



éduscol



Ressources pour le collège

Ressources pour le collège

Guide d'équipement pour les laboratoires de technologie au collège

Le guide ci-après a été conçu pour la mise en œuvre du programme d'enseignement de technologie au collège. Il présente la configuration optimale des équipements et des locaux nécessaires pour cet enseignement. **Ce guide a une valeur strictement indicative, et non prescriptive.**

Ces documents peuvent être utilisés et modifiés librement dans le cadre des activités d'enseignement scolaire, hors exploitation commerciale.

Toute reproduction totale ou partielle à d'autres fins est soumise à une autorisation préalable du Directeur général de l'enseignement scolaire.

La violation de ces dispositions est passible des sanctions édictées à l'article L.335-2 du Code de la propriété intellectuelle.

Mai 2013

Sommaire

1. Introduction	2
2. L'usage des outils numériques	3
1. Les systèmes ¹ pluri-technologiques étudiés	3
2. Le pilotage des systèmes pluri-technologiques	3
3. La mobilité des outils numériques	4
4. Le travail collaboratif	4
5. Un apprentissage personnalisé	4
3. Les espaces d'enseignements	4
1. Le pôle sciences et technologie dans le collège	4
2. Le laboratoire de technologie	6
1. La zone de mutualisation comprend	7
2. La zone d'îlots	7
4. Les supports didactiques	10
1. Typologie des supports didactiques	10
2. Supports didactiques à privilégier selon les niveaux	11
5. Les appareils de mesure	12
6. Les outils informatiques (Matériels et logiciels)	13

¹ Un système est un arrangement d'éléments en interactions, organisés en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs définis (norme ISO/IEC 15288 :2002)

1. Introduction

Les indications apportées dans ce document décrivent les équipements et les espaces relatifs à l'enseignement de la technologie pour un collège nouvellement construit ou restructuré. Dans de nombreuses situations les principes d'aménagement seront à adapter aux contraintes architecturales existantes.

Ce guide est établi avec la volonté d'optimiser les espaces et l'utilisation des matériels dans le respect des finalités de l'enseignement de la technologie décrits par les programmes publiés au BOEN.

L'enseignement de la technologie est une composante des enseignements scientifiques au collège

Les finalités de l'ensemble des disciplines scientifiques sont explicitées dans un même texte. Celui-ci souligne que l'enseignement de la technologie contribue à construire une première représentation du monde dans lequel vivent les élèves. Pour ces disciplines, les démarches pédagogiques sont harmonisées et convergentes. Toutes contribuent à l'acquisition des compétences du socle commun.

Enseigner les sciences et la technologie dans un même pôle

La constitution d'un « pôle » pour les enseignements de sciences expérimentales et de technologie est souhaitable afin de favoriser les travaux interdisciplinaires et permettre une mise en commun de certains matériels.

Une discipline en lien avec les évolutions de la société

Fondée sur une approche concrète du réel, la technologie construit pour l'élève des compétences lui permettant d'appréhender les systèmes techniques dans leur contexte sociétal.

La nature des démarches et des pratiques pédagogiques de cette discipline nécessite une utilisation permanente des outils numériques connectés. L'interactivité et les nouvelles représentations du réel transforment les apprentissages et les rendent plus efficaces.

Des modalités d'enseignement diversifiées, favorisant le travail en équipe

La conduite de la classe est organisée pour favoriser l'apprentissage en équipe et les prises d'initiative. Les activités s'effectuent souvent en équipe (4 à 6 élèves) mais parfois aussi individuellement. En début et en fin de séance le professeur a besoin de s'adresser à l'ensemble des élèves pour le lancement et la conclusion des activités. La configuration de la salle doit donc permettre à chaque élève de se tourner vers un document projeté ou vers le professeur.

Les activités d'investigation, de résolution de problème ou de projet conduisent les élèves à effectuer des recherches documentaires, des manipulations sur des systèmes réels, des expérimentations et des mesures, des simulations, des réalisations matérielles collectives. Toutes ces activités mettent en œuvre des outils informatiques connectés.

2. L'usage des outils numériques

L'usage des outils numériques est généralisé dans l'enseignement de la technologie. Il contribue pleinement à la construction d'une culture numérique du collégien en synergie avec les autres disciplines. L'enseignement de la technologie met en œuvre des outils spécifiques, lors d'activités variées d'analyse, de simulation de production et de communication.

En plus des usages courants, l'ordinateur et la tablette sont aussi des outils qui permettent :

- de mettre en œuvre un travail collaboratif ;
- de procéder à des expérimentations assistées ;
- de donner une représentation virtuelle du réel ;
- d'utiliser des modèles numériques ;
- de simuler des comportements d'un système ;
- d'analyser les performances d'un système ;
- de concevoir des solutions techniques ;
- de piloter des systèmes pluri-technologiques distants ou non ;
- de procéder à des traitements numériques ;
- d'appréhender le processus de traitement et de transmission de l'information ;
- de communiquer avec des moyens de prototypage ;
- de présenter des résultats.

Les performances de ces matériels, ordinateurs et tablettes, doivent être adaptées à ces usages. L'interopérabilité informatique est indispensable, notamment afin d'assurer la continuité de la chaîne numérique.

1. Les systèmes pluri-technologiques étudiés

En complément de l'étude des systèmes matériels disponibles dans le laboratoire, la découverte de différentes solutions techniques et l'étude des comportements peuvent être réalisées au moyen de modèles virtuels.

Les outils numériques rendent possible l'étude de systèmes, non présents dans le laboratoire, pour modifier leur comportement ou acquérir des mesures. Par exemple, un élève peut simuler ou mesurer des efforts mécaniques qui s'exercent dans un ouvrage d'art, ou encore automatiser un système d'éclairage d'une habitation.

Il peut être envisagé de mutualiser certains systèmes pluri-technologiques entre plusieurs établissements scolaires. Cette pratique renforce la coopération entre les équipes pédagogiques.

2. Le pilotage des systèmes pluri-technologiques

Le pilotage à distance de systèmes pluri-technologiques s'intègre totalement dans les champs d'investigation abordés par le programme de technologie. Il convient de privilégier des logiciels de programmation permettant de piloter un grand nombre d'interfaces différentes et capables d'utiliser divers protocoles de communication.

Ces communications, de préférence sans fil, nécessitent des modules de commande adaptés ainsi que des émetteurs et des récepteurs performants.

Les interfaces de communication sont choisies en fonction de l'accessibilité de leur programmation graphique pour des élèves de collège.

Certaines de ces interfaces disposent d'un serveur embarqué pour réseau local, permettant un accès distant aux systèmes par plusieurs utilisateurs simultanément.

3. La mobilité des outils numériques

Dans les enseignements de technologie, l'élève est amené à se déplacer pour mettre en œuvre une démarche d'investigation, à l'intérieur ou à l'extérieur de la classe. Cet apprentissage mobile de l'élève impose une mobilité des outils numériques, un espace de travail nomade.

La miniaturisation du matériel et l'interopérabilité des systèmes communicants, répondent à ce besoin. Les tablettes tactiles, les téléphones mobiles dédiés aux laboratoires de technologie et autres appareils nomades incluant des connectivités sans fil, présents dans l'environnement quotidien de l'élève doivent être utilisés dans l'enseignement de technologie.

Les logiciels doivent être utilisables en tout point, dans la classe, dans la salle du Centre de Connaissances et de Culture du collège ou encore à la maison.

Pour rendre les données accessibles à distance, les réseaux informatiques des établissements scolaires doivent donc permettre de s'affranchir des frontières du matériel.

4. Le travail collaboratif

Les E.N.T. sont des services indispensables à un travail collaboratif d'équipe. Les élèves doivent disposer dans ce cadre d'un espace numérique personnel, mais aussi d'espaces numériques collaboratifs. Lors de leurs travaux, il est nécessaire que les élèves gardent une trace numérique régulière de leur travail pour le suivi des apprentissages. Cette pratique a pour objectif de sauvegarder les étapes successives du travail de l'élève tout en facilitant le suivi des diverses activités par l'enseignant.

5. Un apprentissage personnalisé

Afin de répondre à la diversité des modes d'apprentissages propres à chaque élève, les stratégies d'enseignement doivent être variées, adaptées, interactives et progressives. L'usage des outils numériques doit développer des pédagogies différenciées et personnaliser le parcours de formation de chaque élève afin qu'il acquière davantage de confiance en lui et d'autonomie.

Dans un contexte fortement évolutif, l'usage des matériels les plus récents est recommandé. Aujourd'hui, les tableaux numériques interactifs, les tablettes, sont autant d'outils mobilisés par les professeurs pour rendre l'élève acteur de sa formation. L'utilisation de « jeux sérieux », de la réalité augmentée, de supports didactiques réels ou virtuels sont des leviers pédagogiques nécessaires.

3. Les espaces d'enseignements

1. Le pôle sciences et technologie dans le collège

Les programmes du collège préconisent dans une introduction commune le rapprochement des disciplines expérimentales. Dans le prolongement de « la main à la pâte » à l'école, cet engagement au collège fait une large part au travail collaboratif des élèves, à la prévention de l'innumérisme, au développement du goût des sciences et de la technologie et à l'encouragement des vocations pour les carrières scientifiques et techniques (circulaire n°2011-038 du 4-3-2011 : Promotion des disciplines scientifiques et technologiques). Dans cette dynamique, l'implantation physique d'un pôle « sciences et technologie » dans le collège constitue un véritable levier pour mettre en synergie les quatre disciplines sciences de la vie et de la Terre, physique-chimie, technologie et mathématiques.

L'affirmation d'un pôle sciences et technologie dans un collège est un déclencheur pour fédérer l'action des enseignants et pour favoriser l'utilisation de ressources partagées dans l'espace

numérique. Il s'agit d'enrichir et de décloisonner les disciplines pour une approche convergente des questions sociétales selon trois points de vue.

Du point de vue des acquis des élèves, un pôle sciences et technologie permet :

- l'approche complémentaire des disciplines construisant les compétences pour les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique ;
- une plus grande cohérence des démarches et des apprentissages à partir de situations-problèmes ;
- le développement d'une culture commune au développement durable ;
- des apprentissages et des évaluations structurés par les compétences du socle commun.

Du point de vue des professeurs, un pôle sciences et technologie permet le rapprochement des espaces dédiés aux enseignements scientifiques et technologique. Il favorise la collaboration et la coordination pédagogique pour mettre en œuvre les démarches transdisciplinaires et des projets pluridisciplinaires. Il met en exergue ce qui rapproche ces disciplines : usage d'un vocabulaire commun, concepts scientifiques partagés, outils d'évaluation communs, acquisition d'une culture scientifique et technologique par le concret en prise avec la réalité.

Du point de vue de l'optimisation des moyens, un pôle sciences et technologie permet :

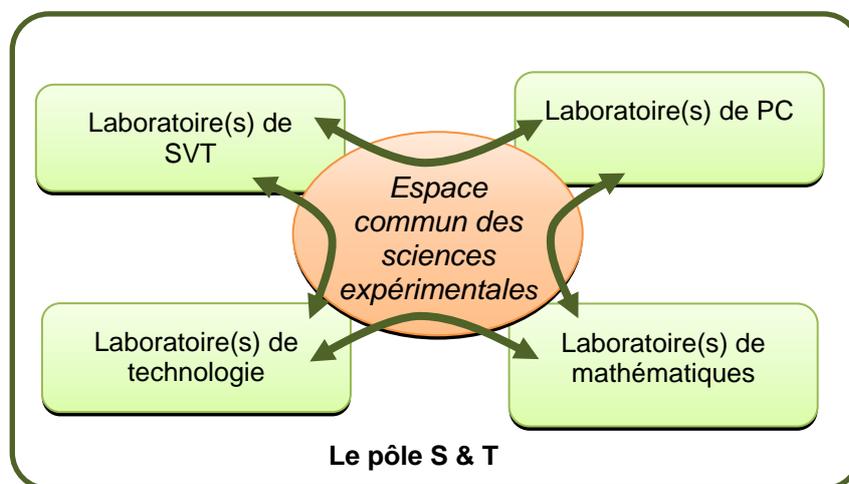
- la mutualisation de moyens didactiques ;
- la mutualisation de moyens d'expérimentation et de mesure.

Un espace commun au pôle permet :

- une homogénéisation des pratiques d'enseignement en rapprochant les professeurs lors des préparations pédagogique et didactique ;
- le rangement des supports didactiques et des produits en les rendant plus accessibles à tous les enseignants.

La définition du pôle « sciences et technologie »

Le pôle sciences et technologie rapproche dans un même espace les laboratoires connexes dédiés aux disciplines expérimentales. Chaque laboratoire conserve sa spécificité didactique. Le pôle sciences et technologie est constitué d'une part d'un espace commun des sciences expérimentales et d'autre part des laboratoires disciplinaires.



2. Le laboratoire de technologie

L'aménagement du laboratoire de technologie doit permettre aux élèves :

- de travailler en équipes (4 à 6 élèves) en utilisant des outils numériques connectés ;
- de matérialiser des solutions techniques, de procéder à des essais, des mesures sur des maquettes ou systèmes pluri-technologiques virtuels ou réels, présents dans le laboratoire ou distants.

Le professeur doit pouvoir intervenir face à tous les élèves durant les phases de présentation des activités ou de structuration des connaissances.

Selon la taille de l'établissement il y aura un ou plusieurs laboratoires.

Chaque laboratoire répond aux obligations d'accueil des élèves handicapés, il est organisé en trois zones non cloisonnées :

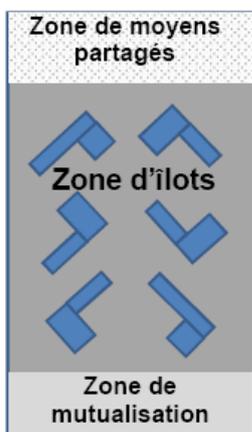
- **une zone de mutualisation** des compétences acquises avec les connaissances associées, dans laquelle les élèves présentent leurs activités, leurs productions numériques ou non ; elle permet également au professeur de projeter des documents à partir de n'importe quel ordinateur ou tablette de la salle et d'utiliser un moyen de vidéo-projection interactif ;
- **une zone d'îlots** composée de 5 à 6 îlots permet le déroulement des activités des élèves qui travaillent en équipe ;

une zone de moyens partagés ; certains équipements pilotés à distance tels que des systèmes, supports didactiques, sont installés « en fixe » dans une zone de moyens partagés. Ces systèmes distants sont communs à toutes les équipes et ne peuvent pas être multipliés sur les îlots. C'est le cas par exemple des outils de prototypage. Cette zone doit être organisée dans le laboratoire de technologie. Elle peut être commune à plusieurs laboratoires lorsqu'ils existent. L'architecture permet au professeur d'avoir un regard sur les élèves qui y travaillent.

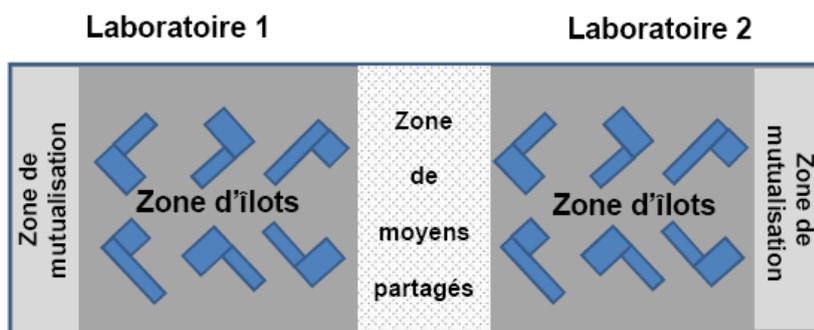
Le laboratoire de technologie

Laboratoire de technologie 120 m ² environ	Accueillir une classe entière ou un groupe d'élèves	
	Zones	Surfaces indicatives
	Zone de mutualisation	15 m ²
	Zone d'îlots	85 m ²
Zone de moyens partagés	20 m ²	

Exemple pour un laboratoire

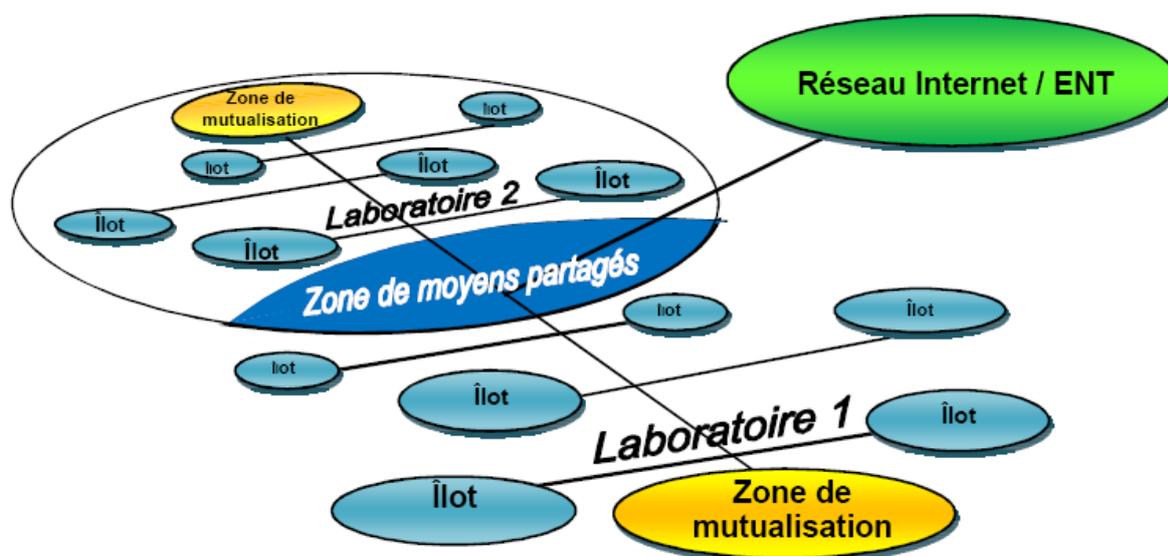


Exemple pour deux laboratoires



La disposition des îlots est indicative

Représentation des connexions à l'ENT et au réseau Internet



1. La zone de mutualisation comprend

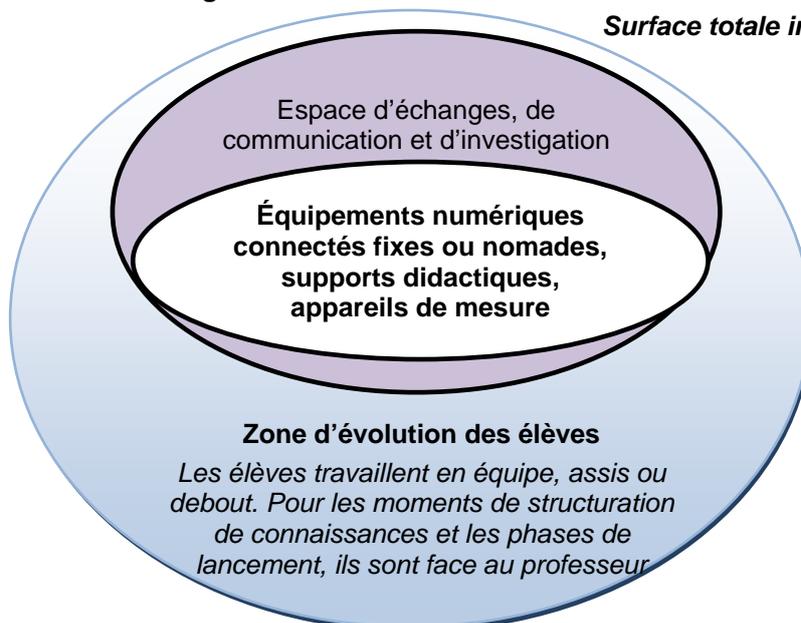
- le mobilier du professeur ;
- un poste informatique professeur qui doit être connecté au réseau pédagogique de l'établissement. Les caractéristiques techniques de ce poste doivent lui permettre l'utilisation de logiciels de modélisation, d'une suite bureautique récente, d'un navigateur et d'une messagerie, de l'environnement réseau, ainsi que la connexion des périphériques usuels comme les moyens de vidéo-projection interactifs ;
- une imprimante laser ;
- un moyen de vidéo-projection interactif ;
- un tableau.

2. La zone d'îlots

Quelle que soit l'activité de l'élève, il doit pouvoir utiliser des outils numériques. Les îlots sont interconnectés et accèdent à la zone de mutualisation et aux moyens partagés, à l'ENT et l'Internet. La zone d'îlots doit accueillir 5 à 6 îlots. Les espaces entre îlots doivent respecter les règles d'accès aux personnes en situation de handicap.

Organisation fonctionnelle d'un îlot

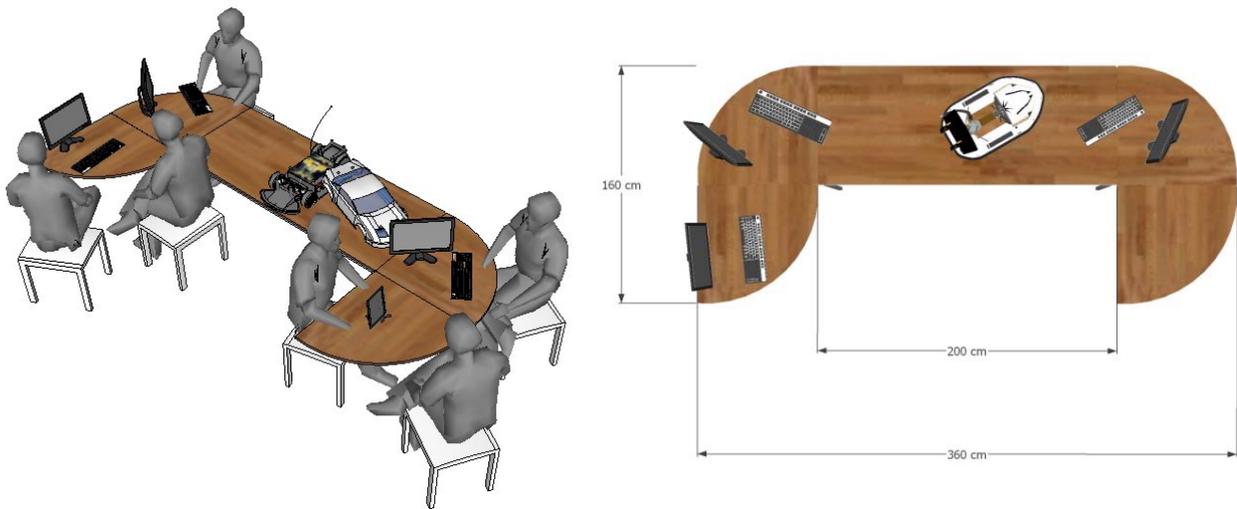
Surface totale indicative : 15 m²



Chaque îlot est constitué :

- d'un plan de travail à hauteur des tables standards d'environ 3 m² pour l'accueil des supports didactiques, des appareils de mesure et des documents élèves ;
- d'une alimentation en énergie électrique 50 Hz, 230 Volts, 16 ampères comportant 12 prises de courant ;
- d'une connexion au réseau comportant 4 prises réseau de type RJ45 ;
- de 6 sièges au maximum permettant aux élèves de s'orienter face à la zone de mutualisation ;
- d'une zone d'évolution des élèves.

Exemple d'aménagement d'un îlot



L'enseignement de la technologie s'appuie très largement sur les outils numériques, pour la représentation volumique des systèmes pluri-technologiques, pour la simulation des systèmes, pour la programmation du comportement de système et leur pilotage, pour l'expérimentation assistée et le traitement de l'information, pour la recherche et la production de ressources documentaires.

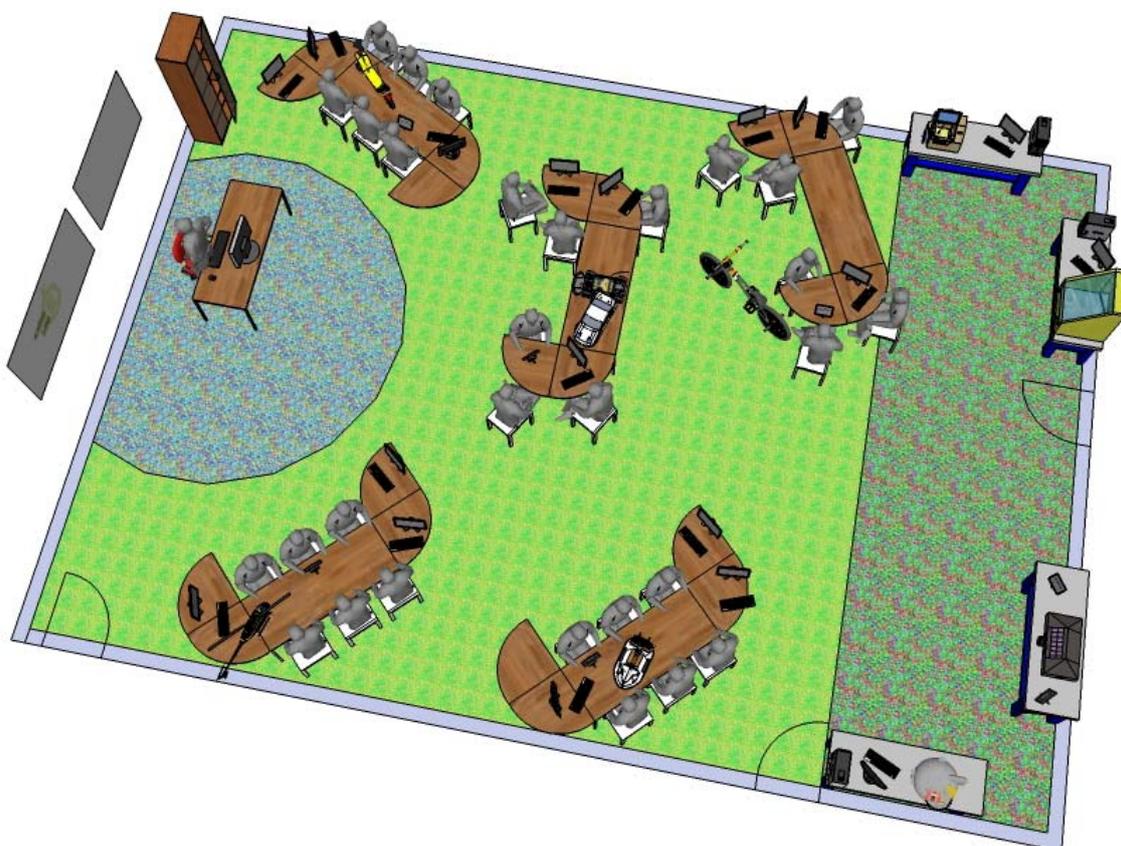
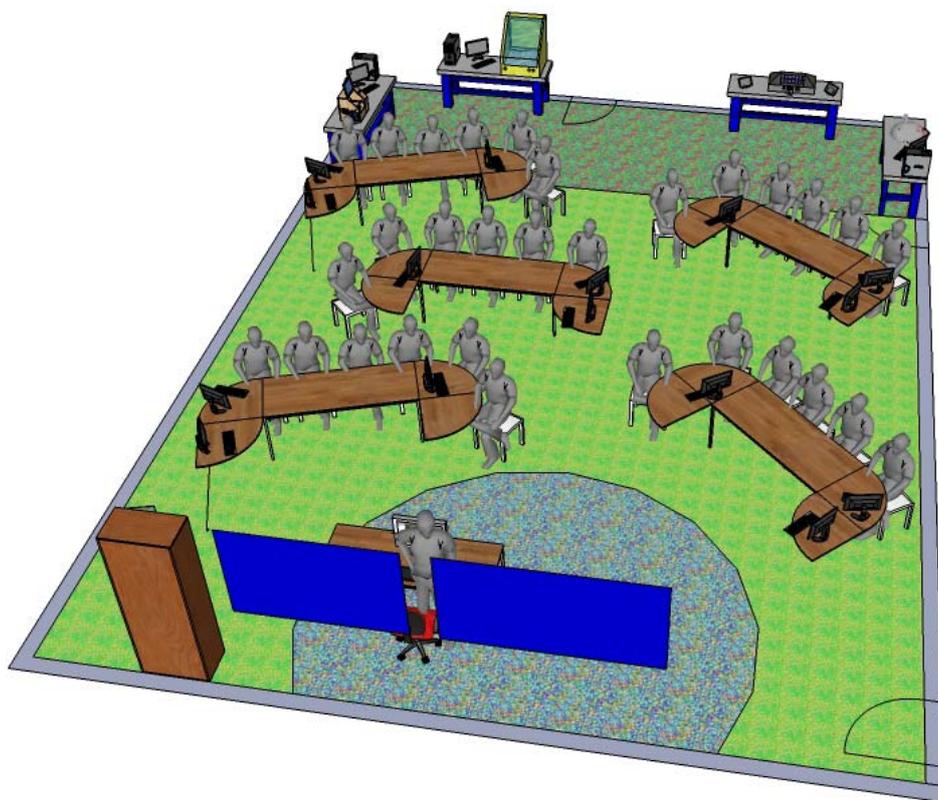
Ces activités développent largement l'usage d'une réalité virtuelle. Toutefois, elles peuvent nécessiter la matérialisation des systèmes en vue de valider des solutions technologiques par prototypage. Le laboratoire de technologie dispose de moyens de réalisation de prototypes installés dans la zone de moyens partagés. Ces moyens, raccordés et communicants, sont accessibles à partir des îlots grâce au réseau informatique de l'établissement. S'il existe plusieurs laboratoires de technologie, la zone de moyens partagés est commune à ces laboratoires.

Les activités expérimentales nécessitent des systèmes matériels. Des appareils de mesure permettent d'obtenir des résultats pour quantifier les grandeurs physiques. Les systèmes et les appareils utilisés par les élèves sont mutualisés dans le cadre d'une pédagogie qui n'impose pas d'installer sur chaque îlot les mêmes matériels.

Certains systèmes restent sur les îlots eux-mêmes, d'autres sont accessibles à distance et raccordés au réseau informatique, dotés des moyens de commande et d'acquisition permettant le travail des élèves depuis leur îlot.

Zone de moyens partagés 20 m²	Systèmes de prototypage	
	Systèmes didactiques distants	
	Raccordement	10 prises 230 V-16 A 10 prises réseau type RJ45

Représentation d'exemple d'aménagement du laboratoire de technologie



4. Les supports didactiques

Les supports didactiques doivent :

- être associés à un support numérique qui peut être une représentation virtuelle, une maquette numérique ou un modèle de comportement, des ressources techniques ;
- permettre une exploitation pédagogique relative à plusieurs approches du programme avec une complexité adaptée au niveau d'enseignement au collège ;
- comporter des solutions techniques transposables aux systèmes en vraie grandeur ;
- permettre une exploitation en équipe sur des îlots. Le support didactique doit pouvoir être utilisé par une équipe de quatre à six élèves. La taille à privilégier est celle d'un système technique pouvant être placé sur un îlot ;
- permettre de mener une démarche d'expérimentation et de quantifier des grandeurs physiques.

1. Typologie des supports didactiques

• Systèmes pluri-technologiques matériels distants ou non

Il s'agit de systèmes pluri-technologiques identiques à ceux que l'on peut trouver dans l'environnement quotidien des élèves en situation réelle d'exploitation. Une connexion à distance permet d'accéder aux différentes données relatives à leurs caractéristiques en temps réel et en vraie grandeur.

• Systèmes pluri-technologiques matériels instrumentés

Ces systèmes pluri-technologiques sont des équipements, qui ont été instrumentés afin de relever en certains points des grandeurs physiques caractérisant leurs performances et leur comportement en fonctionnement.

• Systèmes pluri-technologiques didactisés

L'exploitation de systèmes pluri-technologiques commercialisés pour leur usage courant ne permet pas toujours l'accès aux éléments qui assurent les différentes fonctions (dimensions, encombrement, ...). Le système pluri-technologique didactisé est un support d'enseignement, isolé de son contexte, éventuellement instrumenté mais mettant en œuvre les éléments ou organes réels de l'équipement industriel ou grand public.

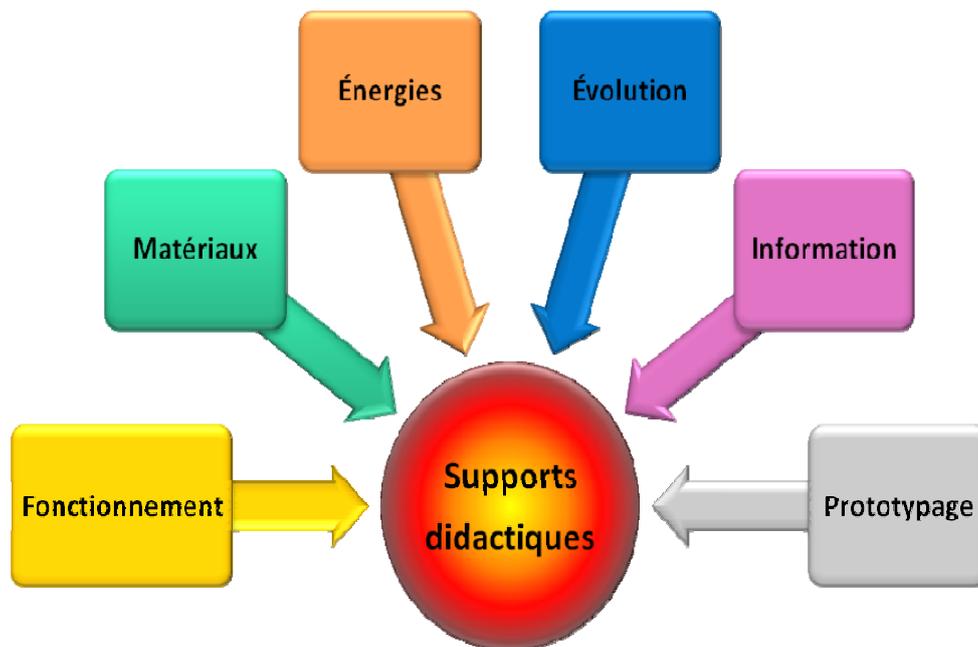
• Systèmes pluri-technologiques maquetisés

Avec ces systèmes pluri-technologiques, il y a un rapport d'échelle, une homothétie avec le système en vraie grandeur. Une maquette peut traduire une fonction globale, un principe technique, des données d'entrée, de sortie et de contrôle en termes qualitatifs. Elle peut illustrer un processus global de fonctionnement sans pour autant prendre en compte la totalité des phénomènes et des grandeurs physiques du système pluri-technologique réel homothétique. Pour un système piloté, la structure matérielle peut être maquetisée et la commande identique à celle du système en vraie grandeur.

• Systèmes pluri-technologiques virtuels

Le système pluri-technologique virtuel permet de simuler le comportement d'un processus, d'une commande, d'un mécanisme, d'une structure, d'un ouvrage ou encore un mode opératoire, afin d'appréhender ou de modifier le comportement du système.

Ces supports didactiques doivent permettre aux professeurs d'aborder des activités en rapports avec les approches du programme.



Les supports didactiques présents dans les classes sont des systèmes pluri-technologiques qui doivent favoriser l'observation, l'analyse, la création et la communication. Ils sont utilisés à chaque séquence. Ces supports doivent permettre de mener une démarche d'expérimentation.

2. Supports didactiques à privilégier selon les niveaux

Classe de 6 ^e	Domaine d'application : les moyens de transport	
Désignation	Caractéristiques	Nombre conseillé
Systèmes matériels permettant de mettre en évidence des principes de fonctionnement et de tester des solutions techniques.	Systèmes grand public et/ou didactisés, complémentaires par le principe de fonctionnement et les solutions techniques mises en œuvre. Les systèmes matériels sont complétés par une modélisation numérique (C.A.O.) permettant des simulations et des modifications sur les modèles.	Au minimum, trois systèmes utilisant des principes techniques différents.

Classe de 5 ^e	Domaine d'application : habitat et ouvrage	
Désignation	Caractéristiques	Nombre conseillé
Systèmes matériels permettant de tester et valider des principes de construction de différents ouvrages.	La relation forme-matériaux dans une structure doit être mise en évidence pour l'étude de systèmes en charge, pour plusieurs types d'ouvrages. Les supports doivent permettre de comparer les caractéristiques des matériaux pour les solutions d'isolation, thermique, acoustique. Les systèmes matériels sont complétés par une modélisation numérique (C.A.O.) permettant des simulations et des modifications sur les modèles.	Au minimum, trois systèmes utilisant des structures et des matériaux différents.

Classe de 4e		Domaine d'application : confort et domotique
Désignation	Caractéristiques	Nombre conseillé
Systèmes matériels « grand public » permettant de paramétrer des actions assurant des services.	Systèmes domotiques pilotables à distance par réseaux de communications. Les systèmes matériels sont complétés par une application permettant des simulations et des modifications.	Au minimum un système placé dans la zone de moyens partagés. Une webcam permet de visualiser les actions engagées.
Systèmes programmables se prêtant à des modifications tant sur les programmes de commande que sur la structure matérielle.	Le système est piloté par ordinateur via une interface ou une tablette numérique. Il est complété par une modélisation numérique permettant des simulations et des modifications du comportement du système.	Au minimum deux systèmes dont les élèves peuvent étudier et modifier des éléments de programme ou de structures.

Classe de 3e
Le développement du projet nécessite des cartes programmables et des capteurs permettant l'acquisition de grandeurs physiques et la commande de prototypes. Ces éléments peuvent être utilement mobilisés pour les enseignements de la classe de 4e. Des éléments modulaires mécaniques peuvent venir compléter les pièces obtenues par les moyens de prototypage disponibles dans le laboratoire.

5. Les appareils de mesure

Mesures, tests, acquisition de données et contrôles		
Les programmes conduisent à mettre en place des activités basées sur l'observation et l'expérimentation de systèmes. Cela nécessite l'utilisation d'appareils de mesure. Les matériels peuvent être mutualisés avec les autres disciplines expérimentales.		
Désignation	Caractéristiques	Nombre conseillé pour un laboratoire
Mesures de longueur	0,1 mm à 50 mètres	2
Mesures de température	À contact et à distance Température -30°C à 100°C	2
Mesures de masse	0,01 à 20 Kg	2
Mesures de force	0 à 150 N	2
Mesures de flux lumineux	De 15 à 1500 lux	1
Mesures acoustiques	de 1 à 100 db	1
Mesures de vitesse	0 à 5000 tr.min ⁻¹	1
Mesure de fréquences par Stroboscope	De 1 à 1000 Hz	1
Mesure de grandeurs électriques	U, I, Ω, Hz	6
Mesure d'énergie sur le secteur	Plage de mesure 190~250VCA (± 3%) ; 0.02~16A ; Puissance max.3600W	2

6. Les outils informatiques (matériels et logiciels)

Les outils informatiques matériels		
<p>Les caractéristiques des ordinateurs doivent permettre l'usage des logiciels récents de modélisation, de simulation et de calculs. L'interopérabilité informatique est indispensable.</p> <p>Outre l'alimentation en énergie (2 prises par ordinateur), tous les ordinateurs sont connectés au réseau pédagogique de l'établissement.</p>		
Désignation	Implantation	Nombre
Ordinateurs élèves	Sur les îlots- 3 par îlots	18 ordinateurs par salle
Ordinateur professeur	Dans la zone de mutualisation	1 ordinateur
Tablettes numériques	Mobile	6
Système de vidéo-projection interactif	Dans la zone de mutualisation	1 par salle
Imprimante laser	Dans la zone de mutualisation	1 par salle en réseau
Scanner	Dans la zone de mutualisation	1 par salle en réseau
Caméra numérique	Une mobile, une disponible dans la zone de moyens partagés	2
Casques audio	Sur les îlots	18

Les outils informatiques logiciels	
<p>La liste qui suit n'est pas exhaustive. Elle correspond à différentes catégories de logiciels permettant les usages bureautiques, la représentation du réel, la programmation de commandes dans le cadre des expérimentations ou des réalisations. Les logiciels « libres » sont privilégiés.</p>	
Désignation	Nombre conseillé
Suite complète bureautique et logiciels d'accès à Internet	Un par poste ou version établissement
Modeleurs volumiques pour chacun des domaines d'application	
Logiciels de simulation pour chacun des domaines d'application	
Logiciels de programmation d'interface	
Gestion de projets et élaboration de cartes heuristiques	
Traitement d'images, de sons et de vidéos	