une salle quelconque de l'établissement pourvu qu'elle dispose des moyens demandés.
- Un **espace de stockage** d'environ 15 m², situé à proximité du laboratoire.

Fiche générique du laboratoire de Sciences de l'Ingénieur.

Contraintes des locaux.

- Utilisation principale : travaux pratiques et activités de groupe de Sciences de l'Ingénieur (étude, analyse et représentation de systèmes et sous-systèmes pluritechniques) réalisés en classe entière, avec emploi fréquent de l'ordinateur, soit une capacité usuelle de 36 élèves,
- Gabarit d'accès : 1,40 x 2,00.
- Hauteur libre : 2,80 m.
- Charge d'exploitation admissible : 2,50 kN/m².
- Eclairage naturel :
 - zone laboratoire : obligatoire, direct,
 - zone de synthèse et de projet : direct ou indirect,
 - espace professeurs : direct ou indirect.
- Protections des biens : serrure 3 points et capteur volumétrique de contrôle anti-intrusion.

Performances architecturales.

- Revêtement de murs : peinture lessivable.
- Revêtement de sols : classement U4 P4 E2 C2 (par exemple : linoléum ou sol coulé).

- Revêtement de plafonds : faux-plafond acoustique démontable.
- Eclairage fluorescent basse luminance :
 - général : 400 lux (possibilité de baisser à 200 lux pour les projections),
 - appoint : 600 lux sur tableau
- Protection solaire : protection contre l'ensoleillement direct et possibilité d'assombrissement.
- Acoustique :
 - isolation / autres locaux : 44 dB(A)
 - correction acoustique : durée de réverbération 0,4 s < Tr < 0,8 s (suivant l'arrêté du 9 janvier 1995)
- Température : 19 °C.
- Ventilation : naturelle.

Connexions en zone laboratoire et projet

- Eau froide : 1 points sur auge lave-mains.
- Eau chaude : 1 points sur auge lave-mains.
- Evacuation : sur auge lave-mains.
- Air comprimé (type régulation) : 8 prises rapides, pression minimale 600 kPa.
- PC usage général (utilisables même après coupure du courant des PC à usage spécifique) : 4 PC 230 V 10/16A + T.
- 40 Points d'accès [PA] courants faibles et courants forts associés (minimum 2 PA pour 10 m² de surface utile) comprenant :
 - 3 PC 230 V 10/16A + T (avec détrompeur, courant ondulé)
 - 2 Prises RJ 45 téléphone + informatique (VDI)
- 2 PA (imprimantes réseaux haut débit et traceurs) comprenant :
 - 3 PC 230 V 10/16A + T (avec détrompeur, courant ondulé)
 - Prises RJ 45 téléphone + informatique (VDI)
- Alimentation séparée sur armoire électrique, courant ondulé, distribution combinée :
 - périphérique (ceinturage de salle)
 - et/ou centrale (descente par perche).
- Point d'accès téléphone (sécurité des personnes).
- 4 points d'alimentation triphasée 400 V - 3P + T

Pour des raisons de sécurité, l'accès à ces points d'alimentation se fera dans des zones précisément identifiées.

- sous boîtier transparent avec verrouillage,
- avec mise sous tension individuelle pour chaque boîtier, enclenchée manuellement à partir de l'armoire électrique par un personnel habilité.
- alimentation signalée par témoin lumineux : dès la mise sous tension de la PC 400 V, visible par les enseignants quelle que soit la zone où ils se trouvent.

Connexions en zone de synthèse

- 2 PA comprenant :
 - 3 PC 230 V 10/16A + T (avec détrompeur, courant ondulé)
 - 2 Prises RJ 45 téléphone + informatique (VDI)

Connexions dans l'espace professeurs

- 2 PA comprenant :
 - 3 PC 230 V 10/16A + T (avec détrompeur, courant ondulé)
 - 2 Prises RJ 45 téléphone + informatique (VDI)
- Point d'accès téléphone

Equipements immobiliers

- Toutes zones :
 - tableau blanc,
 - écran de projection.
- Zone laboratoire :
 - auge lave-mains, 4 points,
 - faïence murale autour du point d'eau,
 - portant avec cintres.

Remarques

Transparence souhaitée sur l'espace de travail professeurs et la salle de synthèse (surface vitrée à déterminer)

Implantation des mobiliers.

Un aménagement possible dans un espace volontairement limité à un pourtour rectangulaire est décrit ci-dessous. Il va de soi que l'enveloppe géométrique de cet espace peut

être tout autre (carrée, polygonale..), en fonction de l'architecture propre à chaque établissement.

Une attention particulière sera portée sur le choix du mobilier équipant l'ensemble du laboratoire afin de fournir aux élèves un cadre de travail agréable, de rendre les flux de déplacement fluides par rapport aux points de regroupement, d'assurer la facilité de la maintenance et du nettoyage du matériel et des locaux.

Il en sera de même pour l'espace "professeurs".

Les couleurs, la robustesse, la flexibilité seront entre autres des éléments à prendre en considération.

Afin de standardiser une seule hauteur de siège, on veillera à ne conserver si possible qu'une seule hauteur pour les meubles servant de support aux systèmes pluritechniques et aux produits.

Cette démarche s'applique aussi pour les tables informatiques et les tables de travail.

L'utilisation d'un vestiaire mobile à cintres est préférable à des patères fixées au mur.

Les pages suivantes proposent les plans d'implantation d'un laboratoire de Sciences de l'Ingénieur pour une classe de 36 élèves :

- le premier plan propose un exemple type d'aménagement avec identification des zones d'activités,
- le second définit l'emplacement des alimentations en énergies et des prises VDI pour la mise en réseau du parc informatique.

Afin d'aider au mieux les personnes ayant en charge l'équipement d'un laboratoire, un tableau récapitulatif du mobilier et de l'équipement audiovisuel est fourni au chapitre 4.

Cette liste est donnée à titre indicatif, elle se veut être simplement un guide.

Figure 2 : Organisation structurelle du laboratoire de sciences de l'ingénieur

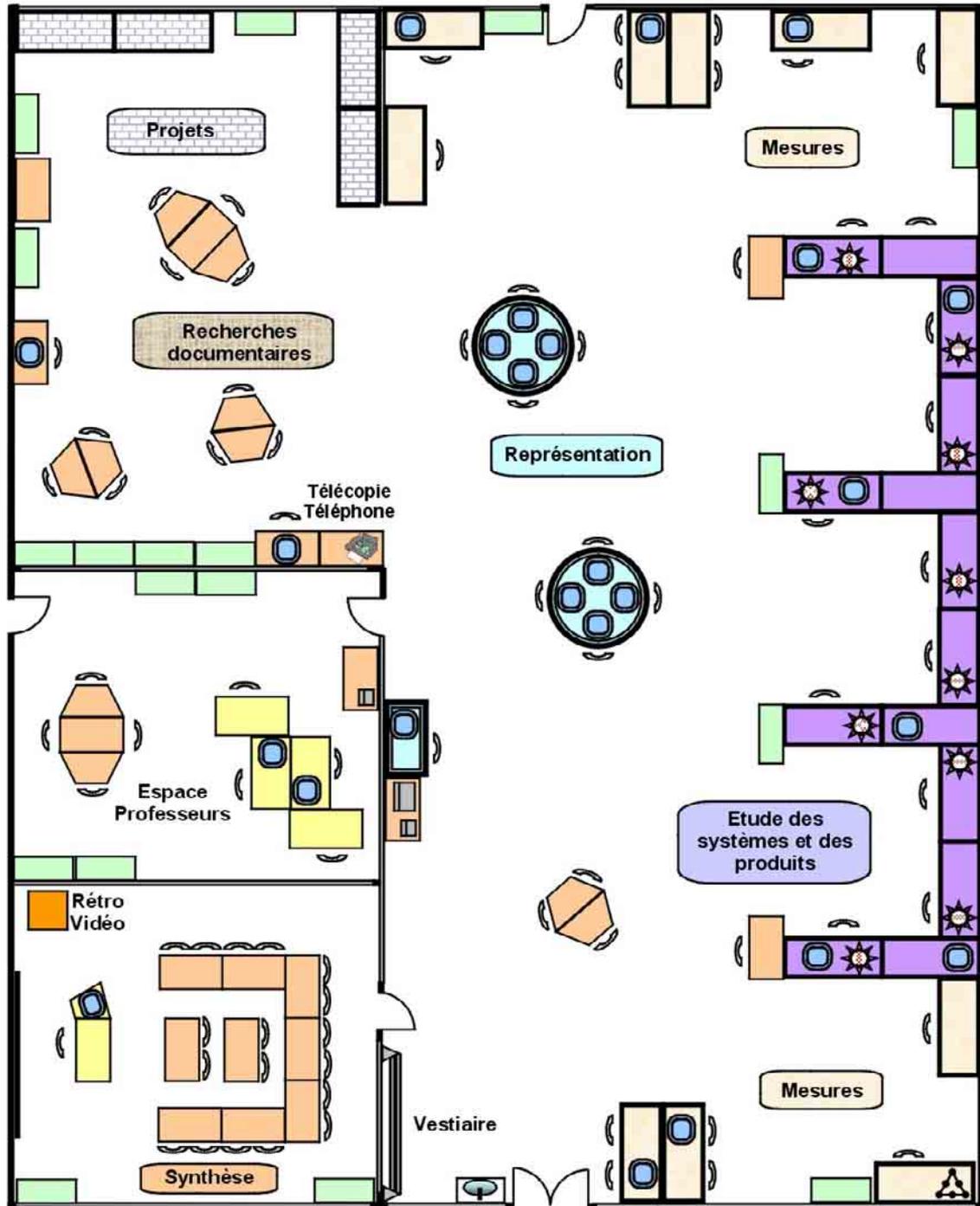
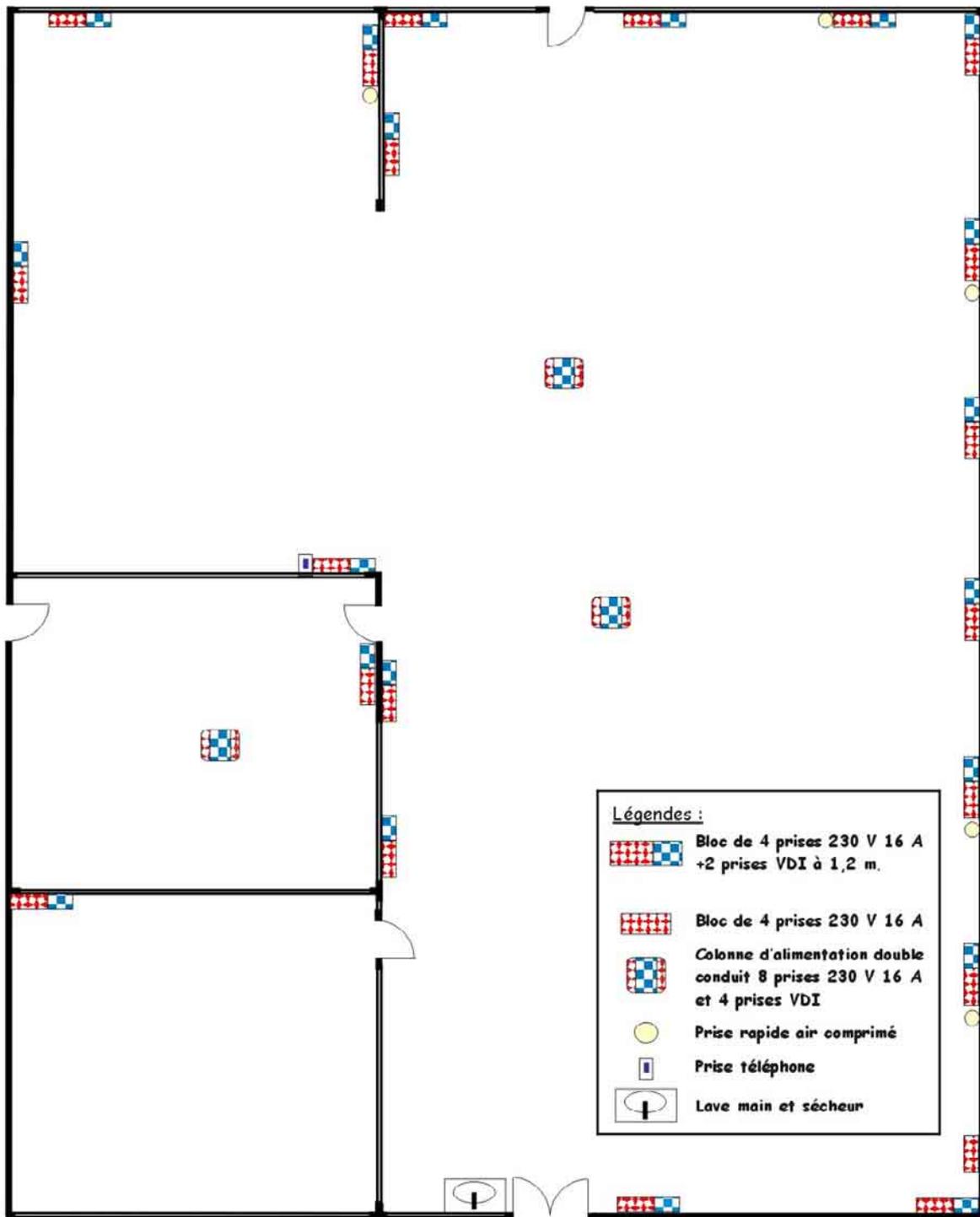


Figure 3 : Implantation des énergies du laboratoire de sciences de l'ingénieur



Cas d'un laboratoire commun aux Sciences de l'Ingénieur et à l'I.S.I.

Ce cas concerne certains E.P.L.E. généraux sans section technologique industrielle qui peuvent proposer l'enseignement de détermination I.S.I. en classe de seconde, et n'ouvrent qu'une section de première et terminale S.I.

Le laboratoire peut permettre, au regard des effectifs, d'assurer les deux enseignements. Néanmoins, il convient d'être vigilant sur les deux points essentiels ci-après.

La planification d'utilisation du laboratoire.

Il est fortement recommandé d'organiser le passage des classes dans la semaine, sans croisement de niveau entre les secondes, les premières et les terminales.

En effet, chaque niveau requiert une organisation pédagogique rigoureuse, avec une mise en place précise des postes de manipulation, en fonction des objectifs d'enseignement.

Il est donc souhaitable de limiter au maximum dans la semaine les déplacements et mises en place de matériels qui conduisent à de nombreux désagréments (pannes, retards, désordres, dégradation précoce des matériels)

Un passage organisé des niveaux, par exemple l'utilisation du laboratoire en ISI en début de semaine, puis en première et terminale SI en fin de semaine, avec une discontinuité entre les niveaux d'une à deux heures est indispensable au bon déroulement des formations.

La capacité d'accueil de 36 élèves peut permettre, également en ISI, l'utilisation du laboratoire en classe entière avec deux professeurs.

L'acquisition de quelques matériels complémentaires adaptés.

Pour l'enseignement de l'ISI, dont l'approche doit rester à la portée d'élèves de seconde, des systèmes et des produits plus adaptés devront compléter les supports utilisés pour SI et ceci en nombre suffisant, si l'on choisit d'y accueillir une classe entière.

Sans changer l'organisation structurelle du laboratoire, ces supports appropriés trouveront leur place au côté des supports utilisés en SI dans l'espace "Etude des Systèmes et des Produits".

A partir de produits et de systèmes utilisés prioritairement en SI, il est possible d'acquérir quelques chaînes fonctionnelles simples et adaptées à l'enseignement en ISI.

EQUIPEMENTS.

Mobilier et appareils audiovisuels et de communication pour un laboratoire.

Les caractéristiques fournies permettront aux professeurs de choisir les équipements du commerce qui conviendront le mieux.

Les exemples cités ne le sont qu'à titre indicatif.

Mobilier :

- 17 tables rectangulaires, 130 x 50
- 10 tables trapézoïdales, 120 x 80
- 2 tables (4 postes en marguerites) pour informatique
- 1 table informatique 150 x 80
- 4 établis pour la zone "projet", 175 x 75
- 10 Tables (type bureau) avec bandeaux rapportés pour la zone "mesures"
- 4 tables (type bureau) pour la zone "systèmes"
- 1 bureau laboratoire professeur
- 4 bureaux espace professeurs
- 74 chaises simples
- 6 armoires hautes à portes rideaux
- 12 armoires basses à portes rideaux
- 2 rayonnages
- 1 table de rétroprojecteur
- 1 table vidéo sur roulettes
- 1 table pour téléphone et télécopie
- 1 tableau blanc

- 1 vestiaire mobile
- 2 lots de 20 cintres

Appareils audiovisuels et de communication :

- 1 ordinateur portable
- 1 vidéo projecteur
- 1 rétro projecteur portable
- 1 écran mural
- 1 téléphone
- 1 télécopieur

Equipements pédagogiques pour un laboratoire.

Les systèmes et produits nécessaires à l'enseignement des travaux pratiques en classes de **première et de terminale S Sciences de l'Ingénieur** intègrent les fonctions techniques et les solutions constructives retenues dans le programme. Comme le montre le tableau 1 (extrait du livret d'accompagnement) et reproduit ci-dessous, ils peuvent être classés en trois familles complémentaires, et doivent comporter des chaînes de constituants explicitement désignés dans les figures 5 et 7 de ce même document d'accompagnement.

Tableau 1 : Classification des supports de travaux pratiques.

Familles de systèmes		Exemples (liste non exhaustive)	Caractéristiques
Produits industriels	Systèmes de production de bien ou de service	Générateur, transformateur d'énergie Pompe solaire Systèmes de contrôle d'accès	Avantages : - partie opérative à structure simple ; - chaînes d'énergie et de commandes identifiables et ouvertes ; - intégration des fonctions limitées ; - programmation accessible et adaptée à une variété de tâches ; - interface homme-machine explicite ; Inconvénients : - image peu représentative de la technologie quotidienne des jeunes.
	Systèmes d'assemblage et de conditionnement	Système de remplissage Appareils portatifs, outillages Systèmes de positionnement	
	Systèmes de manutention	Système de convoyage Système de tri de pièces Système d'assemblage Systèmes de contrôle Commande d'axe	
Produits grand public	Systèmes « fermés » ; pré-programmés	Périphériques de micro-informatique Systèmes embarqués Systèmes de transports Systèmes immotiques Appareils électroménagers	Avantages : - image très représentative des technologies actuelles ; - programmation accessible et adaptée à des tâches spécifiques ; Inconvénients : - partie opérative à structure parfois complexe ; - intégration des fonctions élevée ; - chaînes d'énergie et de commandes peu lisibles ; - interface homme machine limitée.
	Systèmes programmables	Robots domestiques Systèmes de loisirs et de sports Appareils associés à la micro-informatique, l'audiovisuel Jouets scientifiques	
Produits didactiques	Banc d'études des comportements d'un actionneur...	Banc d'étude d'un vérin pneumatique Banc d'étude d'une motorisation électrique	Produits dédiés à un apprentissage précis, permettant des activités pratiques de découverte, d'analyse et de formalisation des connaissances.
	Platines de tests d'une famille de composants...	Platine de câblage de commande d'un actionneur Platine de tests de capteurs	
	Systèmes reliés en réseau	Pilotage et surveillance d'un système intégrant un réseau Ethernet, un réseau de terrain et un accès Internet.	
	Chaînes d'information dédiées à l'étude du comportement des systèmes de traitement.	Chaîne intégrant un API Chaîne intégrant une carte à microcontrôleur. Module logique programmable Composant logique programmable	
	Systèmes dédiés à l'étude d'un concept, d'une loi...	Appareil permettant la matérialisation des efforts dans une liaison Pince photo élastique Banc de traction-flexion	

L'annexe 2 du document d'accompagnement précise les problématiques à proposer aux élèves ainsi que les fonctionnalités des produits permettant de les traiter.

Pour permettre aux élèves d'acquérir une culture des solutions constructives la plus large possible, il convient de veiller d'une part à diversifier les domaines d'appartenance de ces supports et d'autre part à ce que ceux-ci répondent à l'objectif pluritechnique de la formation en contenant des chaînes d'information, des interfaces et des chaînes d'énergie.

Tout produit ou système devra également être accompagné d'un dossier technique, sous forme numérique, comprenant : plans, nomenclature, schémas, références des composants, complétées par des notices techniques du constructeur précisant ses caractéristiques, notices d'utilisation et de maintenance. Le dossier devra également fournir les éléments nécessaires aux développements pédagogiques prévus : description fonctionnelle externe avec le cahier des charges, description fonctionnelle interne, représentations diverses des solutions constructives

(schémas divers, plans 2D, 3D, graphes logiques, ...) respectant les normes en vigueur et utilisant les outils de représentation d'actualité.

L'étude des problématiques retenues dans l'annexe 2 nécessite souvent de pouvoir disposer des chaînes d'énergie, des interfaces et des chaînes d'informations didactiques extraites des produits, permettant ainsi une approche directe des fonctions techniques et des solutions constructives retenues.

Enfin, l'ensemble des moyens proposés doit être en accord avec **les normes et des règles de sécurité** en vigueur.

Sécurité.

Machines.

En application de la directive européenne machines¹, transposée dans le code du travail (décrets de juillet 1992), tout équipement répondant à la définition de l'article R 233-83 (1° : machines) est soumis au marquage CE et à la déclaration CE de conformité, sauf s'il est mû par la force humaine employée directement (R233-83-1)

Les machines maintenues en service sont soumises au décret n°93-40 du 11 janvier 1993 : mise en conformité avant le 31 décembre 1996, dernier délai (sauf matériels de levage : date limite repoussée au 1^{er} janvier 2000)

Les matériels ou appareils électriques doivent être conformes à la norme internationale CEI 10.10 et aux normes particulières qui les concernent. Il est rappelé que

les marques ou certificats de conformité constituent des présomptions de conformité à la réglementation.

A partir du 1^{er} janvier 1997, le seul mode de preuve de conformité reconnu est le marquage CE (accompagné d'une déclaration CE de conformité)

Le maintien en état de conformité (machines neuves, machines rénovées, matériels et appareils électriques) est obligatoire.

Matériels informatiques.

L'application du décret 91.451 du 14 mai 1991, relatif à la présentation des risques liés au travail sur équipements comportant des écrans de visualisation est obligatoire.

Les caractéristiques des équipements doivent être conformes aux chapitres V et VI du décret.

L'organisation du travail, la surveillance de la santé des utilisateurs, les conditions d'ambiance pendant l'utilisation doivent être conformes aux chapitres II, III, et IV du décret.

¹ Une machine est un ensemble de pièces ou d'organes liés entre eux, dont au moins un est mobile, et le cas échéant, d'actionneurs, de circuits de commandes et de puissance réunis de façon solidaire en vue d'une application définie, telle que notamment, la transformation, le traitement et le conditionnement de matériaux, et le déplacement de charges avec ou sans changement de niveau.

Equipements pédagogiques.

Les tableaux suivants, extraits des spécifications de l'annexe 2 du document d'accompagnement, décrivent la définition technique ou les fonctionnalités des supports d'enseignement permettant de traiter les problématiques associées aux fonctions retenues pour les 45 thèmes proposés sur les deux années de formation.

- Postes informatiques en réseau

(Voir tableau 2)

- Périphériques

- 1 imprimante couleur A3 avec carte réseau intégrée
- 2 imprimantes couleur A4 avec carte réseau intégrée
- 1 imprimante laser noir et blanc A4 avec carte réseau intégrée
- 1 vidéo projecteur
- 1 scanner

- Logiciels

(Voir tableau 3)

- Supports des activités de travaux pratiques

(Voir tableau 4)

Pour couvrir le programme, les équipements du laboratoire doivent intégrer l'ensemble des fonctionnalités énoncées dans le tableau ci-dessous. Ceci n'exclue pas l'utilisation de supports couvrant plusieurs de ces fonctionnalités pour atteindre cet objectif.

Nota

Afin de permettre la mise en œuvre de la pédagogie par centre d'intérêt et même si un objectif peut être atteint avec des supports différents, le doublement de certains supports est nécessaire (sous-ensembles mécaniques, capteurs ou actionneurs supplémentaires par exemple) Lorsque la division comprend 36 élèves, les postes pourront parfois être triplés.

En outre, comme le montre le tableau, on devra s'orienter vers des investissements moins lourds que par le passé, afin de privilégier le nombre et la diversité des supports, permettant de traiter l'ensemble du programme avec efficacité.

- Moyens de mesures et de manipulations

(Voir tableau 5)

Tableau 2 : Postes informatiques				
Zone d'activité	Type de configuration	Configurations selon le nombre d'élèves		
		pour 36	pour 30	pour 24
Représentation Communication	UC pour DAO et CAO en réseau et écran plat 17 "	9	8	6
Mesures sur constituants	UC pour acquisition et traitement de données	6	4	4
Ressource documentaire	UC de type bureautique connecté au CDI et à Internet	2	2	2
Espace professeurs	UC + serveur	2 + 1	2 + 1	2 + 1

Tableau 3 : Logiciels	
Typologie des logiciels	Nombre de postes concernés pour 36 élèves
Modeleur 3D, variationnel et paramétré	12
Bibliothèque de composants mécaniques compatible avec le modeleur	8
Calcul et simulation mécanique compatible avec le modeleur	8
Eléments finis (module 3D)	2
Editeur de schémas électriques et pneumatiques assurant la simulation	8
Atelier logiciel pour automate programmable conforme IEC 61131-3, (utilisant les langages : Ladder LD, inspiré Grafset SFC et si possible littéral ST)	4
Editeur de modèles de commande (blocs fonctionnels, Grafset, etc.) équipé des post-processeurs compatibles avec les automates programmables utilisés et assurant la simulation d'animation de partie opérative	4
Editeur de spécifications comportementales (algorithmiques et si possible Grafset) permettant de générer automatiquement le code sur carte à micro-contrôleur	5
Compilateurs logiques pour composants logiques programmables	2
Editeur de logigrammes assurant la simulation du comportement logique de systèmes combinatoires	4
Logiciel de rédaction d'un cahier des charges	1
Logiciel de gestion de projet	1
Système d'exploitation	20
Traitement de texte, tableur et logiciel de présentation	20
Logiciel de traitement d'images	2

Tableau 4 : Supports des activités de travaux pratiques	
Fonctionnalités des systèmes et des produits	Nombre
Pilotage d'un système par automate programmable industriel (au minimum un système équipé d'un terminal de dialogue, l'un des systèmes intègre un bus de terrain)	2
Pilotage d'un système par commande intégrée à base de micro-contrôleur avec accès au système de traitement	4 mini
Commande distribuée, pilotage et surveillance à distance, communication entre ordinateurs et une chaîne d'information intégrant un automate programmable ou une carte à micro-contrôleur, accès aux données via Internet	2
Réversibilité d'une chaîne d'énergie	1
Conversion et transmission d'énergie sous diverses formes (autres qu'électromécanique) pour évaluation du rendement	1
Motorisation d'une chaîne d'énergie par moteur asynchrone avec moteur asynchrone identique supplémentaire pour le démontage	1
Conversion d'énergie par vérin avec un vérin supplémentaire identique pour le démontage	1
Motorisation d'une chaîne d'énergie par moteur à courant continu à vitesse variable avec moteur à courant continu identique supplémentaire pour démontage	1

Mise en évidence du comportement dynamique d'une chaîne d'énergie comprenant un mouvement de translation et un mouvement de rotation	1
Mise en évidence des solutions d'assemblages, de guidages, de transmissions issus ou représentatifs des systèmes présents dans le laboratoire (nombre important de supports pour renouveler l'intérêt)	4 à 6
Produits didactiques :	
- Automate programmable avec atelier logiciel	2
- Carte à micro-contrôleur avec logiciel	2
- Composant logique programmable avec compilateur logique	2
- Banc d'essai de capteurs	1
- Banc de mesure des déformations de pièces sous charge	1
- Banc de test de comportement de pré-actionneurs avec des pré-actionneurs identiques supplémentaires	1

Tableau 5 : Moyens de mesures et de manipulations	
Désignation des équipements	Nombre
Multimètre numérique	6
Pince ampèremétrique	4
Oscilloscope à mémoire	2
Alimentation double (0 à 30 V / 3 A)	4
Générateur de fonctions (0,2 à 2 MHz)	2
Console de câblage électro-pneumatique	4
Jeu d'outillage pour câblage et connexion électrique et électronique	4
Pied à coulisse digital	4
Micromètre d'extérieur, d'intérieur	2 de chaque
Dynamomètre (autonome ou à affichage numérique)	2
Clé dynamométrique	1
Comparateur	2
Tachymètre	2
Chronomètre	2
Manomètre	2
Thermomètre	1
Etau pour établi	1
Mallette outillage à main : clés, tourne vis, pinces diverses, etc.	4

BUDGET D'INVESTISSEMENT

Le tableau 6 donne une estimation des montants d'investissement initial en matériel pédagogique pour la création d'un laboratoire de sciences de l'ingénieur destiné aux classes de première et terminale.

Il conviendra de prévoir un budget de renouvellement annuel en matériel pédagogique, selon les matériels

présents dans le laboratoire ; et un budget de fonctionnement, en particulier pour la réalisation des projets en classe de terminale (achat de petits matériels, fabrications, expérimentations, réalisation de dossiers d'accompagnement,...)

Tableau 6 : Budget initial d'investissement	
Postes et matériels	Coûts
Mobilier	20 000 €
Appareils audiovisuels et de communication	8 000 €
Postes informatiques, périphériques et logiciels	43 000 €
Supports pédagogiques ; matériels didactiques, de mesures, de manipulations	69 000 €
TOTAL	140 000 €