



## Ressources pour le cycle terminal de la série scientifique

---

### Guide d'équipement pour l'enseignement de sciences de l'ingénieur

Le guide ci-après a été conçu pour la mise en œuvre du programme d'enseignement de sciences de l'ingénieur pour le cycle terminal de la série scientifique. Il présente la configuration optimale des équipements et des locaux nécessaires pour proposer cette série dans un établissement. **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.

Mars 2012

# GUIDE D'ÉQUIPEMENT DU LABORATOIRE DE SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

## Sommaire

---

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Objectifs du guide d'équipement</b> .....  | 2  |
| <b>2. Organisation de l'espace de formation</b> .....  | 2  |
| <b>2.1. Le laboratoire de sciences de l'ingénieur</b> .....  | 2  |
| <b>2.1.1. Définition fonctionnelle</b> .....   | 2  |
| <b>2.1.2. Les îlots</b> .....  | 2  |
| <b>2.1.3. Les supports d'enseignement</b> .....  | 3  |
| <b>2.2. La salle banalisée</b> .....   | 4  |
| <b>3. Différents cas d'implantation d'un laboratoire</b> .....   | 4  |
| <b>3.1. Établissement possédant déjà un enseignement de sciences de l'ingénieur</b> .....                        | 4  |
| <b>3.2. Création ou du maintien d'un enseignement de SI dans un établissement proposant la série STI2D</b> ..... | 4  |
| <b>4. La prévention des risques</b> .....  | 5  |
| <br>   |    |
| <b>Annexe 1</b> : éléments pour l'architecture et les spécifications techniques du laboratoire de SI.....        | 6  |
| <b>Annexe 2</b> : descriptif et possibilités pédagogiques des supports d'enseignement .....                      | 7  |
| <b>Annexe 3</b> : liens connaissances et capacités - supports d'enseignement .....                               | 11 |

# 1. OBJECTIFS DU GUIDE D'ÉQUIPEMENT

---

Ce guide d'équipement vise à préconiser l'implantation, l'aménagement et l'équipement des locaux dédiés à l'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur en série scientifique. Il est valable quelle que soit la nature ou la situation géographique du lycée dans lequel est implanté cet enseignement. Il accompagne le programme paru au BOEN spécial N°9 du 30 septembre 2010 et le document ressources pour faire la classe. Il est destiné aux autorités académiques, aux instances régionales, aux architectes et bureaux d'études et aux responsables de l'équipement des laboratoires de sciences de l'ingénieur de la série scientifique.

Ce guide s'adresse également aux responsables pédagogiques. Il leur permettra, en relation avec les instances rectorales et régionales, de définir les besoins en équipement et en aménagement adaptés aux situations locales.

## 2. ORGANISATION DE L'ESPACE DE FORMATION

---

L'espace de formation se compose de deux secteurs :

- un laboratoire de sciences de l'ingénieur ;
- une salle banalisée.

### 2.1. Le laboratoire de sciences de l'ingénieur

#### 2.1.1. Définition fonctionnelle

Le laboratoire est unique. Son aménagement doit pouvoir s'adapter facilement à toutes les activités pédagogiques requises par l'enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur. Les compétences à atteindre nécessitent un travail en groupes d'élèves donc une organisation du laboratoire en îlots. Pour de bonnes conditions de travail, il est conseillé de prévoir un laboratoire de sciences de l'ingénieur d'une superficie utile d'au moins 100 m<sup>2</sup> pour pouvoir accueillir au maximum une division. Quelques éléments pour l'architecture et les spécifications techniques du laboratoire de sciences de l'ingénieur sont fournis en annexe 1.

#### 2.1.2. Les îlots

Les îlots permettent :

- aux élèves de travailler individuellement ou par équipes, d'avoir accès aux systèmes et aux outils informatiques dans chaque activité ;
- à l'enseignant d'intervenir face à tous les élèves par exemple lors des phases d'activation et de restitution.

Chaque îlot doit pouvoir accueillir six élèves au maximum.

La disposition du mobilier doit permettre aux élèves d'évoluer d'une activité à l'autre dans l'espace de l'îlot pour réaliser certaines tâches (exemple : observation, expérimentation, consultation, simulation, rédaction).

En phase d'activation ou de restitution, la disposition du mobilier doit permettre aux élèves de se tenir assis à une place où ils pourront échanger avec le professeur et prendre des notes.

Il convient d'équiper chaque îlot :

- d'un ou plusieurs supports d'enseignement (systèmes réels instrumentés ou non, systèmes didactisés, maquettes réelles ou virtuelles) ;
- de plusieurs postes informatiques, dont les performances permettent d'exécuter simultanément plusieurs logiciels d'ingénierie et de bureautique ;
- d'une gamme d'appareils de mesure<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Selon les activités expérimentales à réaliser, l'appareillage de base de chaque îlot sera complété par d'autres matériels présents dans le laboratoire. Ces appareils permettront d'effectuer des mesures, par exemple, de force, de déplacement, de vitesse, de débit, de pression, de tension, d'intensité, de résistance, de fréquence, de température, de lumière, de son, etc.

Tous les ordinateurs du laboratoire doivent être reliés au réseau de l'établissement afin de favoriser le travail collaboratif. Les postes doivent avoir accès à l'Internet et aux Espaces Numériques de Travail. Le laboratoire dispose de moyens de communication interactifs.

### **Logiciels informatiques**

Les postes informatiques devront être équipés au minimum des outils informatiques suivants :

- progiciel de CAO 2D et 3D ;
- module de simulation mécanique associé ou non au progiciel de CAO 3D ;
- progiciel d'analyse de trame ;
- progiciel de description du comportement par graphe d'état, logigramme, algorithme avec module permettant de générer et implanter un programme dans un système cible ou une carte de développement ;
- progiciel incluant une approche causale ou acausale permettant de simuler le fonctionnement complet d'un système intégrant plusieurs sources d'énergie, plusieurs convertisseurs d'énergie et leurs commandes associées ;
- suite bureautique avec tableur-grapheur, traitement de texte, logiciel de présentation.

Ces outils informatiques peuvent être acquis séparément ou intégrés dans un ou plusieurs produits.

À performances équivalentes, les logiciels gratuits (open source) seront privilégiés.

### **Appareils de mesure de base équipant chaque îlot**

Les îlots devront être équipés au minimum des appareils de mesure suivants :

- multimètre numérique ;
- sonde de courant ;
- deux sondes de tension différentielles ;
- oscilloscope 100 MHz, deux voies avec fonction de calcul sur les voies (addition, produit) ;
- générateur de fonctions numérique 20 MHz ;
- alimentation stabilisée 2x30 V réglables, 5 Volts - 3 A.

#### **2.1.3. Les supports d'enseignement**

Les supports d'enseignement, choisis pour susciter l'intérêt et la curiosité des élèves, doivent répondre à un besoin identifiable et être innovants.

Il est recommandé de choisir des supports d'enseignement dans le champ des matériels grand public et de l'environnement des élèves. Le coût unitaire doit être compatible avec des achats multiples et permettre des renouvellements fréquents afin de suivre les évolutions technologiques.

Les supports d'enseignement retenus doivent permettre de caractériser les trois écarts mis en évidence dans le programme<sup>2</sup> ainsi qu'une approche pluri technologique externe.

Les supports d'enseignement sont constitués :

- d'un cahier des charges fonctionnel décrivant le besoin du client ;
- d'un système réel instrumenté ou non, d'un système didactisé ou d'une maquette réelle ou virtuelle ;
- des modèles de tout ou partie du système.

Il est indispensable de s'assurer que les indications du cahier des charges fonctionnel doivent pouvoir pour tout ou partie être quantifiées par des mesures expérimentales de grandeurs physiques sur le système réel ou par la simulation à l'aide des modèles.

Les modèles sont considérés comme faisant partie du système ; ils peuvent être acquis auprès des fournisseurs d'équipements en même temps que le système matériel, ou pourront être développés dans le cas de systèmes existants déjà dans le laboratoire.

Les supports d'enseignement permettent d'aborder aussi bien les thèmes vus en enseignement d'exploration sciences de l'ingénieur tels que la mobilité, le sport, la santé, l'habitat, les équipements

---

<sup>2</sup> Les équipements existants dans le lycée pourront être utilisés s'ils répondent aux critères énoncés ci-dessus.

publics, l'énergie, la communication, la culture et les loisirs, la bionique, la dématérialisation des biens et des services que les thèmes préconisés dans le document ressources pour la classe (voir tableau ci-dessous).

| Thèmes                      | Supports d'enseignement possibles  |
|-----------------------------|--|
| Mobilité                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Modèle réduit de Buggy 4*4 pour la compétition</i></li> <li>• <i>Gyropode</i></li> <li>• <i>Échasses urbaines</i></li> </ul> |
| Santé                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Automate de prélèvement sanguin</i></li> <li>• <i>Assistance à la rééducation</i></li> <li>• <i>Tensiomètre</i></li> </ul>   |
| Confort                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ventilateur sans pale</i></li> </ul>   |
| Protection                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Drone de surveillance</i></li> <li>• <i>Robot holonome</i></li> </ul>  |
| Énergie                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Compteur de consommation d'énergie à distance</i></li> <li>• <i>Projecteur de scène motorisé</i></li> </ul>                  |
| Environnement               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Modèle réduit de véhicule hybride</i></li> </ul>   |
| Assistance au développement | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lampe dynamo à gâchette inertielle</i></li> </ul>  |

L'annexe 2 présente les spécificités de chaque support d'enseignement.

L'annexe 3 spécifie les possibilités pédagogiques de chaque support en relation avec les connaissances et les capacités du programme.

## 2.2. La salle banalisée

Les activités de cours, de travaux dirigés et de synthèse nécessitent un accueil dans une salle banalisée à proximité immédiate du laboratoire de sciences de l'ingénieur. Cette salle dispose d'un ensemble de vidéo projection et doit pouvoir accueillir une division.

## 3. DIFFÉRENTS CAS D'IMPLANTATION D'UN LABORATOIRE

### 3.1. Cas d'un établissement possédant déjà un enseignement de sciences de l'ingénieur

L'aménagement des espaces existants nécessite en priorité :

- la mise en îlots du laboratoire de sciences de l'ingénieur, avec les déplacements de prises de courant, réseau et de colonnes à gérer, voire une harmonisation du mobilier ;
- l'évolution des supports d'enseignement existants, l'élimination de certains autres et un complément d'équipements pour faire entrer régulièrement de nouveaux systèmes conformes aux objectifs du programme.

### 3.2. Cas d'une création ou du maintien d'un enseignement de sciences de l'ingénieur dans un établissement proposant la série STI2D

Dans le cas d'une création ou du maintien d'un enseignement spécifique de sciences de l'ingénieur dans un établissement accueillant la série STI2D, une étude du taux d'occupation du laboratoire « étude des systèmes » est à mener pour vérifier la nécessité de mettre en place un laboratoire « systèmes sciences de l'ingénieur » et un laboratoire « systèmes STI2D », ou un seul laboratoire qui accueille les élèves des deux séries sur des systèmes qui peuvent être en partie communs.

## 4. LA PRÉVENTION DES RISQUES

---

La formation lors de l'enseignement spécifique des sciences de l'ingénieur au baccalauréat scientifique doit prendre en compte des risques inhérents aux interventions sur des chaînes d'énergie.

Le travail sur les chaînes d'énergie peut amener les élèves à intervenir sur des flux d'énergie dangereux. Dans ces activités conduites à proximité d'énergies dangereuses, il est obligatoire de respecter les réglementations de protection et de sécurité en vigueur. Ces règlements prévoient en général une formation en deux étapes :

- une formation théorique aux risques et à leur prévention ;
- une formation pratique, et la mise en œuvre des mesures de protection adaptées dans le cadre des activités habituelles de travaux pratiques.

Les équipes pédagogiques devront analyser précisément les risques associés aux situations pédagogiques proposées et mettre en place toutes les conditions d'un travail en sécurité.

Une attention toute particulière sera apportée à la prévention des risques électriques.

### *Formation à la prévention des risques d'origine électrique*

La réglementation est fréquemment en cours d'évolution. Pour prendre en compte ces évolutions de la prévention des risques, il conviendra d'utiliser la dernière circulaire de mise en application éditée par le Ministère de l'Éducation Nationale et ses textes de mise en œuvre, en particulier :

- le référentiel de formation à la prévention des risques d'origine électrique ;
- les fiches de tâches à exécuter pour la formation.

Sans qu'il soit nécessaire de rendre « habilitables » les élèves, il est conseillé aux équipes enseignantes de s'inspirer des dispositions correspondant à la référence B1V<sup>3</sup> en vigueur à la date de publication de ce document.

### *Remarques particulières*

Le laboratoire devra comporter des supports d'enseignements conformes à la réglementation en termes de protection collective. Les élèves pourront ainsi intervenir en sécurité vis-à-vis des flux énergétiques.

Si les élèves peuvent réaliser l'agencement de constituants « hors énergie » (système consigné), l'enseignant doit :

- s'assurer que la structure envisagée et l'agencement des constituants garantissent la sécurité des personnes avant d'effectuer la mise en énergie, la mise en service et l'utilisation ;
- s'assurer, et sans possibilité de délégation, de la mise en énergie du dispositif (déconsignation par l'enseignant) ;
- vérifier que le fonctionnement et l'utilisation du système répondent aux exigences de sécurité.

Les supports d'enseignements anciens réutilisés devront être expertisés et mis en conformité pour répondre aux exigences précédentes.

Les mesures faites en présence d'énergie dans le cadre d'activités d'optimisation ou de mise au point d'un modèle de comportement devront être réalisées à partir d'un système d'acquisition ou de points de mesure accessibles sécurisés (le système peut être installé dans une armoire de confinement par exemple).

---

<sup>3</sup> **B1V** : **B** caractérise les ouvrages et les installations du domaine BT (basse tension) et TBT (très basse tension) ; **1** signifie qu'il s'agit de personnel exécutant des travaux d'ordre électrique (exécutant électricien) ; **V** indique que le titulaire peut travailler au voisinage ou en présence de tension. La référence B1V permet également d'effectuer des tâches relevant des références BE (intervention de mesurage) ou BP (intervention sur des panneaux photovoltaïques).

## Annexe 1 : quelques éléments pour l'architecture et les spécifications techniques du laboratoire de sciences de l'ingénieur

### **Zone du professeur**

2 points d'accès avec chacun 3 PC 230 V 10/16A + T et 3 Prises RJ 45 informatique (VDI).

### **Pour chaque îlot**

6 PC 230 V 10/16A +T.

4 PC 230 V 10/16A + T, 4 Prises RJ 45 informatique (VDI).

### **Équipements**

Un tableau.

Une surface de projection ou un tableau numérique interactif.

Des mobiliers pour construire 6 îlots de 6 élèves avec espace systèmes, mesurage et informatique.

Un bureau pour le poste informatique du professeur.

37 fauteuils à hauteur réglable et sur roulettes.

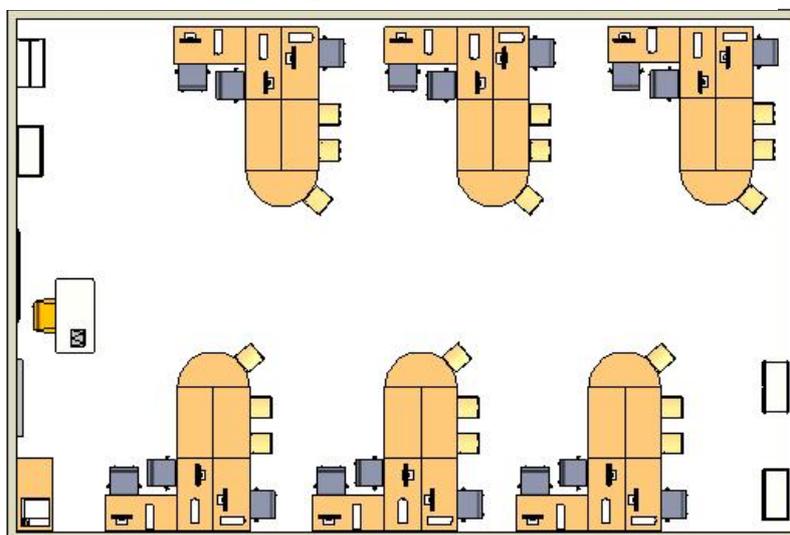
Des moyens de rangement pour les matériels.

Un vidéo projecteur fixe.

19 postes informatiques en réseau (configuration postes CAO, simulation, mesure).

Un ordinateur portable.

Un moyen pour scanner et imprimer en réseau.



## Annexe 2 : descriptif et possibilités pédagogiques des supports d'enseignement

| <b>Thème : Mobilité</b>                                      |  |
|--|--|
| <b><i>Modèle réduit de buggy 4x4 pour la compétition</i></b> |  |
| Besoin   | Participer à une compétition de modèles réduits  |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges           | Accélération, vitesse, autonomie   |
| Grandeurs mesurables   | Grandeurs physiques permettant de déterminer l'autonomie, l'accélération, la vitesse et les caractéristiques des sources d'énergie                                       |
| Grandeurs simulées   | Accélération, vitesse, force motrice, tension, courant   |
| <b><i>Gyropode</i></b>                                       |  |
| Besoin   | Se déplacer sans effort sur des petits trajets urbains, avec une assistance gyroscopique à l'équilibre   |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges           | Poids du passager, autonomie, vitesse, capacité de franchissement, pente   |
| Grandeurs mesurables   | Grandeurs physiques permettant de déterminer l'autonomie, l'inclinaison, l'accélération, la vitesse, la tension, le courant pour l'accumulateur et le moteur             |
| Grandeurs simulées   | Accélération, vitesse, tension, courant pour l'accumulateur et le moteur et les programmes de commande   |
| <b><i>Échasses urbaines</i></b>                              |  |
| Besoin   | Assister une personne dans la marche   |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges           | Poids du passager, masse des échasses, sensation d'assistance, contrainte  |
| Grandeurs mesurables   | Raideur des lames ressort, l'énergie perdue, l'accélération, la vitesse, la déformation des lames ressort, la masse des échasses   |
| Grandeurs simulées   | Raideur des lames ressort, l'énergie perdue dans les lames ressort, l'accélération, la vitesse, la déformation des lames ressort, la masse des échasses, les contraintes |

| <b>Thème : Santé</b>                               |   |
|--|---|
| <b>Automate de prélèvement sanguin</b>             |   |
| Besoin   | Contrôler les paramètres médicaux d'un don du sang  |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges | Durée de la prise de sang, débit, volume du prélèvement, préservation de la qualité du prélèvement, alarme temporelle                                     |
| Grandeurs mesurables                               | Le débit, le poids, l'effort de clampage, l'amplitude et la vitesse de l'oscillation de la poche de sang  |
| Grandeurs simulées                                 | Le débit, le poids, l'effort de clampage, le programme de gestion du prélèvement, l'amplitude et la vitesse de l'oscillation de la poche de sang          |
| <b>Assistance à la rééducation</b>                 |   |
| Besoin   | Effectuer de la rééducation passive des membres inférieurs  |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges | Vitesse, temps de travail, indication de l'énergie dépensée par l'utilisateur, possibilité laissée à l'utilisateur de choisir un programme de rééducation |
| Grandeurs mesurables                               | La vitesse, le couple de pédalage, la position  |
| Grandeurs simulées                                 | Le programme de rééducation, la vitesse, la position, l'effort  |
| <b>Tensiomètre</b>                                 |   |
| Besoin   | Mesurer ponctuellement la pression artérielle d'une personne et sa pulsation cardiaque  |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges | Indication automatique des pressions diastolique minimale et systolique maximale et de la pulsation cardiaque   |
| Grandeurs mesurables                               | La pression dans le brassard, la tension et le courant moteur du compresseur, les grandeurs physiques permettant de déterminer l'autonomie                |
| Grandeurs simulées                                 | La pression dans le brassard, la tension et le courant moteur du compresseur, le programme de gestion de l'IHM  |

| <b>Thème : Confort</b>                             |  |
|--|--|
| <b>Ventilateur sans pale</b>                       |  |
| Besoin   | Générer un souffle d'air doux et régulier pour rafraichir ou réchauffer  |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges | Vitesse et débit du flux d'air, angle d'oscillation et d'inclinaison du ventilateur, consommation d'énergie du ventilateur, température de l'air sortant   |
| Grandeurs mesurables                               | La vitesse et le débit du flux d'air, la dépression en entrée de la turbine, la vitesse de rotation et la position de la turbine et du moteur d'oscillation, les températures, les tensions et courants des deux moteurs |
| Grandeurs simulées                                 | La vitesse et le débit du flux d'air, la dépression en entrée de la turbine, la vitesse de rotation et la position de la turbine et du moteur d'oscillation  |

| <b>Thème : Protection</b>                          |   |
|--|---|
| <b>Drone de surveillance</b>                       |   |
| Besoin   | Surveiller à distance des zones d'accès difficiles ou dangereuses   |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges | Autonomie, altitude, vitesse, masse embarquée, portée de la commande, résolution maximale (taille des objets distingués à la plus grande altitude), système de télécommande             |
| Grandeurs mesurables                               | La vitesse, les grandeurs physiques permettant de déterminer l'autonomie, la charge embarquée, la portée des ondes, les données transmises, l'altitude, la définition des images        |
| Grandeurs simulées                                 | Transmission de données par un réseau Ethernet, les grandeurs de la chaîne d'énergie  |
| <b>Robot holonome</b>                              |   |
| Besoin   | Surveiller des zones d'accès difficiles ou dangereuses et transmettre les images captées  |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges | Pilotage à distance, autonomie, qualité des images, rayon de braquage, position de la caméra, vitesses de déplacement, éclairage, niveau sonore, position de la tête                    |
| Grandeurs mesurables                               | Grandeurs physiques permettant de déterminer l'autonomie, la position angulaire des roues, la possibilité de visualisation logique des trames, le niveau sonore, la position de la tête |
| Grandeurs simulées                                 | Grandeurs mécaniques, géométriques, acoustiques, électriques, logiques, position de la tête   |

| <b>Thème : Énergie</b>                               |   |
|--|---|
| <b>Compteur de consommation d'énergie à distance</b> |   |
| Besoin   | Surveiller à distance la consommation d'eau de gaz ou électrique d'un abonné ERDF, GRDF, ou réseau d'alimentation en eau potable  |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges   | Disposer d'une autonomie suffisante, nombre de capteurs surveillés, seuils de déclenchement d'alerte par E-mail   |
| Grandeurs mesurables                                 | Le débit et la consommation d'eau, l'énergie électrique consommée, la puissance instantanée, les températures ambiante et de l'eau, possibilité de visualisation physique et logique des trames du réseau de terrain, possibilité de visualisation des trames du réseau LAN |
| Grandeurs simulées                                   | Transmission de données par un réseau sans fil, transmission de donnée sur le réseau Internet, grandeurs mécaniques et géométriques, graphe d'état de la détection de débit et de fuite   |
| <b>Projecteur de scène motorisé</b>                  |   |
| Besoin   | Animer une scène par des effets lumineux  |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges   | Vitesse angulaire, position angulaire, intensité lumineuse, nombre de couleurs  |
| Grandeurs mesurables                                 | La vitesse angulaire, l'intensité lumineuse, la position, la consommation d'énergie, possibilité de visualisation physique et logique des trames  |

|  |  |
|--|--|
| Grandeurs simulées                                 | La vitesse angulaire, la position, la consommation d'énergie, génération logique des trames                                      |
| <b>Thème : Environnement</b>                       |  |
| <i>Modèle réduit de véhicule hybride</i>           |  |
| Besoin   | Accroître l'autonomie d'un véhicule en utilisant une source d'énergie renouvelable   |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges | Autonomie, masse embarquée, accélération, vitesse, caractéristiques des sources d'énergie  |
| Grandeurs mesurables                               | Grandeurs physiques permettant de déterminer l'autonomie, l'accélération, la vitesse, les caractéristiques des sources d'énergie |
| Grandeurs simulées                                 | Grandeurs dynamiques, grandeurs électriques  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Thème : Assistance au développement</b>         |  |
| <i>Lampe dynamo à gâchette inertielle</i>          |  |
| Besoin   | Disposer d'une source lumineuse rechargeable par énergie renouvelable                        |
| Indications quantifiées dans le cahier des charges | Autonomie, éclairement, masse, effort de recharge  |
| Grandeurs mesurables                               | Grandeurs physiques permettant de déterminer l'autonomie, l'éclairage, les efforts, la masse |
| Grandeurs simulées                                 | Les grandeurs électriques, mécaniques, lumineuses  |

## Annexe 3 : liens connaissances et capacités - supports d'enseignement

| Thèmes                                    |  | Supports d'enseignement  |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |   |   |
|---|--|--|----------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------|---|---|-----------------------------------|------------------------------------|---|---|---|
|   |  | Mobilité   |          | Santé             |                                 |                             | Confort     | Protection            | Energie               |                | Environnement                                 | Assistance au développement                   |                                   |                                    |   |   |   |
| Macro compétences                         | Compétences  | Modèle réduit de Buggy 4x4 pour la compétition   | Gyropode | Echasses urbaines | Automate de prélèvement sanguin | Assistance à la rééducation | Tensiomètre | Ventilateur sans pale | Drone de surveillance | Robot holonome | Compteur de consommation d'énergie à distance | Projecteur motorisé pour l'éclairage de scène | Modèle réduit de véhicule hybride | Lampe dynamo à gachette inertielle |   |   |   |
|   | Liens Support - connaissances du programme de S SI |  |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |   |   |
| Connaissances / Capacités en commentaires |  |  |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |   |   |
| <b>ANALYSER</b>                           | Analyser le besoin                                 | Besoin, finalités, contraintes, cahier des charges   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X |   |   |
|   |  | Analyse fonctionnelle externe, expression du besoin  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X |   |
|   |  | Fonctions d'usage, de service, d'estime  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X |   |
|   | Analyser le système                                | Système, frontière de l'étude, environnement   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X |   |
|   |  | Architectures fonctionnelle et organique d'un système  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X |   |
|   |  | Impact environnemental   |          | X                 |                                 | X                           |             |                       |                       |                |   |   | X                                 | X                                  | X | X |   |
|   |  | Matière d'œuvre, valeur ajoutée, flux  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X |   |
|   |  | Chaîne d'information   | X        | X                 |                                 | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X |   |
|   |  | Chaîne d'énergie   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X |   |
|   |  | Systèmes logiques événementiels, langage de description : graphe d'états, logigramme, GRAFCET, algoigramme   |          |                   |                                 | X                           | X           | X                     |                       | X              |   | X   | X                                 |                                    |   |   |   |
|   |  | Systèmes asservis  | X        | X                 |                                 |                             | X           |                       |                       | X              | X   |   |                                   |                                    | X |   |   |
|   |  | Composants réalisant les fonctions de la chaîne d'énergie  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X | X |
|   |  | Composants réalisant les fonctions de la chaîne d'information  | X        | X                 |                                 | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X | X | X |
|   |  | Réversibilité d'une source, d'un actionneur, d'une chaîne de transmission  | X        | X                 | X                               |                             | X           |                       |                       |                |   |   |                                   | X                                  | X | X | X |
|   |  | Système de numération, codage  | X        |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                | X   | X   | X                                 | X                                  | X |   |   |
|   |  | Modèle OSI   |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                | X   | X   | X                                 | X                                  |   |   |   |
|   |  | Réseaux de communication, support de communication, notion de protocole, paramètres de configuration, notion de trame, liaisons série et parallèle |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                | X   | X   | X                                 | X                                  |   |   |   |
|   |  | Architecture d'un réseau (topologie, mode de communication, méthode d'accès au support, techniques de commutation)                                 |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                | X   | X   | X                                 | X                                  |   |   |   |
|   |  | Matériaux  |          | X                 | X                               | X                           |             |                       |                       |                | X   | X   |                                   |                                    | X | X | X |
|   |  | Comportement du solide déformable  |          | X                 | X                               | X                           |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |   |   |
| Caractériser des écarts                   | Analyser des écarts                                | X  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X |   |   |

| Thèmes                                    |  | Supports d'enseignement  |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |
|---|--|--|----------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------|---|---|-----------------------------------|------------------------------------|---|
|   |  | Mobilité   |          |                   | Santé                           |                             |             | Confort               | Protection            | Energie        |   | Environnement                                 | Assistance au développement       |                                    |   |
| Macro compétences                         | Compétences  | Liens Support - connaissances du programme de S SI   |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |
|   |  | Modèle réduit de Buggy 4x4 pour la compétition   | Gyropode | Echasses urbaines | Automate de prélèvement sanguin | Assistance à la rééducation | Tensiomètre | Ventilateur sans pale | Drone de surveillance | Robot holonome | Compteur de consommation d'énergie à distance | Projecteur motorisé pour l'éclairage de scène | Modèle réduit de véhicule hybride | Lampe dynamo à gachette inertielle |   |
| Connaissances / Capacités en commentaires |  |  |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |
| MODÉLISER                                 | Identifier et caractériser les grandeurs agissant sur un système | Frontière de l'étude   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Caractéristiques des grandeurs physiques (mécaniques, électriques, thermiques, acoustiques, lumineuses, ...) | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Matériaux  |          | X                 | X                               | X                           |             |                       |                       | X              | X   |   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Energie et puissances, notion de pertes  | X        | X                 | X                               |                             | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Flux d'information   | X        | X                 |                                 |                             | X           | X                     |                       | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Flux de matière  |          | X                 |                                 | X                           |             |                       | X                     | X              |   | X   |                                   | X                                  |   |
|   | Proposer ou justifier un modèle                                  | Chaîne d'énergie   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Chaîne d'information   | X        | X                 |                                 | X                           | X           | X                     |                       | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Ordre d'un système   | X        | X                 | X                               |                             |             |                       |                       | X              | X   |   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Systèmes logiques événementiels, langage de description : graphe d'états, logigramme, GRAFCET, algorithme    |          |                   |                                 | X                           | X           | X                     |                       | X              |   | X   | X                                 |                                    |   |
|   |  | Liaisons   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Graphe de liaisons   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Modèle du solide   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              |   |   | X                                 |                                    |   |
|   |  | Action mécanique   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X |
|   |  | Modèle de matériau   |          | X                 | X                               | X                           |             |                       |                       |                |   |   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Comportement du solide déformable  |          | X                 | X                               | X                           |             |                       |                       |                |   |   |                                   | X                                  |   |
|   | Modélisation plane   | X  | X        | X                 | X                               | X                           | X           |                       | X                     | X              |   | X   | X                                 |                                    |   |
|   | Résoudre et simuler  | Principe fondamental de la dynamique (PFD)   | X        | X                 | X                               | X                           | X           |                       | X                     | X              |   | X   | X                                 |                                    |   |
|   |  | Principes fondamentaux d'étude des circuits  | X        | X                 |                                 | X                           | X           | X                     | X                     | X              |   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Paramètres d'une simulation  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   |  | Ordre d'un système   | X        | X                 | X                               |                             |             |                       | X                     | X              |   | X   | X                                 |                                    |   |
|   |  | Comportement du solide déformable  |          | X                 | X                               | X                           |             | X                     |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |
|   |  | Modélisation plane   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     |                       | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|   | Valider un modèle  | Modèle de connaissance   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
| Matériaux                                 |  |  | X        | X                 | X                               |                             |             |                       | X                     |                |   | X   | X                                 |                                    |   |
| Structures                                |  | X  | X        | X                 | X                               |                             |             | X                     | X                     | X              |   | X   | X                                 |                                    |   |
| Grandeurs influentes d'un modèle          |  | X  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 |                                    |   |

| Thèmes                  |  | Supports d'enseignement   |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |
|-------------------------|--|---|----------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------|---|---|-----------------------------------|------------------------------------|---|
|                         |  | Mobilité  |          | Santé             |                                 | Confort                     | Protection  | Energie               |                       | Environnement  | Assistance au développement                   |   |                                   |                                    |   |
| Macro compétences       | Compétences                                    | Liens Support - connaissances du programme de SSI                           |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       |                |   |   |                                   |                                    |   |
|                         | Connaissances / Capacités en commentaires      | Modèle réduit de Buggy 4x4 pour la compétition                              | Gyropode | Echasses urbaines | Automate de prélèvement sanguin | Assistance à la rééducation | Tensiomètre | Ventilateur sans pale | Drone de surveillance | Robot holonome | Compteur de consommation d'énergie à distance | Projecteur motorisé pour l'éclairage de scène | Modèle réduit de véhicule hybride | Lampe dynamo à gachette inertielle |   |
| EXPÉRIMENTER            | Justifier le choix d'un protocole expérimental | Capteurs  | X        | X                 |                                 | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 |                                    |   |
|                         |  | Prévision quantitative de la réponse du système                             | X        | X                 | X                               |                             | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|                         |  | Chaîne d'information, structure et fonctionnement                           | X        | X                 |                                 | X                           | X           | X                     |                       | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|                         | Mettre en œuvre un protocole expérimental      | Appareils de mesures, règles d'utilisation                                  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X |
|                         |  | Paramètres de configuration d'un système                                    | X        | X                 |                                 | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|                         |  | Paramètres de configuration d'un réseau                                     |          |                   |                                 |                             |             |                       |                       | X              | X   | X   | X                                 |                                    |   |
|                         |  | Routines, procédures, etc, systèmes logiques évènementiels                  |          |                   |                                 |                             | X           |                       |                       | X              |   | X   | X                                 |                                    |   |
| Modèles de comportement | X  | X   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 |                                    |   |
| COMMUNIQUER             | Rechercher et traiter des informations         | Dossier technique   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  |   |
|                         |  | Base de données, sélection, tri, classement de données                      | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X |
|                         |  | Internet, outil de travail collaboratif, blogs, forums, moteur de recherche | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X |
|                         | Mettre en œuvre une communication              | Croquis, schémas  | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X |
|                         |  | Production de documents   | X        | X                 | X                               | X                           | X           | X                     | X                     | X              | X   | X   | X                                 | X                                  | X |

X signifie que cette connaissance – capacité peut être abordée sur le support d'enseignement.

**Liste des matériels de mesures adaptés à chaque support :**

| Thème         | Support  | Liste matériels associés  |
|---------------|--|---|
| MOBILITE      | Modèle réduit de Buggy 4x4 pour la compétition | Accéléromètre embarqué, multimètre, oscilloscope, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant, webcam, dynamomètre.  |
|               | Gyropode                                       | Multimètre, accéléromètre 6 axes, oscilloscope, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant, pése-personne, dynamomètre.   |
|               | Échasses urbaines                              | Machine de traction, équipements de protection (casque, coudière, genouillère, ...), pése-personne, accéléromètre 6 axes, jeu de jauges de déformation.                                       |
| SANTÉ         | Automate de prélèvement sanguin                | Jeu de masses, comparateur, multimètre, oscilloscope, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant.   |
|               | Assistance à la rééducation                    | Oscilloscope, générateur de fonctions basses fréquences, multimètre, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant, tachymètre, dynamomètre de traction (et/ou jeu de masses).     |
|               | Tensiomètre                                    | Oscilloscope, multimètre, stéthoscope et brassard tensiomètre, générateur de fonctions.   |
| CONFORT       | Ventilateur sans pale                          | Oscilloscope, multimètre, thermomètre, anémomètre, tachymètre, stroboscope, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant, capteur de pression, sonomètre.                         |
|               | Drone de surveillance                          | Balance, oscilloscope, accéléromètre, multimètre, smartphone ou tablette numérique, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant, stroboscope, télémètre, générateur de fonction. |
| PROTECTION    | Robot holonome                                 | Alimentation stabilisée réglable, multimètre, oscilloscope, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant.   |
|               | Compteur de consommation d'énergie à distance  | Oscilloscope, compteur d'énergie électrique, multimètre, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant.  |
| ÉNERGIE       | Projecteur motorisé pour l'éclairage de scène  | Compteur d'énergie électrique, oscilloscope, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant, luxmètre, accéléromètre 6 axes.  |
|               | Modèle réduit de véhicule hybride              | Accéléromètre embarqué, multimètre, oscilloscope, deux sondes de tension différentielles, sonde de courant, webcam, dynamomètre.  |
| ENVIRONNEMENT | Lampe dynamo à gachette inertielle             | Luxmètre, multimètre, tachymètre, dynamomètre.  |