

**Concours : Troisième CAPET**

**Section : sciences industrielles de l'ingénieur**

**Option : ingénierie des constructions  
ingénierie électrique  
ingénierie informatique  
ingénierie mécanique**

**Session 2018**

Rapport de jury présenté par :  
M. Norbert PERROT  
Président du jury

## Sommaire

|   |    |
|---|----|
| Avant-propos  | 4  |
| Résultats statistiques  | 7  |
| Épreuve d'admissibilité « Analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique » |    |
| Éléments de correction  | 11 |
| Rapport du jury   | 27 |
| Épreuve d'admission « Mise en situation professionnelle »                                   |    |
| Exemple de sujet  | 31 |
| Rapport du jury   | 42 |
| Rapport sur la transmission des valeurs et principes de la République                       | 49 |

La réunion préparatoire à cette session 2018 du CAPET 3<sup>e</sup> voie de sciences industrielles de l'ingénieur et la réunion d'admissibilité se sont déroulées au lycée Raspail à Paris. Les épreuves d'admission se sont déroulées les 2 et 3 juillet 2018 dans de très bonnes conditions au lycée Franklin Roosevelt à Reims.

Les membres du jury adressent de vifs remerciements aux proviseurs de ces établissements et à leurs directeurs délégués aux formations professionnelles et technologiques ainsi qu'à leurs collaborateurs pour l'accueil chaleureux qui leur a été réservé.

## Avant-propos

Pour cette session 2018 et pour la troisième année consécutive, le CAPET de sciences industrielles de l'ingénieur a été ouvert pour des candidats de la 3<sup>e</sup> voie. Les deux épreuves sont la première épreuve d'admissibilité et la première épreuve d'admission du CAPET externe.

Cet avant-propos reprend pour une large part certains points des rapports de 2016 et de 2017.

Pour cette troisième session, le jury est globalement satisfait des prestations des candidats. Il regrette cependant que des candidats admissibles ne se soient pas présentés à la session d'admission (environ 18 %).

Cela étant, il conseille aux futurs candidats de lire attentivement ce rapport, de s'imprégner de la didactique de la discipline et des méthodes permettant d'élaborer une séquence pédagogique. Cela ne peut se faire qu'en étudiant les différents programmes du collège, de STI2D et de sciences de l'ingénieur de la série S.

Bien que vérifiées dans les deux épreuves du concours, les compétences pédagogiques des candidats sont essentiellement évaluées lors de l'épreuve d'admission. Je tiens à rappeler de nouveau que le CAPET a pour objectif de répondre à la demande de l'État employeur, qui souhaite recruter des professeurs.

Les futurs candidats devront, au cours de leur préparation au concours, mener les réflexions nécessaires à la mise en place d'une progression didactique, progression devant être élaborée dans le cadre d'une approche par compétences. Ils doivent se concentrer sur les objectifs des différentes séquences de collège et de lycée et imaginer les stratégies pédagogiques et didactiques à mettre en œuvre pour faire acquérir aux élèves les compétences visées par les différents programmes. Le jury attend la description précise de la séquence inscrite dans une progression didactique, de ses attendus, de l'organisation détaillée d'une séance, ainsi que la justification des choix faits pour chacun de ces points. Bien évidemment, les candidats doivent intégrer à leur exposé la différenciation pédagogique, l'évaluation des compétences et des connaissances associées, la remédiation et l'accompagnement personnalisé dans les contenus pédagogiques présentés.

La séquence pédagogique à concevoir pendant la deuxième partie de l'épreuve d'admission doit s'inspirer des activités pratiques réalisées au cours de la première partie de l'épreuve en adaptant le niveau. Cette séquence est relative soit :

- à l'enseignement de technologie du cycle 4 ;
- aux enseignements technologiques transversaux de la série STI2D de la voie technologique du lycée ;
- à l'enseignement des sciences de l'ingénieur de la série scientifique S de la voie générale du lycée.

Le contexte pédagogique ainsi que le niveau et les compétences travaillées pendant la séquence pédagogique sont fixés dans le sujet de l'épreuve. Par conséquent, les candidats doivent se préparer à être confrontés à l'une des trois situations d'enseignement précisées ci-dessus. Une bonne connaissance des programmes des enseignements précités est requise pour espérer réussir cette partie de l'épreuve d'admission. La découverte de la réalité du métier d'enseignant de sciences industrielles de l'ingénieur et des conditions matérielles d'exercice devrait permettre aux candidats d'améliorer la crédibilité de leurs propositions didactiques. Pour ce faire, les candidats sont invités à

rencontrer des enseignants sur leur lieu de travail, dans leur établissement scolaire, pour échanger avec eux sur les pratiques pédagogiques et pour prendre connaissance de l'organisation des laboratoires, des supports didactiques à disposition et des postes informatiques disponibles.

Le jury a été surpris de constater que certains candidats n'avaient pas lu les programmes correspondants aux exigences de l'épreuve, pourtant facilement accessibles par Internet. Cette désinvolture a souvent entraîné des notes ne permettant pas d'être reçu à ce concours.

L'épreuve d'admission est une épreuve longue qui nécessite également une bonne gestion du temps, afin que l'exposé ne porte pas seulement sur la partie expérimentale déjà évaluée préalablement, mais essentiellement sur la présentation de la séquence au niveau demandé.

Depuis la session 2017, que ce soit à l'agrégation ou au CAPET, à l'externe comme à l'interne, il existe une option ingénierie informatique et surtout un programme d'informatique pour toutes les options de ces concours. Les compétences liées à ce programme sont par conséquent également évaluées. Le jury conseille aux futurs candidats de ne surtout pas faire l'impasse sur l'informatique qui tient dorénavant une place non négligeable dans les programmes de technologie au collège, des enseignements technologiques du cycle terminal « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » et des sciences de l'ingénieur de la voie scientifique du lycée (S-SI).

La réussite à cette épreuve ne s'improvise pas. Il faut s'y préparer dès l'inscription au concours, voire avant. Proposer une séquence pédagogique étayée à partir d'activités expérimentales nécessite une préparation rigoureuse. Mettre à profit son expérience professionnelle en s'imposant une élaboration de ses propres séquences pédagogiques, respectant la démarche didactique spécifique de la discipline, ne peut que favoriser de bons résultats.

Pour cette épreuve d'admission, l'accès à l'Internet est autorisé afin que les candidats soient dans les conditions du métier qu'ils envisagent d'exercer. Cela ne doit cependant pas masquer la réflexion, la cohérence, l'appréciation du niveau des élèves et la précision pédagogique dans les explications qui sont des qualités précieuses pour un futur enseignant.

La description des épreuves des concours précise que : « L'épreuve d'admission doit, en outre, permettre au candidat de démontrer qu'il a réfléchi à l'apport que son expérience professionnelle constitue pour l'exercice de son futur métier et dans ses relations avec l'institution scolaire, en intégrant et en valorisant les acquis de son expérience et de ses connaissances professionnelles à la problématique du sujet et dans ses réponses aux questions du jury ».

Le ministère de l'Éducation nationale a demandé par ailleurs à tous les présidents des concours de recrutement « *de veiller à ce que dans ce cadre, les thématiques de la laïcité et de la citoyenneté trouvent toute leur place* » afin « *que l'École soit en mesure, par la formation et le recrutement de nos futurs enseignants, de valider la mission première que lui fixe la Nation, à savoir de transmettre et de faire partager aux élèves les valeurs et principes de la République ainsi que l'ensemble des dispositions de la Charte de la laïcité, portant notamment égale dignité de tous les êtres humains et liberté de conscience de chacun* ».

Cette demande a été prise en compte pour l'épreuve d'admission. Le comportement des candidats face aux questions du jury, sur ces sujets particulièrement sensibles, a donné globalement satisfaction. Des informations sur les questions posées et quelques conseils aux futurs candidats sont donnés dans ce rapport.

Dans toutes les épreuves, le jury attend des candidats une expression écrite et orale irréprochable. Le CAPET est un concours exigeant, imposant aux candidats un comportement et une présentation exemplaires. Le jury reste vigilant sur ce dernier aspect et invite les candidats à avoir une tenue adaptée aux circonstances particulières d'un concours de recrutement de cadres de catégorie A de la fonction publique.

Pour conclure cet avant-propos, j'espère sincèrement que ce rapport sera très utile aux futurs candidats du CAPET SII 3<sup>e</sup> voie.

Norbert PERROT  
Président du jury

# Résultats statistiques

## Option ingénierie des constructions

### CAPET

| Inscrits | Nombre de postes | Présents à l'épreuve d'admissibilité | Admissibles | Présents à l'épreuve d'admission | Admis |
|----------|------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------|
| 60       | 7                | 15                                   | 11          | 9                                | 5     |

|  |       |
|--|-------|
| Moyenne obtenue par le premier candidat admissible | 15,47 |
| Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible | 6,10  |
| Moyenne obtenue par le premier candidat admis      | 15,89 |
| Moyenne obtenue par le dernier candidat admis      | 8,19  |

## Option ingénierie électrique

### CAPET

| Inscrits | Nombre de postes | Présents à l'épreuve d'admissibilité | Admissibles | Présents à l'épreuve d'admission | Admis |
|----------|------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------|
| 119      | 8                | 43                                   | 21          | 16                               | 8     |

|  |       |
|--|-------|
| Moyenne obtenue par le premier candidat admissible | 19,18 |
| Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible | 8,11  |
| Moyenne obtenue par le premier candidat admis      | 17,94 |
| Moyenne obtenue par le dernier candidat admis      | 10,68 |

## Option ingénierie informatique

### CAPET

| Inscrits | Nombre de postes | Présents à l'épreuve d'admissibilité | Admissibles | Présents à l'épreuve d'admission | Admis |
|----------|------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------|
| 127      | 4                | 36                                   | 11          | 9                                | 4     |

|  |       |
|--|-------|
| Moyenne obtenue par le premier candidat admissible | 16,30 |
| Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible | 9,88  |
| Moyenne obtenue par le premier candidat admis      | 16,25 |
| Moyenne obtenue par le dernier candidat admis      | 14,36 |

## Option ingénierie mécanique

### CAPET

| Inscrits | Nombre de postes | Présents à l'épreuve d'admissibilité | Admissibles | Présents à l'épreuve d'admission | Admis | Liste complémentaire |
|----------|------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------|----------------------|
| 120      | 15               | 44                                   | 28          | 24                               | 15    | 2                    |

|  |       |
|--|-------|
| Moyenne obtenue par le premier candidat admissible | 16,86 |
| Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible | 6,05  |
| Moyenne obtenue par le premier candidat admis      | 16,64 |
| Moyenne obtenue par le dernier candidat admis      | 9,18  |

# Éléments de correction de l'épreuve d'admissibilité « analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »

## Question 1

La société Polycréatis a reçu le prix « coup de cœur du jury » pour sa démarche écoresponsable dans la conception du catamaran SunSeaRider pour les raisons suivantes : utilisation de l'énergie solaire, dite propre, et incitation du skipper à la conduite écoresponsable.

## Question 2

$$\{T_{poids \rightarrow catamaran}\} = \left\{ \begin{matrix} -(M+7m)g \vec{z}_O \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_G = \left\{ \begin{matrix} -16\,285 \vec{z}_O \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_G$$

## Question 3

On isole le catamaran soumis à l'action de l'eau et à son poids (avec 7 passagers). L'équation de la résultante statique en projection sur  $\vec{z}_O$  donne :

$$-(M+7m)g + 2R_{\text{archimède}} = 0$$

$$\Rightarrow R_{\text{archimède}} = \frac{(M+7m)g}{2}$$

$$\text{AN : } R_{\text{archimède}} = 8\,142 \text{ N}$$

$$\text{Or } R_{\text{archimède}} = \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{eau}} \times g, \text{ d'où } V_{\text{eau}} = \frac{R_{\text{archimède}}}{\rho_{\text{eau}} \times g} \Rightarrow V_{\text{eau}} = \frac{M+7m}{2 \times \rho_{\text{eau}}}$$

$$\text{AN : } V_{\text{eau}} = \frac{1030 + (7 \times 90)}{2 \times 1000} \Rightarrow V_{\text{eau}} = 0,83 \text{ m}^3$$

## Question 4

$$\text{D'après la figure 6, on a } V_{\text{eau}} = H \times a_{\text{flotteur}} \times L_{\text{flotteur}} \Rightarrow H = \frac{V_{\text{eau}}}{a_{\text{flotteur}} \times L_{\text{flotteur}}}$$

$$\text{AN : } H = \frac{0,83}{0,5 \times 6} \Rightarrow H = 0,28 \text{ m}$$

## Question 5

$$\text{D'après la figure 6, on a } \sin \theta = \frac{H_{\text{rampe}}}{L_{\text{rampe}}}$$

On détermine  $H_{\text{rampe}}$  :

$$H_{\text{rampe}} + H_{\text{plancher}} + H_{\text{flotteur}} = H_{\text{quai}} + H$$

$$H_{\text{rampe}} = H_{\text{quai}} + H - (H_{\text{plancher}} + H_{\text{flotteur}})$$

$$H_{\text{rampe}} = 0,6 + 0,28 - (0,05 + 0,75)$$

$$H_{\text{rampe}} = 0,08 \text{ m}$$

D'où :

$$\theta = \arcsin\left(\frac{H_{rampe}}{L_{rampe}}\right)$$

$$AN : \theta = \arcsin\left(\frac{0,08}{1,5}\right) \Rightarrow \theta \approx 3,1^\circ$$

L'exigence Id 2.2 précise que la pente de la rampe doit être inférieure à 10%, donc l'angle limite à respecter vaut :

$$\theta_{limite} = \arctan\left(\frac{10}{100}\right) \Rightarrow \theta_{limite} = 5,7^\circ$$

Conclusion :  $3,1^\circ < 5,7^\circ$  donc la pente est bien inférieure à 10%, et l'exigence Id 2.2 est vérifiée.

### Question 6

On a  $q_p(2) = c_p \times c_e(2) \times q_b$  avec  $q_b = 0,5 \times \rho_{air} \times v_b^2$  et  $v_b = 23$  nœuds soit en  $m \cdot s^{-1}$  :

$$v_b = 23 \times 1,8 \times \frac{1000}{3600} \Rightarrow v_b = 11,5 \text{ m} \cdot s^{-1}$$

$$D'où  $q_p(2) = q_p = 1,5 \times 2 \times 0,5 \times 1,3 \times (11,5)^2 \Rightarrow q_p = 258 \text{ N} \cdot m^{-2}$$$

### Question 7

$$F_{aéro} = q_p \times S_{toit} \quad AN : F_{aéro} = 258 \times 11 \Rightarrow F_{aéro} = 2837 \text{ N}$$

### Question 8

$$F_{latéral} = q_{latéral} \times H_{latéral} \quad AN : F_{latéral} = 860 \times 1 \Rightarrow F_{latéral} = 860 \text{ N}$$

### Question 9

Inventaire des actions mécaniques appliquées à l'ensemble S = (catamaran + un passager) :

$$\begin{aligned} \{T_{eau \rightarrow S}\} &= \left\{ \begin{array}{c} \vec{R}_{Archimède} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_B \\ \{T_{poids \rightarrow S}\} &= \left\{ \begin{array}{c} \vec{P} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G = \left\{ \begin{array}{c} -(M+m)g \vec{z}_O \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G = \left\{ \begin{array}{c} -10987 \vec{z}_O \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G \\ \{T_{vent \rightarrow S}\} &= \left\{ \begin{array}{c} \vec{F}_{aéro} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_C = \left\{ \begin{array}{c} 2837 \vec{z}_C \\ \vec{0} \end{array} \right\}_C \\ \{T_{vent latéral \rightarrow S}\} &= \left\{ \begin{array}{c} \vec{F}_{latéral} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{c} -860 \vec{y}_C \\ \vec{0} \end{array} \right\}_A \end{aligned}$$

### Question 10

On écrit la somme des moments s'appliquant sur l'ensemble S au point B :

$$\sum \vec{M}_{B,ext \rightarrow S} = \vec{BG} \wedge \vec{P} + \vec{BC} \wedge \vec{F}_{aéro} + \vec{BA} \wedge \vec{F}_{latéral}$$

$$\sum \vec{M}_{B,ext \rightarrow S} = [(c \vec{y}_C + d \vec{z}_C) \wedge (-P \vec{z}_O)] + [(e \vec{y}_C + f \vec{z}_C) \wedge F_{aéro} \vec{z}_C] + [(a \vec{y}_C + b \vec{z}_C) \wedge (-F_{latéral} \vec{y}_C)]$$

En projetant l'équation sur  $\vec{x}_O$  on obtient :

$$\sum \vec{M}_{B,ext \rightarrow S} \cdot \vec{x}_O = -P \times c \times \cos \alpha + P \times d \times \sin \alpha + e \times F_{aéro} + b \times F_{latéral}$$

AN :

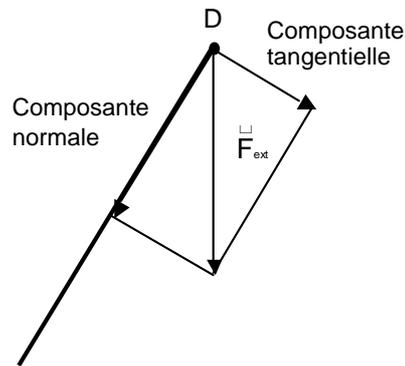
$$\sum \vec{M}_{B,ext \rightarrow S} \cdot \vec{x}_O = (-10\,987 \times 800 \times \cos 10^\circ) + (10\,987 \times 1\,460 \times \sin 10^\circ) + (1\,550 \times 2\,837) + (600 \times 860)$$

$$\sum \vec{M}_{B,ext \rightarrow S} \cdot \vec{x}_O = -957 \text{ N}\cdot\text{m}$$

La somme des composantes de moments suivant  $\vec{x}_O$  est négative, les actions mécaniques ont donc tendance à ramener le catamaran vers la surface de l'eau. L'exigence Id 3.1 est donc respectée, le catamaran ne bascule pas.

### Question 11

L'effort extérieur appliqué à l'épontille se décompose en deux composantes, comme le montre la figure ci-dessous. La composante normale crée une sollicitation de compression et la composante tangentielle crée une sollicitation de flexion. Il s'agit donc d'une sollicitation de flexion composée.



### Question 12

L'expression du torseur de cohésion en  $G_E$  est (en N et N·m) :

$$\{T_{cohésion}\} = \begin{Bmatrix} -F_{ext} \sin \beta \vec{x}_E - F_{ext} \cos \beta \vec{z}_E \\ -F_{ext} \sin \beta (L-z) \vec{y}_E \end{Bmatrix}_{G_E} = \begin{Bmatrix} -414 \vec{x}_E - 1\,137 \vec{z}_E \\ (-662 + 414z) \vec{y}_E \end{Bmatrix}_{G_E}$$

Ce torseur est maximal au point O, en  $z=0$ .

$$\text{AN : } \{T_{cohésion}\} = \begin{Bmatrix} -414 \vec{x}_E - 1\,137 \vec{z}_E \\ -662 \vec{y}_E \end{Bmatrix}_O \text{ exprimé en N et N}\cdot\text{m}$$

**Question 13** Voir DR1 – CORRIGÉ

### Question 14

D'après le principe de superposition :

$$|\sigma_{total}|_{max} = |\sigma_{compression}| + |\sigma_{flexion}|_{max}$$

Avec :

$$|\sigma_{compression}| = \frac{F_{ext} \cos \beta}{S} \quad \text{soit} \quad |\sigma_{compression}| = \frac{F_{ext} \cos \beta}{\frac{\pi}{4}(D^2 - (D - 2e)^2)}$$

$$|\sigma_{flexion}|_{max} = \frac{M_{fy-max}}{I_{Gy}} X_{max} \quad \text{soit} \quad |\sigma_{flexion}|_{max} = \frac{M_{fy-max}}{\frac{\pi}{64}(D^4 - (D - 2e)^4)} \frac{D}{2}$$

La contrainte totale vaut alors :

$$|\sigma_{total}|_{max} = \frac{1\,137}{\frac{\pi}{4}(100^2 - 96^2)} + \frac{662\,400}{\frac{\pi}{64}(100^4 - 96^4)} \frac{100}{2}$$

$$|\sigma_{total}|_{max} = 1,8 + 44,8$$

$$|\sigma_{total}|_{max} = 46,6 \text{ MPa}$$

Le coefficient de sécurité, noté  $s$ , vaut alors :  $|\sigma_{total}|_{max} = \frac{R_e}{s}$  soit  $s = \frac{241}{46,6} \Rightarrow s = 5,2$

Le coefficient de sécurité est supérieur à 3, l'exigence Id 4.1 est donc vérifiée.

Le matériau de l'épontille est en alliage d'aluminium donc l'épontille résiste à la corrosion (pas de fer). L'exigence Id 4.2 est donc aussi vérifiée.

### Question 15

La simulation numérique donne une contrainte maximale de 48,6 MPa et le calcul théorique donne 46,6 MPa. L'écart entre les deux résultats est très faible (de l'ordre de 4%). Ceci s'explique par la forme et les dimensions de l'épontille qui correspondent bien aux hypothèses de Navier-Bernoulli pour la théorie des poutres : la dimension longitudinale est grande par rapport aux dimensions transversales. Le résultat du calcul théorique issu de la théorie des poutres est donc très proche du résultat issu de la simulation par la méthode des éléments finis.

### Question 16

D'après l'annexe A4, de 11h30 à 12h30, la puissance surfacique moyenne reçue au sol vaut :

$$P_{moy} \approx 780 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

### Question 17

La puissance totale reçue par l'ensemble des panneaux solaires vaut :  $P_{reçue} = P_{moy} \times n \times S_{panneau}$

$$\text{AN : } P_{reçue} = 780 \times 16 \times 0,57 \Rightarrow P_{reçue} = 7\,114 \text{ W}$$

Le rendement d'un panneau solaire vaut  $\eta_{panneau} = \frac{P_{produite}}{P_{reçue}}$ , d'où :

$$P_{produite} = \eta_{panneau} \times P_{reçue}$$

$$\text{AN : } P_{produite} = 0,22 \times 7\,114 \Rightarrow P_{produite} = 1\,565 \text{ W}$$

### Question 18

Le rendement du régulateur a pour expression :  $\eta_{\text{régulateur}} = \frac{P_{\text{régulateur}}}{P_{\text{produite}}}$  d'où :

$$P_{\text{régulateur}} = \eta_{\text{régulateur}} \times P_{\text{produite}}$$

$$\text{AN : } P_{\text{régulateur}} = 0,95 \times 1\,565 \quad \Rightarrow \quad P_{\text{régulateur}} = 1\,487 \text{ W}$$

Le rendement du moteur vaut  $\eta_{\text{moteur}} = \frac{P_{\text{mot}}}{P_{\text{régulateur}} - P_{\text{instruments}}}$ , d'où :

$$P_{\text{mot}} = \eta_{\text{moteur}} \times (P_{\text{régulateur}} - P_{\text{instruments}})$$

$$\text{AN : } P_{\text{mot}} = 0,56 \times (1\,487 - 10) \quad \Rightarrow \quad P_{\text{mot}} = 827 \text{ W}$$

### Question 19

La puissance distribuée pour une hélice vaut  $P_{\text{hélice}} = \frac{P_{\text{mot}}}{2}$  et  $P_{\text{hélice}} = F_{\text{poussée}} \times V_{\text{seuil}}$

On en déduit que la vitesse  $V_{\text{seuil}}$  vaut alors  $V_{\text{seuil}} = \frac{P_{\text{mot}}}{2 \times F_{\text{poussée}}}$

$$\text{AN : } V_{\text{seuil}} = \frac{827}{2 \times 750} \quad \Rightarrow \quad V_{\text{seuil}} = 0,55 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 1,98 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \text{ soit } 1,1 \text{ nœud.}$$

L'exigence Id 1.3 est vérifiée car 1,1 nœud > 1 nœud.

### Question 20

L'énergie embarquée dans les batteries vaut  $E_{\text{embarquée}} = 8 \times \text{capacité} \times \text{tension}$

$$\text{AN : } E_{\text{embarquée}} = 8 \times 115 \times 12 \quad \Rightarrow \quad E_{\text{embarquée}} = 11 \text{ kWh}$$

### Question 21

Si la puissance est positive, l'énergie est puisée dans les batteries.

Si la puissance est négative, l'énergie est stockée dans les batteries.

### Question 22

À partir de la figure 11, on effectue un bilan de puissance :

$$P_{\text{batterie}} = -(19 \times 0,02 + 14 \times 0,03 + 9 \times 0,15 + 4 \times 0,23) + (8 \times 0,3 + 15 \times 0,17 + 22 \times 0,07 + 31 \times 0,03)$$

$$P_{\text{batterie}} = 4,35 \text{ kW}$$

L'énergie puisée dans les batteries pendant le parcours type de 30 min (0,5 h) vaut :

$$E_{\text{batterie}} = P_{\text{batterie}} \times 0,5$$

Pour réaliser le parcours total de 20 km (2 h), il faut quatre fois plus d'énergie, soit  $E_{\text{nécessaire}} = 4 \times E_{\text{batterie}}$

$$AN : E_{nécessaire} = 4 \times 0,5 \times 4,35 \Rightarrow E_{nécessaire} = 8,7 \text{ kWh}$$

L'énergie nécessaire est inférieure à l'énergie embarquée ( $8,7 < 11 \text{ kWh}$ ), donc l'exigence Id 1.1 est vérifiée.

De plus, le taux de décharge vaut  $\frac{8,7}{100} \times 100 = 79 \%$ . L'exigence Id 1.2 est donc aussi vérifiée.

### Question 23

On souhaite calculer la distance  $d_{max}$  (en km) parcourue à une vitesse  $V$  (en nœuds) pendant un temps  $T$  (en h) :

$$d_{max} = V \times T$$

$$d_{max} = 1,8 \times V \times \frac{Cr}{Ci} \times \frac{1}{60}$$

Définition de la fonction en langage Python :

```
def calcul_d_max(Cr,Ci) :
    d_max=1.8*V*Cr/(Ci*60)
    return(d_max)
```

Définition de la fonction en langage C++ :

```
double calcul_d_max(double Cr, double Ci)
{
double d_max=1.8*V*Cr/(Ci*60);
return d_max ;
}
```

### Question 24

La distance du bateau par rapport au quai vaut :

$$d = \sqrt{(x_c - x_p)^2 + (y_c - y_p)^2}$$

Définition de la fonction en langage Python :

```
import sqrt from math
def calcul_d(xc,yc) :
    d=sqrt((xc-xp)**2+(yc-yp)**2)
    d_max=calcul_d_max(Cr,Ci)
    if d<d_max :
        print("autonomie suffisante")
    else :
        print("autonomie insuffisante")
```

Définition de la fonction en langage C++ :

```
void calcul_d(double xc, double yc)
{
double d=sqrt(pow((xc-xp),2)+pow((yc-yp),2)) ;
double d_max=calcul_d_max(Cr,Ci) ;
if (d<d_max)
    cout<<"autonomie suffisante" ;
```

```
else
    cout<<"autonomie insuffisante" ;
}
```

**Question 25** Voir DR2 – CORRIGÉ ci-après ;

**Question 26** Voir DR3 – CORRIGÉ ci-après.

**Question 27**

On mesure le temps d'allumage du voyant rouge sur le DR3, et on trouve :

$$\frac{t_{\text{voyant-rouge}}}{t_{\text{total}}} = 0,35$$

Le voyant rouge est donc allumé 35 % du temps lors de la sortie du catamaran. D'après la figure 12, le temps offert lors de la prochaine sortie est  $t_{\text{offert}} = 0,12 \times 2 \text{ h} = 14 \text{ min}$ .

**Question 28**

On peut envisager d'autres solutions pour produire de l'énergie propre dans le cas d'une utilisation du catamaran dans des régions moins ensoleillées :

- l'énergie éolienne ;
- l'énergie mécanique produite par le pédalage ;
- l'énergie de la houle marine.

Pour une irradiation solaire moindre, on pourrait agrandir la surface des panneaux solaires augmentant ainsi la puissance reçue.

### Éléments de correction de la partie pédagogique

**Question 29** – Cf DR4 ci-après.

**Question 30**

D'après la progression proposée dans le document de l'annexe 8, l'équipe a organisé les séquences pédagogiques de la classe de 1<sup>re</sup> en 9 séquences de 3 à 4 semaines, durée raisonnable pour limiter le risque de décrochage des élèves. La progression se déroule sur 31 semaines laissant 5 semaines d'ajustement dans l'année scolaire pour l'organisation d'activités pédagogiques transversales, la réalisation de projets, la gestion des aléas.

Les séquences sont réparties entre les congés scolaires, ce qui évite toute coupure dommageable à la continuité des apprentissages. La progression pédagogique proposée pour la classe de première prend en compte les 7 heures d'enseignement technologique transversal (ETT) et l'heure d'enseignement technologique en langue vivante (ETLV).

Chaque séquence d'enseignement repose sur un thème de travail formulé sous la forme d'une problématique, précédée d'une situation déclenchante, destinée à stimuler la curiosité et la motivation des élèves. Ces thèmes sont variés pour susciter l'intérêt de tous les élèves de la classe qui, lors des séances d'enseignement transversal, peuvent être issus des différentes spécialités proposées en STI2D.

L'équipe pédagogique a fait le choix de n'aborder que deux centres d'intérêt (CI) par séquence pédagogique, ne ciblant ainsi qu'un nombre limité de compétences et savoirs associés. Dans chaque

séquence, en fonction des centres d'intérêt retenus, différentes compétences sont travaillées, en lien avec les savoirs associés des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D, conformément à la répartition proposée dans le document de l'annexe 7.

La répartition du temps consacré au travail des compétences et connaissances associées est proposée de manière à vérifier la cohérence des apprentissages sur l'ensemble du cycle terminal. Chaque groupe de compétences et connaissances associées pourra être travaillé de manière spiralaire tout au long du cycle terminal à travers les différents thèmes proposés et sur la base de supports d'activités variés tant par leur technologie que leur typologie (systèmes, dossiers, etc.).

### Question 31

La séquence n°3 proposée en classe de 1<sup>re</sup> STI2D est basée sur le thème d'étude « Qu'est-ce qu'un système innovant ? ».

Les centres d'intérêt choisis sont :

- CI-4 – Composants, matières et solutions constructives ;
- CI-8 – Pilotage et commande des systèmes.

Les éléments du programme travaillés peuvent être répartis dans les différentes activités comme suit :

- étude de dossier 1 – Analysons un produit innovant
  - o 1.1 Compétitivité et créativité (1.1.1 et 1.1.3) ;
  - o 1.2 Écoconception (1.2.1) ;
- étude de dossier 2 – Une alternative au canot à moteur thermique
  - o 3.2 Constituants d'un système (3.2.1, 3.2.3 et 3.2.4) ;
- étude de dossier 3 – Optimisation d'une solution
  - o 2.2 Outils de représentation (2.2.1 et 2.2.2) ;
- activités pratiques 1&2 – Énergie embarquée
  - o 3.1 Structures matérielles et ou logicielles (3.1.2 et 3.1.4).

La durée prévue pour cette séquence est de trois semaines. Celle-ci a pour objectif d'illustrer comment la technologie peut être mise au service de l'innovation et permettre ainsi le développement de solutions respectueuses de l'environnement tant au niveau de leur construction que de leur exploitation.

Au regard des volumes horaires, on constate que dans cette séquence située en début d'année de première, l'attention est particulièrement portée sur la maîtrise des outils de représentation.

Les séances sont prises en charge par un ou deux enseignants et se déroulent en classe entière (30 élèves) et en groupes allégés (15 élèves).

Pour les séances en classe entière, il est important de rendre l'élève actif, en ce sens dispenser un cours magistral suivi de travaux dirigés d'application n'est pas forcément la formule la plus adaptée.

Le laboratoire est équipé de 15 ordinateurs ce qui permet d'envisager un travail par binôme d'élèves.

Ici, plusieurs activités sont proposées dans un souci de différenciation des apprentissages. Elles s'appuient sur des études de dossier ou des activités pratiques qui placeront l'élève dans une situation d'apprenant actif. Les séances mobilisant les démarches d'investigation ou de résolution de problème s'articulent avec des temps de consolidation et de remédiation.

L'enseignement technologique en langue vivante (ETLV) est intégré à l'enseignement technologique transversal en s'appuyant sur des supports de travail commun. Les compétences langagières sont travaillées à partir de compétences et savoirs technologiques déjà maîtrisés.

**Question 33** - cf DR5 ci-après.

### **Semaine 1**

**Activation** : le problème est posé en exposant la situation déclenchante sous forme de texte ou de vidéo. L'émergence de la problématique est privilégiée par une réflexion collective. Il est possible de recourir à un outil de représentation type carte mentale projetée au TNI (tableau numérique interactif) pour structurer les échanges entre et avec les élèves.

**EDD1** : deux études, au minimum, de dossiers de produits ayant fait l'objet de dépôt de brevets (produits pluritechnologiques) sont proposées. Un temps d'échange peut être prévu dans la dernière demi-heure de la séance afin que les élèves puissent confronter et relever les points communs de leurs études :

- les élèves travaillent en binôme ou trinôme ;
- une démarche d'investigation est privilégiée.

**Cours 1** : travail de structuration et d'apport de connaissances prenant appui sur l'EDD1.

**EDD2** : étude de la conception du support SunSeaRider.

Plusieurs observations portant sur l'étude de la flottabilité et l'autonomie du bateau pourront servir de prétexte à la lecture et l'exploitation des ressources fournies dans le dossier.

Découverte du support (document à compléter – schéma, SysML...) :

- les élèves travaillent en binôme ou trinôme ;
- une démarche d'investigation est privilégiée.

**Cours 2** : il est consacré à la mise en place des connaissances en lien avec le traitement de l'information fournie par les capteurs utilisés lors de mesures qui seront réalisées lors des activités pratiques 1 et 2.

### **Semaine 2**

Elle est consacrée aux activités pratiques. Il s'agit de mettre en œuvre des systèmes, qui, comme SunSeaRider embarquent une source d'énergie électrique (production solaire et éolienne uniquement). Elle permet de s'interroger sur l'implantation de la source et d'estimer son dimensionnement en fonction d'un besoin exprimé.

La situation déclenchante pourra s'appuyer sur la question suivante : « Peut-on remplacer la source d'énergie photovoltaïque du SunSeaRider par un système éolien ? » (une ou plusieurs éoliennes de technologie à définir...), SunSeaRider VS ou WindSeaRider ?

Une démarche d'investigation est privilégiée.

Les deux activités pratiques sont réalisées par des binômes ou trinômes d'élèves selon la répartition :

- une heure en classe entière – appropriation du dossier, élaboration d'un protocole de mesure ;
- deux heures en effectif réduit au cours desquelles les élèves doivent procéder à des mesures et rédiger un compte rendu de manipulation.

La synthèse des activités pratiques est faite le vendredi en classe entière : exploitation des résultats des élèves pour construire la fiche de structuration des connaissances.

### **Semaine 3**

Elle est consacrée à l'étude de dossier 3. Le cours 3 est consacré à un apport de connaissances sur la représentation du réel, en vue d'une exploitation ultérieure lors de l'étude du dossier 3.

Le travail préalable sur la lecture de plan et les représentations d'une variante de la liaison entre l'époutille et la structure du toit permettra, par exemple, d'optimiser la liaison entre l'époutille et le toit solaire du SunSeaRider. Les apports de connaissances se feront en deux temps avant et entre les deux séances consacrées à l'activité pratique 3 :

- les élèves travaillent en binôme (un ordinateur pour deux élèves) ;
- une démarche de résolution de problèmes est privilégiée.

La dernière séance de la semaine 3 est consacrée à une évaluation des compétences et connaissances associées travaillées au cours des semaines 1 et 2.

### Question 34

Le professeur peut réaliser une évaluation formative, consistant à positionner l'élève sur une échelle de performance à des fins de dialogue avec lui, ou sommative.

Le professeur doit construire un outil de suivi de l'activité pour l'évaluation formative. Celui-ci renvoie aux compétences évaluées et s'appuie sur des critères avec leurs indicateurs évaluables et quantifiables, ces indicateurs étant communiqués aux élèves. L'évaluation est effectuée pendant les séances.

L'évaluation sommative est réalisée par l'évaluation d'un compte rendu (collectif ou individuel) ou d'un devoir sur table.

Évaluation formative (les élèves disposent d'un outil de suivi et identifient les compétences travaillées) :

- semaine 1 – évaluation des compétences en lien avec la rédaction (tous les élèves) et la présentation orale des travaux réalisés (quelques élèves) ;
- semaine 2 – évaluation des compétences en lien avec la mise en œuvre du protocole d'essai (séquences 2 et 3 - tous les élèves). Relevé des comptes rendus d'activité (séquences 5 et 6 – tous les élèves sur des activités qui peuvent être différentes) ;
- semaine 3 – évaluation des compétences en lien avec l'utilisation d'un outil de représentation et/ou de modélisation.

Évaluation sommative :

- semaine 1 – non ;
- semaine 2 – non ;
- semaine 3 – évaluation des compétences et connaissances associées travaillées dans la séquence 3. Une étude de cas évaluée selon les modalités d'évaluation de l'épreuve de l'ETT du baccalauréat peut être envisagée.

L'étude de dossier 3 s'articule avec le cours 3 consacré à la représentation graphique du réel. Les compétences en lien avec l'utilisation des outils de représentation sont travaillées. L'optimisation de la liaison entre l'époutille et le toit est une situation problème qui justifie l'utilisation d'un logiciel de représentation graphique 3D. Les éléments d'évaluation sont :

- la connaissance des normes de représentation ;
- les compétences en lien avec la définition d'une liaison mécanique « simple » sous forme de croquis ou représentation volumique ;
- la manipulation du logiciel de représentation volumique.

### Question 35

Proposer aux élèves de réaliser un travail de présentation orale en langues vivantes à partir de la ressource de l'étude de dossier 2 « Une alternative au canot à moteur thermique ». Cette activité peut être proposée à partir de la fin de la semaine 2.

Fixer un des trois objectifs de l'évaluation de l'ETLV, par exemple :

- présenter les éléments techniques de réponse aux points importants identifiés dans le cahier des charges (fonctions, performances) ;
- proposer différents sujets de manière à varier les activités au sein de la classe
  - o présentation du SunSeaRider ;
  - o accessibilité PMR ;
  - o panneaux solaires ;
  - o batteries ;

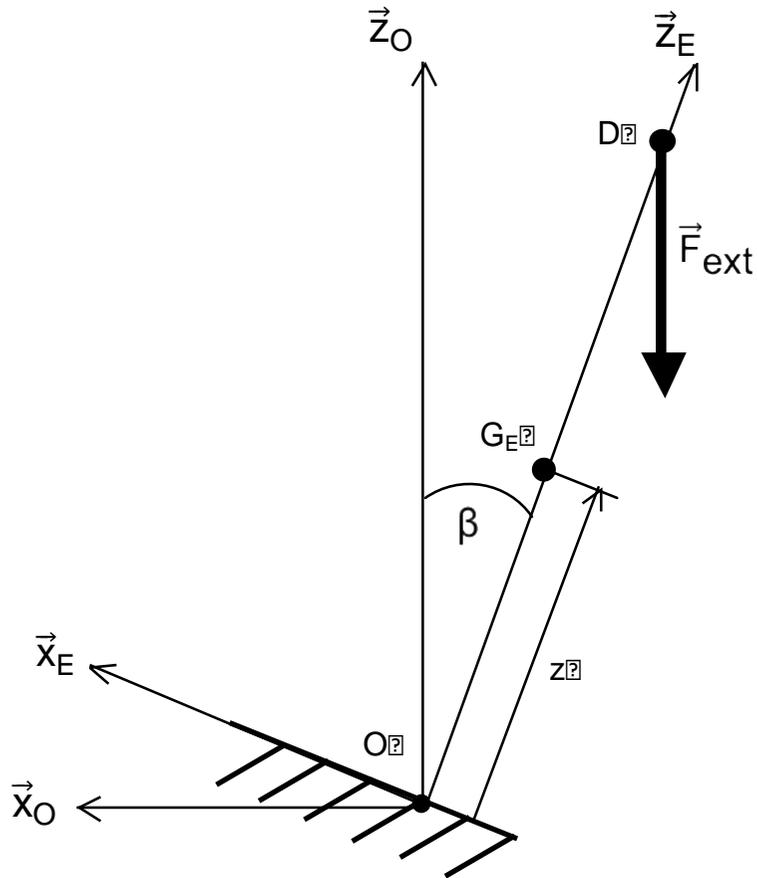
- indicateur de consommation d'énergie ;
- fixer les compétences évaluées
  - CO7 et CO9.2 (évaluées par les élèves et le professeur de S2I) ;
  - CO10 (évaluée par le professeur de langue vivante).

La participation des élèves auditeurs à l'évaluation des exposés permet de maintenir l'activité au sein de la classe. Cette évaluation devra être menée sur la base de quelques critères et pourra être mise en œuvre à l'aide d'un outil de sondage automatique.

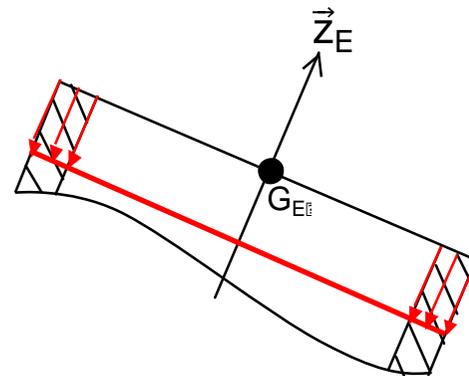
L'organisation retenue est la suivante : 15 binômes / 1 microordinateur par binôme. Chaque sujet est traité par 3 binômes (1 binôme évalué / 2 binômes évaluateurs). Le binôme évalué doit élaborer un exposé de 5 minutes illustré par 3 diapositives maximum.

Le temps de préparation est d'une séance, et celui de la présentation et structuration est aussi d'une séance (présentation / échange et évaluation).

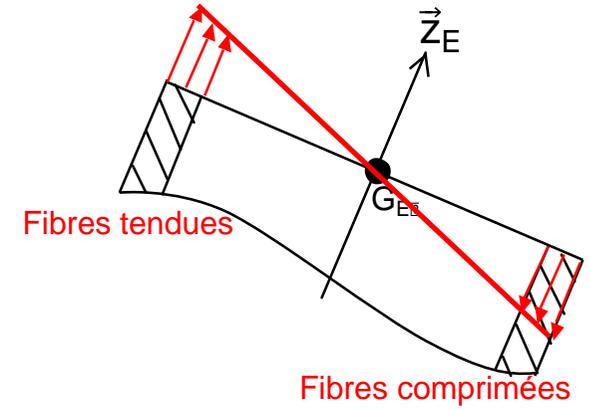
DOCUMENT RÉPONSE DR1 – CORRIGÉ



Sollicitation 1 : **Compression**

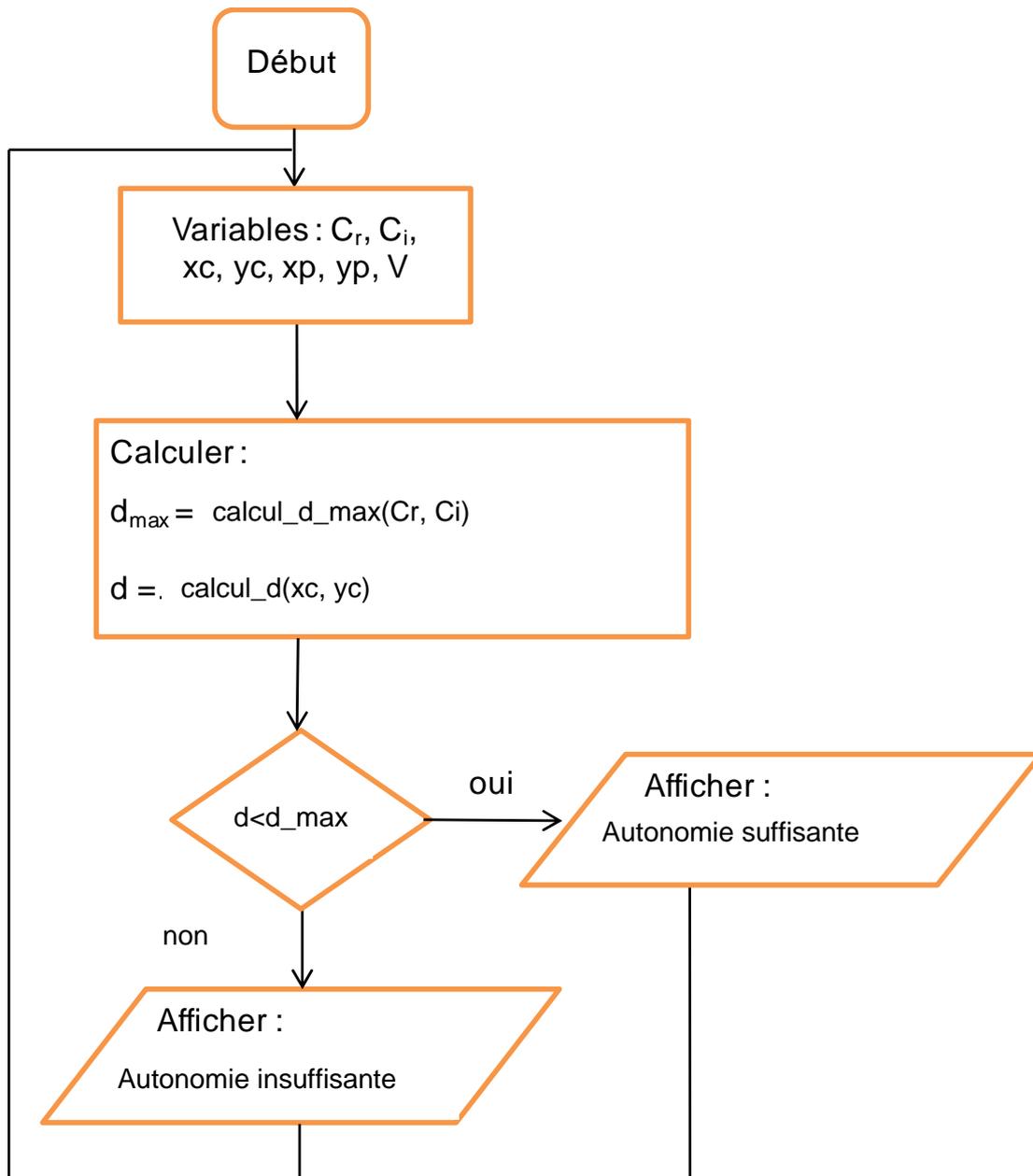


Sollicitation 2 : **Flexion**

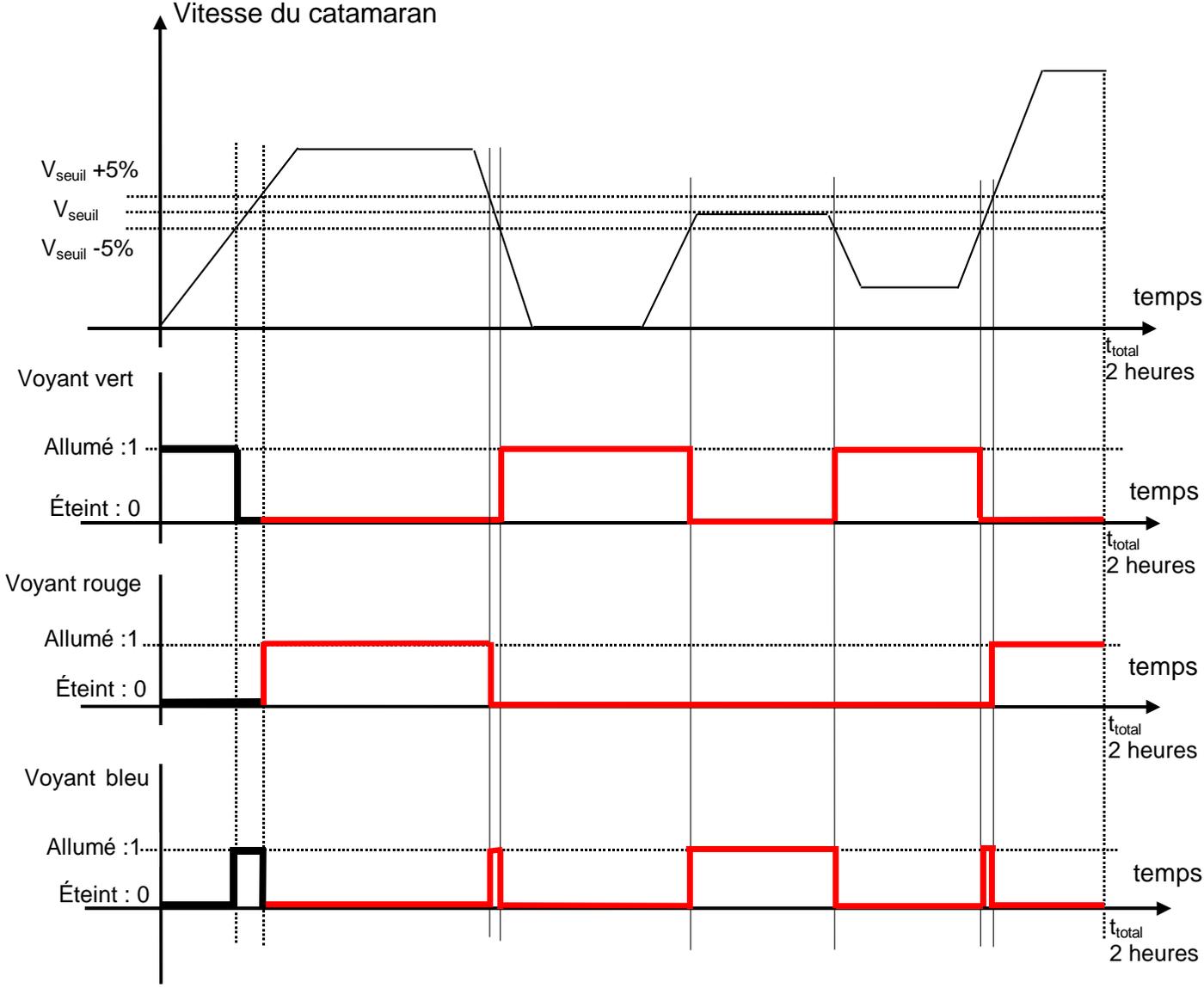


Vues partielles en coupe de l'époutille

DOCUMENT RÉPONSE DR2 – CORRIGÉ



DOCUMENT RÉPONSE DR3 – CORRIGÉ



## DOCUMENT RÉPONSE DR4- CORRIGÉ

| Partie du sujet  | Compétence attendue   | Savoirs associés<br>(*) Savoir associé pertinent  |
|--|---|---|
| <p>TENUE MÉCANIQUE DE LA STRUCTURE PORTEUSE DU TOIT</p> <p><b>Champ de la Matière</b><br/>Résistance des Matériaux.</p>  | CO1.1 – Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système.   | <p>1.1. Compétitivité et créativité.<br/>1.2. ÉcoConception.<br/>3.1. Structures matérielles et/ou logicielles. (*)</p> |
| <p>AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE DU CATAMARAN</p> <p><b>Champ de l'Énergie</b><br/>Stockage de l'énergie.</p>  | CO2.1 – Identifier les flux et la forme de l'énergie, caractériser ses transformations et/ou modulations et estimer l'efficacité énergétique globale. | <p>1.1. ÉcoConception.<br/>3.2. Constituants d'un système. (*)</p>  |
| <p>SÉCURITÉ ET ÉCORESPONSABILITÉ</p> <p><b>Champ de l'Information</b><br/>Traiter une information.</p>   | CO4.3 – Identifier et caractériser le fonctionnement temporel d'un système.   | <p>2.3. Approche comportementale.<br/>3.1. Structures matérielles et/ou logicielles. (*)</p>                            |
| <p>Justifier la pertinence du choix du support SunSeaRider pour une exploitation dans le cadre de l'enseignement technologique transversal en STI2D.</p>   |   |   |
| <p>La conception du support SunSeaRider s'inscrit dans le cadre d'une démarche de développement durable comme le montre la première partie du sujet. Les différentes activités proposées abordent les champs Matière, Énergie et Information ce qui fait du SunSeaRider un système pluritechnologique adapté pour une séquence proposée en enseignement technologique transversal.</p> |   |   |

**DOCUMENT RÉPONSE DR5- CORRIGÉ**  
 Organisation hebdomadaire des séances de la séquence n°3

|                  | <i>Lundi</i>   | <i>Mardi</i>   |          | <i>Mercredi</i>   | <i>Jeudi</i>   |          | <i>Vendredi</i>                                     |  |
|------------------|--|--|----------|---|--|----------|---|--|
| Heures hebdo. :  | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b> | <b>4</b>  | <b>5</b>   | <b>6</b> | <b>8</b>  |  |
| <b>Groupe 1</b>  | Classe entière<br>Prof. SII 1<br>Activation                | Professeur SII - 1<br>Groupe 1 - EDD 1 – support 1   |          | Classe entière<br>Prof. SII 2<br>Cours 1                  | Co-ens – 2 professeurs SII<br>Groupe 1 - EDD 2<br>Groupe 2 – EDD 2 |          | Classe entière<br>Co-ens. SII/LV<br>ETLV<br>Sujet 1 | Classe entière<br>Prof SII 2<br>Cours 2                        |
| <b>Groupe 2</b>  |  | Professeur SII - 2<br>Groupe 2 - EDD 1 – support 2   |          |   |  |          |   |  |
| <b>Semaine 2</b> |  |  |          |   |  |          |   |  |
|                  | <i>Lundi</i>   | <i>Mardi</i>   |          | <i>Mercredi</i>   | <i>Jeudi</i>   |          | <i>Vendredi</i>                                     |  |
| Heures hebdo. :  | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b> | <b>4</b>  | <b>5</b>   | <b>6</b> | <b>8</b>  |  |
| <b>Groupe 1</b>  | Classe entière<br>Prof. SII 1<br>Prépa. Activités<br>1 & 2 | Professeur SII - 1<br>Groupe 1 – Activité pratique 1 |          | Classe entière<br>Prof SII 2<br>Prépa. Activités<br>1 & 2 | Professeur SII 2<br>Groupe 1 – Activité pratique 2                 |          | Classe entière<br>Co-ens. SII/LV<br>ETLV<br>Sujet 2 | Classe entière<br>Prof SII 2<br>Structuration<br>Connaissances |
| <b>Groupe 2</b>  |  | Professeur SII - 2<br>Groupe 1 – Activité pratique 2 |          |   | Professeur SII 1<br>Groupe 2 – Activité pratique 1                 |          |   |  |
| <b>Semaine 3</b> |  |  |          |   |  |          |   |  |
|                  | <i>Lundi</i>   | <i>Mardi</i>   |          | <i>Mercredi</i>   | <i>Jeudi</i>   |          | <i>Vendredi</i>                                     |  |
| Heures hebdo. :  | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b> | <b>4</b>  | <b>5</b>   | <b>6</b> | <b>8</b>  |  |
| <b>Groupe 1</b>  | Classe entière<br>Prof. SII 1<br>Cours 3                   | Co-ens – 2 professeurs SII<br>Groupe 1 & 2<br>EDD 3  |          | Classe entière<br>Prof SII 1<br>Cours 3                   | Co-ens – 2 professeurs SII<br>Groupe 1 & 2<br>EDD 3                |          | Classe entière<br>Co-ens. SII/LV<br>ETLV<br>Sujet 3 | Classe entière<br>Prof SII 2<br>Évaluation                     |
| <b>Groupe 2</b>  |  |  |          |   |  |          |   |  |



**Pour compléter les grilles, adopter les abréviations ci-dessous :**

- Étude de dossier : EDD
- Activité pratique : TP
- Structuration des connaissances : SDC
- Étude technologique en langue vivante : ETLV
- Cours
- Activation
- Évaluation

# **Rapport du jury de l'épreuve d'admissibilité « analyse et exploitation pédagogique d'un système pluritechnique »**

## **1. Présentation du sujet**

Le support du sujet est un catamaran solaire autonome destiné aux collectivités territoriales ou à la navigation de plaisance. Cette invention a reçu la médaille d'or du concours Lépine européen en 2013, ainsi que le prix des écotrophées félicitant l'entreprise pour sa démarche écoresponsable en 2015. L'analyse d'un système pluritechnologique, répondant à des contraintes actuelles (accessibilité des personnes à mobilité réduite, réduction des gaz à effet de serre, écoresponsabilisation...), a permis d'évaluer les compétences d'analyse, de modélisation et de résolution des candidats.

## **2. Analyse globale des résultats**

Le sujet propose un questionnement sur les différents champs des sciences industrielles de l'ingénieur. Les cinq parties indépendantes sont abordées de manière linéaire par une majorité des candidats. Comme dans les sessions précédentes, les dernières parties sont moins bien traitées par beaucoup de candidats. Le jury invite donc les futurs candidats à gérer efficacement le temps de l'épreuve, afin d'avoir une couverture optimale du sujet.

Le jury déplore, par ailleurs, que certains candidats ne traitent que les parties du questionnement en lien avec leur option. Le jury insiste sur le caractère transversal de l'épreuve qui doit engager les futurs candidats à acquérir des connaissances dans les quatre spécialités.

La partie portant sur l'exploitation pédagogique permet au candidat de montrer ses compétences en ingénierie pédagogique en développant une réflexion en lien avec la mise en œuvre de l'enseignement spécifique des sciences industrielles de l'ingénieur. Le questionnement proposé aborde différents aspects de l'analyse que doit mener un enseignant pour construire une séquence d'enseignement technologique transversal et d'enseignement technologique en langue vivante en STI2D.

## **3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats**

### **3.1. Première partie**

Cette partie consiste à déterminer la pente de la rampe d'accès au catamaran pour permettre l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite. Le questionnement proposé est très guidé et permet de répondre à la problématique sans difficulté majeure.

Globalement, cette partie est accessible avec des notions de base de mécanique et de géométrie telles que le poids, le principe fondamental de la statique et les relations géométriques et trigonométriques dans un triangle rectangle..., mais nécessite néanmoins de la rigueur pour répondre correctement.

Le jury déplore que plus de la moitié des candidats ne sache pas écrire le torseur de l'action mécanique du poids du catamaran, tout comme la confusion, trop fréquente, entre masse et poids.

Le jury regrette également une lecture souvent trop rapide du questionnement menant, pour un grand nombre, à des réponses approximatives : par exemple, l'action mécanique de la poussée d'Archimède était demandée pour un flotteur et non deux.

Le jury conseille vivement aux candidats de maîtriser les connaissances fondamentales de mécanique et d'avoir un sens critique par rapport aux résultats numériques aberrants (hauteur d'immersion du bateau, volume d'eau déplacé par flotteur...).

### **3.2. Deuxième partie**

Cette partie permet de vérifier le non-basculement du catamaran dans des conditions de navigation défavorables. Il s'agit ici de calculer, pas à pas, les actions mécaniques agissant sur le catamaran, puis de déterminer le moment résultant de ces actions mécaniques afin d'en étudier le signe.

Les candidats ont majoritairement bien traité les questions relatives à la détermination des actions mécaniques. Le jury note ici essentiellement des erreurs dans les conversions d'unité. Il conseille aux candidats de faire les applications numériques sans oublier d'indiquer les unités de la grandeur physique calculée.

Le bilan des actions mécaniques n'a pas été traité correctement, le jury constatant l'oubli de l'action de l'eau et un manque de rigueur dans l'écriture des actions mécaniques. L'outil torseur est peu ou mal utilisé. Peu de candidats ont mené à bien le calcul numérique du moment résultant permettant de conclure quant à l'exigence de non-basculement. Le jury a été surpris de constater que la notion de moment n'était pas maîtrisée par certains candidats.

### **3.3. Troisième partie**

Cette partie permet, par une étude de résistance des matériaux, de vérifier la tenue de l'ancrage sur la nacelle d'une épontille inclinée. Il s'agit ici d'un calcul classique de contrainte normale maximale au niveau de l'encastrement d'une poutre (épontille). Les sollicitations de résistance des matériaux et le principe de superposition sont connus des candidats mais le calcul numérique est rarement mené à bien. À ce sujet, le jury constate trop d'erreurs de calcul et insiste pour que les résultats littéraux soient encadrés et suivis des applications numériques. Le tracé des contraintes dans la section droite a été mal réalisé ou pas du tout par les candidats. Par la suite, les conclusions relatives à la comparaison avec le modèle numérique n'ont pu être correctement traitées. Il est à noter que peu de candidats ont composé sur cette partie. Le jury conseille donc aux candidats de ne négliger aucune composante du programme des sciences de l'ingénieur dans leur préparation au concours.

### **3.4. Quatrième partie**

Cette partie, scindée en deux études énergétiques, permet de valider deux exigences du cahier des charges.

Le premier objectif est la vérification de la vitesse minimale de navigation garantie par le constructeur, sans utilisation des batteries. Le sujet guide le candidat dans une étude énergétique afin de déterminer cette vitesse. Une grande partie des candidats a correctement traité cette partie. Le relevé de la puissance moyenne à partir de la courbe fournie est fait par la quasi-totalité des candidats. Globalement, les calculs des puissances sont correctement menés. Cependant, le jury relève des erreurs d'homogénéité dans les formules employées : ainsi pour tenir compte de la surface des panneaux solaires, il faut multiplier et non diviser. La notion de rendement est parfois mal utilisée. Enfin, trop de candidats oublient de tenir compte des deux moteurs dans les calculs.

L'objectif de la seconde étude est de valider le dimensionnement de la batterie lorsque celle-ci est utilisée. Cette étude repose sur la lecture de l'histogramme de distribution de puissance au niveau des batteries. Le jury relève beaucoup d'erreurs d'interprétation de ce graphique et peu de candidats parviennent à calculer l'énergie nécessaire pour parcourir 20 km.

### **3.5. Cinquième partie**

Cette partie permet de valider deux objectifs.

Pour informer l'utilisateur de la réserve énergétique du catamaran en temps réel, le candidat était invité, dans un premier temps, à rédiger deux fonctions en langage Python ou C++. Le jury déplore que ces questions n'aient été traitées que par un faible nombre de candidats. Il rappelle que le programme d'informatique commun à toutes les options du CAPET SII est disponible à l'adresse suivante :

[http://cache.media.education.gouv.fr/file/capet\\_externe/92/1/p2017\\_capet\\_ext\\_sii\\_590921.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/capet_externe/92/1/p2017_capet_ext_sii_590921.pdf)

Une maîtrise globale des méthodes de programmation, d'ailleurs communes à la plupart des langages, est attendue : variables, fonctions et structures de contrôle.

Le questionnement autour du second objectif – inciter l'utilisateur à l'écoconduite – a été correctement traité par une forte proportion de candidats.

### **3.6 – Sixième partie – Partie pédagogique**

Les questions portent respectivement sur la justification de l'exploitation du support (catamaran solaire), l'étude d'une progression pédagogique et la mise en œuvre d'une activité en enseignement technologique en langue vivante.

Le questionnement proposé permet d'évaluer les compétences du candidat dans les différentes phases de la préparation d'une séquence pédagogique d'enseignement technologique transversal y compris l'enseignement technologique en langue vivante :

- justifier l'adéquation d'un support d'étude au regard de compétences et connaissances associées travaillées ;
- analyser et exploiter une fiche de préparation de séquence ;
- exploiter une progression et organiser des séances dans un fonctionnement hebdomadaire des enseignements imposé représentatif d'une situation réelle ;
- structurer l'enchaînement des enseignements et définir des modalités d'évaluation formatives et sommatives ;
- proposer une activité en enseignement technologique transversal en adéquation avec la séquence pédagogique imposée.

La partie pédagogique est traitée de manière très hétérogène. La justification du support et l'exploitation de la fiche de préparation de séquence proposée dans le sujet sont globalement satisfaisantes. Les candidats peinent à exploiter les documents pour expliciter les éléments de programme travaillés ainsi que les éléments de contexte et l'organisation de la séquence étudiée. Ils rencontrent également des difficultés à transposer les éléments descripteurs d'une séquence pédagogique en une organisation hebdomadaire des enseignements.

## **4. Conclusions**

Concernant les réponses aux questions, le jury souligne l'importance d'une rédaction claire, rigoureuse et concise. En effet, de trop nombreuses copies comptent un nombre important de fautes d'orthographe, de problèmes de syntaxe ou sont difficiles à déchiffrer. Le jury déplore la présence de commentaires personnels inappropriés sur certaines copies. Les candidats doivent correctement

repérer les questions et, en cas d'absence de réponse, l'indiquer. Le jury conseille également de mettre les résultats en évidence.

Le jury demande aux candidats de maîtriser les fondamentaux des sciences de l'ingénieur, ce qui ne peut se faire sans une connaissance parfaite des unités des grandeurs physiques.

Cette épreuve comporte une exploitation pédagogique. Le jury signifie aux candidats qu'il ne faut pas négliger la préparation à cette partie de l'épreuve d'admissibilité. Elle est exigeante, nécessite une véritable préparation et une certaine prise de hauteur par rapport à des présentations parfois « académiques » qu'il faut savoir transposer dans un contexte réel de mise en œuvre.

Une lecture attentive et complète du sujet est indispensable pour éviter de mauvaises interprétations de certaines questions et pour permettre d'exploiter au mieux les documents ressources mis à disposition.

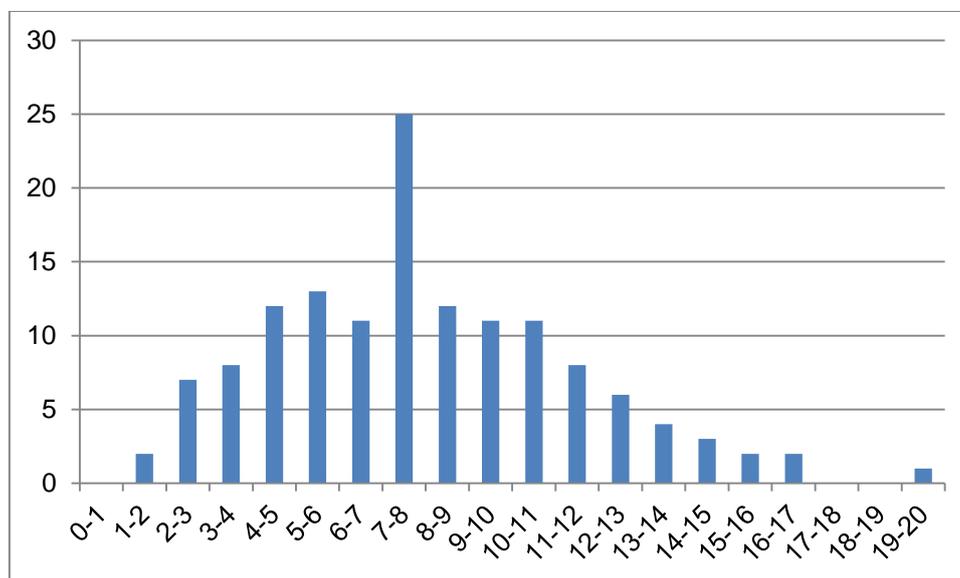
Enfin, le jury insiste sur le fait que, pour traiter cette épreuve transversale, les candidats doivent avoir un minimum de connaissances et de culture technologique dans plusieurs domaines.

Ces différents points restent primordiaux pour des enseignants destinés à l'enseignement technologique dans sa globalité. Le jury conseille donc aux futurs candidats de travailler en ce sens.

## 5. Résultats

138 copies ont été évaluées pour cette épreuve, la moyenne des notes obtenues est de 8,0 et l'écart-type de 3,5 avec :

- 19,2 comme meilleure note ;
- 1,7 comme note la plus basse.



# Exemple de sujet pour l'épreuve de mise en situation professionnelle

## 1. Présentation de l'épreuve

La définition détaillée de l'épreuve est fournie dans un dossier annexe disponible sur le poste de travail.

Le réinvestissement de l'activité pratique en vue d'une exploitation pédagogique décrite dans le règlement d'examen est relatif à :

- la série technologique « sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) » en enseignement technologique transversal ;
- la classe de Terminale.

Elle devra s'inscrire dans la séquence « solutions constructives et comportement énergétique et/ou informationnel dans les systèmes mécatroniques ». Les compétences abordées seront :

- CO3.2 – Évaluer la compétitivité d'un système d'un point de vue technique et économique ;
- CO4.4 – Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, à l'énergie, et aux informations (acquisition, traitement, transmission) d'un système ;
- CO5.2 – Identifier des variables internes et externes utiles à une modélisation, simuler et valider le comportement du modèle ;
- CO5.3 – Évaluer un écart entre le comportement du réel et le comportement du modèle en fonction des paramètres proposés.

Les enseignements technologiques transversaux sont dispensés à raison de cinq heures par semaine organisées de la façon suivante :

- 4h d'activité pratique en demi-division ;
- 1h en classe entière.

Les locaux et les matériels sont :

- un laboratoire pouvant accueillir 35 élèves en classe entière, aménagé en îlots et qui permet aussi le déroulement d'une synthèse ou celui d'un lancement d'activités ;
- deux postes informatiques connectés au réseau pédagogique de l'établissement et à Internet pour chaque îlot ;
- un vidéo projecteur et un tableau numérique interactif.

Tous les supports logiciels jugés nécessaires sont disponibles dans le laboratoire.

Les systèmes pluritechnologiques présents dans le laboratoire sont, au minimum, ceux ci-dessous :

- robot haptique – société SET ;
- ventilation mécanique centralisée – société ERM ;
- banc sismique – société 3R ;
- système de suivi – société Didastel ;
- robot d'assistance – société Didastel ;
- volet roulant solaire – société Didastel ;
- robot Darwin – DMS ;
- skate et son banc d'essai – campus IP ;
- stabilisateur de prise de vue – ERM.

Cette liste n'est pas exhaustive, le candidat peut imaginer un laboratoire disposant d'autres systèmes pluritechnologiques.

## 2. Mise en contexte et prise en main du système

### 2.1 Mise en contexte



Figure 1. Exemple d'implantation

Au cours de ces dernières décennies, de nouvelles normes de construction des bâtiments ont contraint le « trait architectural » à suivre cette nécessaire évolution. Dans le domaine des performances énergétiques, les dispositions réglementaires sont rappelées dans le document normatif « RT (Réglementation thermique) 2012 ».

Outre les études des questions d'isolation, de ventilation, d'étanchéité à l'air et des apports en énergie renouvelable, la norme impose également un minimum de surfaces vitrées (1/6 des surfaces habitables), ainsi qu'un traitement des protections solaires.

Pour répondre à cette dernière exigence, des systèmes d'occultation plus ou moins sophistiqués ont été créés et intégrés aux immeubles de tous types afin de permettre aux occupants de mieux maîtriser les consommations d'énergie et les conditions de confort, été comme hiver.

Le volet roulant solaire (VRS) étudié satisfait aux normes de confort minimal : protection contre la chaleur, isolation renforcée contre le froid et isolation phonique.

Il comprend une motorisation, un pilotage à distance et une autonomie énergétique.



Figure 2. Volet roulant solaire



Figure 3. Télécommande de pilotage à distance

## 2.2 Prise en main

L'objectif de cette partie est l'appropriation du système à partir de différentes manipulations et expérimentations.

Les questions ne sont pas obligatoirement à traiter dans l'ordre proposé. L'examineur est à disposition du candidat pour répondre aux difficultés d'utilisation du système ou de compréhension du questionnement.

Matériels, logiciels et ressources à disposition :

- environnement Multimédia Pédagogique ;
- VRS-500\_EMP\_système et VRS-500\_EMP\_sous-système ;
- interface d'acquisition VRS-500\_Acquisition ;
- logiciel Matlab.

**Activité 1.** Vérifier le fonctionnement du volet (montée/descente/arrêt). Renseigner les interactions sur le diagramme de contexte en phase d'exploitation (DR1).

**Activité 2.** À partir des différentes ressources mises à disposition et des observations réalisées sur le système, compléter la chaîne d'énergie (DR2) et le diagramme d'exigence (DR3).

Appeler l'examineur pour lui présenter une synthèse du travail effectué dans cette partie avant de poursuivre les activités.

## 3. Problématique

La société VELUX souhaite concevoir des systèmes qui « durent dans le temps ». Ce positionnement permet d'offrir des produits de qualité, avec la meilleure des garanties et être ainsi très attractifs pour les acheteurs potentiels.

### Comment optimiser la durée de vie du système ?

D'un point de vue « exigences système », cela amène à étudier la réponse apportée en conception à chacune des trois exigences suivantes :

- « Éviter un vieillissement prématuré » (Id = EP1) en termes structurels, via les solutions constructives et les constituants choisis ;
- « Être autonome en énergie » (Id = EO1) en termes énergétiques, via la durée de vie de l'installation solaire et principalement celle de la batterie ;
- « Assurer un fonctionnement en toute sécurité » (Id = EC1) en termes de comportements, afin de détecter les situations à risque pour le système, permettant un maintien quasi permanent en conditions opérationnelles de celui-ci.

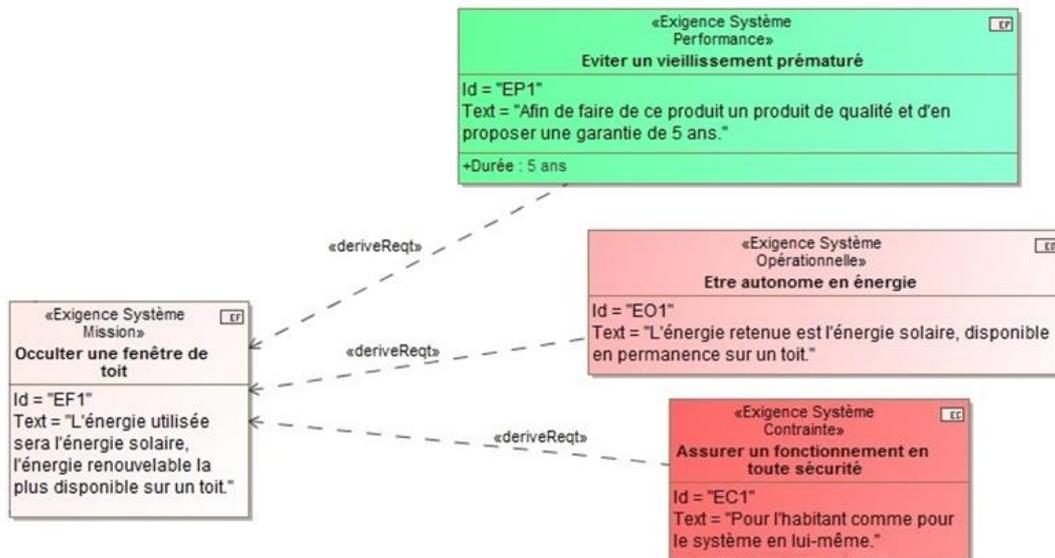


Figure 4. Diagramme des exigences

L'étude se décompose en quatre parties :

- étude d'un aller/retour en fonctionnement normal, de manière qualitative et quantitative, afin d'appréhender les grandeurs mises en jeu et établir des hypothèses de travail simplificatrices ;
- intégration Vérification Validation Qualification (IVVQ) de l'autonomie en énergie du système, afin de vérifier que celle-ci est bien assurée ;
- étude de la gestion de blocage, afin d'appréhender le comportement du VRS dans les différentes situations de blocage possibles ;
- étude de l'obtention de la position du volet, utile à la distinction des différents blocages.

## 4. Résolution des problématiques

### 4.1 Étude d'un aller/retour du volet

L'objectif de cette partie est d'appréhender le comportement énergétique du système lors d'un aller/retour du volet, de manière qualitative et quantitative, en fonctionnement normal.

Matériels, logiciels et ressources à disposition : interface d'acquisition du VRS.

- Activité 3.** À l'aide de l'interface d'acquisition du VRS, effectuer un relevé des grandeurs caractéristiques du moteur pour un aller/retour complet.  
En déduire les valeurs moyennes en courant et en tension du moteur pour chaque cycle (aller et retour).  
Conclure de façon qualitative et quantitative sur les grandeurs (en amplitude et en

temps) relevées lors d'une descente et lors d'une montée.  
Indiquer l'hypothèse simplificatrice devant être faite pour la suite de l'étude.

## 4.2 Étude de l'autonomie énergétique du système

Le volet roulant solaire est utilisé de façon quotidienne. L'énergie stockée est consommée lorsqu'il n'y a pas de rayonnement solaire.

Les éléments du panneau photovoltaïque et la batterie doivent être dimensionnés afin d'assurer l'autonomie en énergie toute l'année.

Différents paramètres sont à prendre en compte :

- l'énergie journalière consommée ;
- l'énergie journalière disponible ;
- la durée de vie espérée de la batterie ;
- ...

Dans une démarche d'Ingénierie Système, l'étude est réalisée dans le cadre de la phase finale en démarche de conception d'IVVQ :

- l'**Intégration** est faite, en considérant que le système est dans son contexte d'exploitation (en situation sur un toit) ;
- la **Vérification** de l'autonomie en énergie est faite elle aussi, puisque le fonctionnement du système est assuré sans aucune source externe d'alimentation en énergie (vérifié lors de la phase de prise en main du système) ;
- la **Validation** de l'autonomie est à faire, à partir du dimensionnement de l'installation et des données géographiques les plus défavorables ;
- la **Qualification** de l'autonomie reste à faire, principalement en termes de durée de vie de la batterie et d'autonomie sans recharge.

D'un point de vue des transferts d'énergie, la chaîne d'énergie simplifiée est donnée figure 5. Un facteur de conversion  $K$  permet de tenir compte des pertes liées à l'utilisation des différents convertisseurs et/ou régulateur entre le panneau photovoltaïque et le moteur électrique.

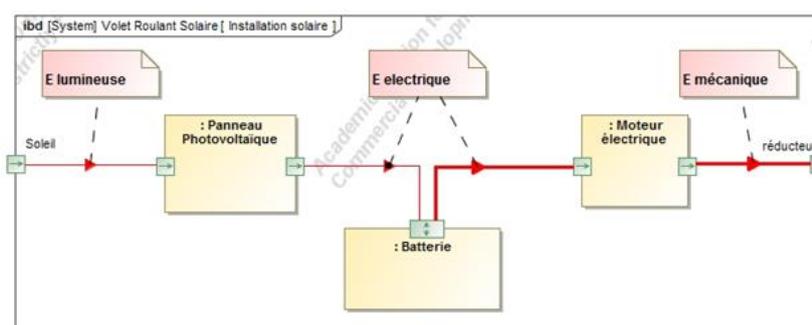


Figure 5. Diagramme des blocs internes

### 4.2.1 Étude énergétique des besoins quotidiens

L'objectif de cette partie est de déterminer les besoins quotidiens en énergie du système. Pour cela, il est indispensable de définir un scénario d'utilisation nominal, le plus réaliste possible sans être trop optimiste.

**Le scénario nominal retenu comprend deux allers-retours quotidiens du volet, dont un est fait quotidiennement (basculement jour/nuite) et l'autre occasionnellement.**

Positionnement de l'étude :

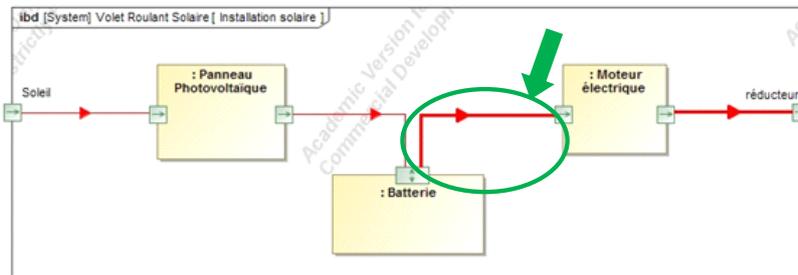


Figure 6. Diagramme des blocs internes pour l'étude de l'activité 4

Matériels, logiciels et ressources à disposition : interface d'acquisition du VRS.

**Activité 4.** À l'aide des relevés obtenus, déterminer l'énergie consommée pour un aller-retour (en J).  
En déduire les besoins quotidiens, notés  $B$ , du volet (en  $W \cdot h \cdot j^{-1}$ ) en appliquant au calcul de l'énergie un facteur de conversion  $K$  ( $K = 0,6.$ ) pour tenir compte des différentes pertes (cellule photovoltaïque, batterie ...).

#### 4.2.2 Étude du dimensionnement de la cellule photovoltaïque

Le volet roulant solaire doit pouvoir fonctionner, quelle que soit sa localisation en France. L'installation est dimensionnée pour fonctionner dans les conditions d'ensoleillement les plus défavorables.

L'objectif de cette partie est de déterminer le rendement maximal de la cellule photovoltaïque et d'effectuer le bilan énergétique global (énergie journalière reçue / besoins quotidiens) dans les conditions les plus défavorables, afin de valider l'autonomie énergétique du système.

Positionnement de l'étude :

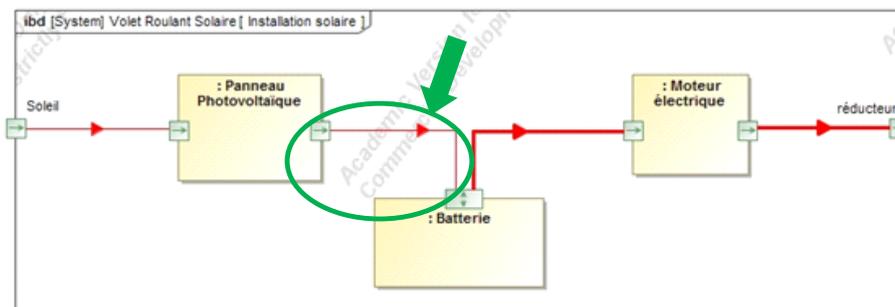


Figure 7. Diagramme des blocs internes pour l'étude de l'activité 5 et de l'activité 6

Matériels, logiciels et ressources à disposition :

- interface d'acquisition du VRS ;
- lampe halogène ;
- solarimètre ;
- documents fournis en annexe.

**Activité 5.** Proposer une démarche expérimentale permettant de déterminer la caractéristique de la puissance électrique en fonction de l'intensité électrique  $P = f(I)$  de la cellule photovoltaïque.

Tracer cette courbe.

En déduire le rendement de la cellule photovoltaïque au point de puissance maximal.

La région Nord fait partie des zones les moins ensoleillées de France. Les relevés issus du logiciel CALSOL donnent les irradiances moyennes journalières sur Lille, pour une position horizontale et une position verticale orientée plein Nord d'un panneau photovoltaïque (voir dossier Annexes).

- Activité 6.** Déterminer l'irradiation journalière moyenne minimale nécessaire pour le rendement estimé à l'activité 5.  
Établir le bilan énergétique global d'une installation solaire située à Lille et conclure quant à l'autonomie énergétique du système.

#### 4.2.3 Étude du dimensionnement de la batterie

L'objectif de cette partie est de déterminer le taux de décharge toléré par le fabricant et ses conséquences sur la durée de vie de la batterie, celle-ci étant dimensionnée pour satisfaire aux besoins énergétiques.

Positionnement de l'étude :

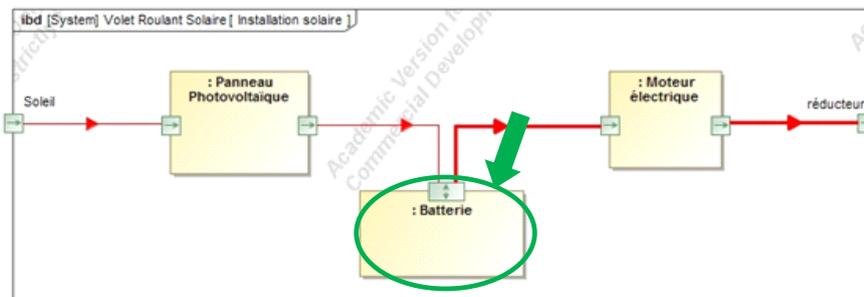


Figure 8. Diagramme des blocs internes pour l'étude de l'activité 7

Matériels, logiciels et ressources à disposition : environnement multimédia pédagogique (EMP) du système (constituants → mécanismes → motorisation).

La relation entre les données caractéristiques d'une batterie solaire est la suivante :  $C = \frac{B \cdot N}{D \cdot T}$ . Avec :

- $C$ , la capacité de la batterie (en A·h) ;
- $T$ , la tension nominale de la batterie (en V) ;
- $B$ , les besoins quotidiens (en  $W \cdot h \cdot j^{-1}$ ) ;
- $N$ , le nombre de jours de réserve, sans apport d'énergie (en j) ;
- $D$ , le taux de décharge maximale de la batterie tolérée.

Le fabricant, lors du dimensionnement de la batterie solaire, a fixé une durée de **5 jours de réserve**, à savoir un maximum de 5 jours sans ensoleillement.

- Activité 7 :** Déterminer, dans ces conditions, le taux de décharge de la batterie.  
Conclure de manière qualitative quant à sa durée de vie sachant que le taux de décharge acceptable pour ce type de batterie est de 10 %.

#### 4.2.4 Étude de l'autonomie énergétique en cas de non-rechargement

L'étude précédente est menée dans les conditions les plus défavorables d'ensoleillement. On considère que le système est en état de bon fonctionnement.

Un dysfonctionnement non visible est défini par toute défaillance de la chaîne d'énergie entraînant le non-rechargement de la batterie (l'actionnement du volet est toujours possible tant que la batterie peut fournir l'énergie nécessaire).

Les objectifs de l'étude expérimentale sont :

- la détermination théorique de l'autonomie maximale sans rechargement de la batterie ;
- la mise en évidence du comportement du système lors d'une décharge totale de la batterie ;
- l'influence de ce comportement sur l'autonomie réelle.

Positionnement de l'étude :

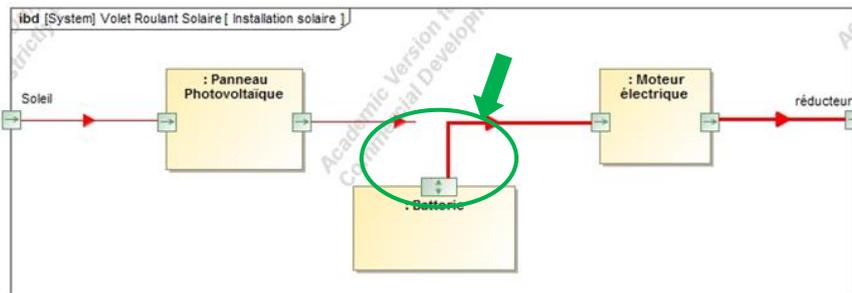


Figure 9. Diagramme des blocs internes pour la définition de l'étude de l'activité 8

Matériels, logiciels et ressources à disposition :

- alimentation de laboratoire réglable et sa connectique ;
- logiciel Matlab ;
- documents fournis en annexe.

**Activité 8.** Déterminer l'autonomie du système en nombre de jours, en considérant que la batterie se décharge totalement.

Le modèle Matlab simulant le comportement de la batterie est proposé figure 10.

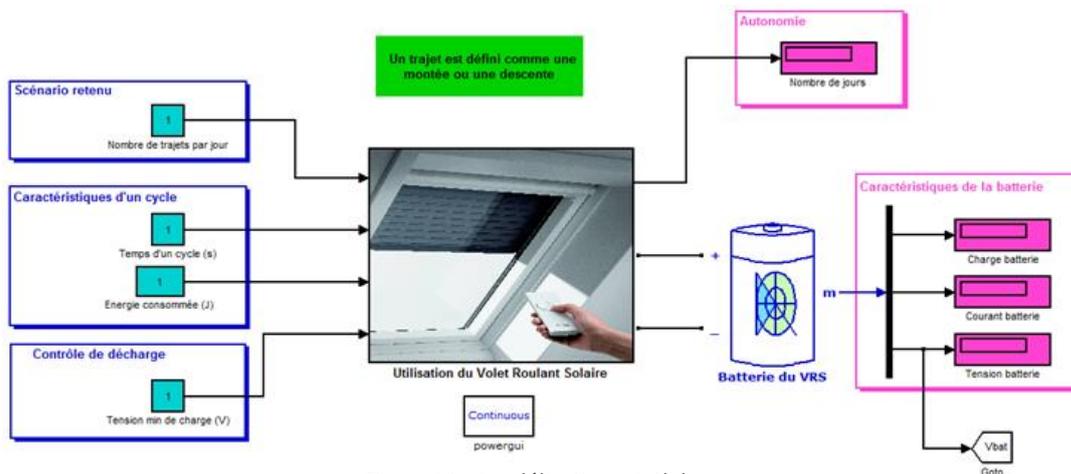


Figure 10 : Modélisation Matlab

La batterie est à paramétrer comme suit :

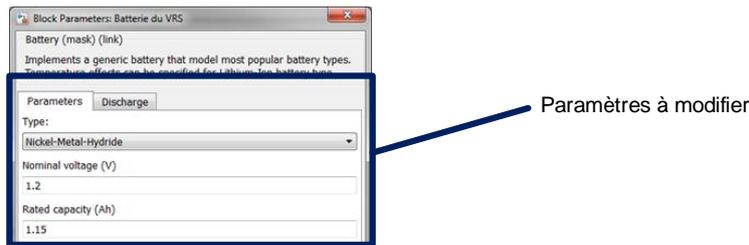


Figure 11. Boite de dialogue Matlab

- Activité 9.** Ouvrir le modèle « Batterie\_VRS.mdl ».  
Valider le modèle vis-à-vis de l'autonomie théorique déterminée précédemment.

Un dysfonctionnement dans la chaîne d'énergie (cellule photovoltaïque, contrôleur de charge...) amène à une décharge totale de la batterie. Ce comportement est observé en utilisant une alimentation stabilisée en lieu et place de la batterie.

Pour ce faire, la procédure est la suivante :

|          |   |  |
|----------|---|--|
| <b>1</b> | Connecter une alimentation stabilisée sur le côté du VRS réglée sur 11 V. |  |
| <b>2</b> | La mettre sous tension.   |  |
| <b>3</b> | Basculer le commutateur du pupitre sur « ALIM EXTERNE ».                  |  |

Le comportement observé influe directement sur l'autonomie du système et son impact sur la décharge de la batterie doit être estimé. La décharge réelle de la batterie ne pouvant être réalisée, le modèle Matlab « Batterie\_VRS.mdl » est utilisé pour simuler cette décharge totale.

- Activité 10.** Modifier le paramétrage du modèle Matlab afin de tenir compte du comportement observé à l'activité 9.  
Conclure quant à l'autonomie réelle et à la gestion de la batterie pour la sécurité de fonctionnement.

### 4.3. Étude d'une situation de blocage

Afin de protéger la motorisation et, d'un point de vue global le système, une procédure particulière permettant la gestion d'une situation de blocage du volet est mise en œuvre.

Cette situation de blocage accidentel peut se produire dans les cas suivants :

- fermeture du volet sur une fenêtre ouverte ;
- gel des lames en hiver (provoque un blocage instantané).

- Activité 11.** Commander la fermeture totale du volet. Sur l'alimentation stabilisée, diminuer progressivement le niveau de tension jusqu'à ce que le volet réagisse (noter cette tension). Décrire le comportement observé. Conclure quant à l'intérêt de ce comportement.

Les objectifs de cette partie sont :

- la mise en évidence du comportement du système lors d'un blocage ;
- la justification de ce comportement vis-à-vis de la chaîne d'action ;
- la mise en comparaison du comportement du volet en fin de courses vis-à-vis d'un blocage inopiné.

Matériels, logiciels et ressources à disposition :

- EMP du VRS-500 ;
- interface d'acquisition du VRS-500.

**Activité 12.** Générer un blocage volontaire lors d'une descente du volet (arrêt manuel, voir vidéo dans l'EMP). Sur les relevés du courant, de la tension et du capteur à effet Hall de l'interface d'acquisition, identifier distinctement les cinq phases suivantes :

- 1. début du blocage ;
- 2. régulation du courant ;
- 3. moteur en court-circuit ;
- 4. arrêt du moteur ;
- 5. remontée des lames.

**Activité 13.** Déterminer sur le document DR4 la zone de fonctionnement du moteur. Justifier ainsi la procédure choisie pour la gestion du blocage.

**Activité 14.** Effectuer l'acquisition sur une fin de course en butée basse du volet. Comparer de manière qualitative et quantitative (en termes d'amplitude et de temps) le comportement du volet dans cette situation vis-à-vis d'un blocage inopiné. Préciser la différence notable observée en phase 1 dans cette situation. Conclure sur l'origine de la différence observée.

#### 4.4 Affichage du taux de charge de la batterie

L'objectif de cette activité est d'observer la consommation énergétique du bloc moteur présent dans le sous-système. Les différents algorithmes implémentés dans la carte Arduino sont donnés (dossier Annexes) sous forme graphique conformément au programme écrit en langage C.

**Activité 15.** Programmer la carte Arduino avec le programme « Position.ino » (logiciel « Sketch » d'Arduino) et le tester à l'aide des boutons sur la carte. Observer le comportement du sous-système et présenter à l'examineur le phénomène observé. Modifier le programme pour obtenir le comportement du système réel.

La documentation de la carte de gestion des moteurs indique :

| Function        | pins per Ch. A | pins per Ch. B |
|-----------------|----------------|----------------|
| Direction       | D12            | D13            |
| PWM             | D3             | D11            |
| Brake           | D9             | D8             |
| Current Sensing | A0             | A1             |

Le courant maximal autorisé pour cette carte autorise est de 2 A. L'information recueillie sur les broches A0 et A1 est proportionnelle à l'intensité du courant délivré au moteur et est codée sur 10 bits (1024 niveaux). Les équivalences sont les suivantes :

- si  $A0 = 0$  alors 0 A sont délivrés sur la sortie A ;
- si  $A0 = 1023$  alors 2 A sont délivrés sur la sortie A.

**Activité 16.** Modifier le programme pour afficher sur l'écran, via une transmission par un port série, la consommation instantanée en courant du moteur sur la durée d'une descente (proposer d'abord une version algorithmique si nécessaire, puis implémenter celle-ci en langage C en procédant par analogie et/ou en utilisant les ressources fournies).

Modifier ensuite le programme pour afficher sur l'écran, via une transmission par un port série, la consommation moyenne du moteur sur la durée d'une descente (proposer d'abord une version algorithmique si nécessaire, puis implémenter celle-ci en langage C en procédant par analogie et/ou en utilisant les ressources fournies).

Pour une descente complète, déterminer la capacité consommée de la batterie, en mA.h.

Programmer l'affichage sur l'écran LCD du pourcentage de capacité de batterie.

À partir des activités 15 et 16, faire une analyse critique quant à l'intérêt d'une étude énergétique basée sur ce sous-système.

## 5. Conclusions quant à la problématique

**Activité 17.** Au regard des résultats obtenus lors des différentes études précédentes, conclure quant à la durée de vie globale du système d'un point de vue mécanique et énergétique.

# Rapport du jury de l'épreuve de mise en situation professionnelle

## 1. Présentation de l'épreuve

La durée de cette épreuve est de six heures. Elle est scindée en trois temps :

- quatre heures de travaux pratiques sur un système ;
- une heure en loge pour concevoir une exploitation pédagogique et sa présentation ;
- une heure d'entretien avec le jury organisée en 30 minutes de soutenance et 30 minutes d'échanges avec le jury.

Les deux parties, travaux pratiques et exploitation pédagogique, sont notées chacune sur dix points. Cette différenciation dans l'évaluation des deux parties de l'épreuve permet de dissocier la réussite à l'épreuve de « travaux pratiques » de celle à l'épreuve d'« exploitation pédagogique ».

Les supports utilisés, pour cette session, sont des systèmes pluritechnologiques actuels :

- robot collaboratif ;
- volet roulant solaire ;
- banc de simulation de séisme ;
- système de ventilation double flux ;
- système de caméra auto-suiveuse ;
- nacelle de prise de vue ;
- robot humanoïde ;
- skate électrique ;
- banc d'étude de soutènement ;
- robot haptique.

Un tirage au sort du support est réalisé indépendamment de la spécialité du candidat pour l'épreuve de mise en situation professionnelle.

Le travail pratique proposé est construit pour être accessible à tous les candidats. Les documents, accompagnant le support, fournissent un guide qui permet à tous les candidats, quelle que soit leur connaissance du système, quelle que soit leur spécialité, d'exprimer leurs compétences scientifiques et pédagogiques.

Chacun des supports conduit à une séquence de niveau imposé en technologie au collège, ou en série sciences et technologies de l'industrie et du développement durable en enseignement transversal, ou en série scientifique pour les enseignements de sciences de l'ingénieur.

Les objectifs de formation pour l'exploitation pédagogique de la séance d'activité pratique sont donnés aux candidats ainsi que le contexte de mise en œuvre de la séquence (effectifs, répartition horaire...).

Les compétences évaluées sont les suivantes :

- analyser, mettre en œuvre un protocole expérimental, simuler et vérifier des performances ;
- exploiter des résultats, justifier des choix et des solutions ;
- présenter de manière détaillée une partie significative d'une séance de formation constitutive de la séquence ;
- élaborer des documents de qualité pour présenter la séquence et la partie significative de la séance ;
- s'exprimer correctement à l'oral pour présenter la séquence et la partie significative d'une séance de formation.

Ces compétences sont évaluées, quels que soient les supports d'activités pratiques mis en œuvre.

Les candidats disposent :

- d'un espace numérique personnel qu'ils conservent pendant les six heures de l'épreuve ;
- d'un poste informatique équipé des logiciels de bureautique et dédié aux activités pratiques ;
- de toutes les ressources numériques en lien avec le travail pratique (dont les programmes d'enseignement, les repères pour la formation et les guides d'accompagnement lorsqu'ils existent).

Le jury dispose d'une traçabilité des connexions sur le réseau permettant de suivre les sites consultés.

Les postes de travaux pratiques sont équipés, selon la nécessité des activités proposées, des matériels usuels de mesure des grandeurs physiques (oscilloscopes numériques, multimètres, dynamomètres, tachymètres, cartes d'acquisition associées à un ordinateur...). Cette liste n'est pas exhaustive.

Cette épreuve est commune aux candidats au CAPET externe et au CAPET 3<sup>e</sup> voie. Les attendus, le déroulement et les supports didactiques ainsi que les exploitations pédagogiques sont identiques.

Dans ce cadre, les conseils aux candidats sont communs pour les deux concours.

## **2. Analyse globale des résultats**

Le jury tient à souligner le sérieux et la qualité de préparation de la majorité des candidats. Néanmoins, les attendus de l'épreuve et les modalités de mise en œuvre décrits au JORF et repris dans les rapports des jurys des années précédentes ne sont toujours pas connus de tous. Il s'avère extrêmement difficile de réussir les activités pratiques et l'exploitation pédagogique si les objectifs spécifiques de ces deux activités ne sont pas identifiés.

Les notions théoriques portant sur la didactique de la discipline et sur les différentes démarches pédagogiques associées sont très souvent citées par les candidats. Elles sont rarement justifiées et parfois énoncées d'une façon inappropriée. Elles ne font que trop rarement l'objet d'une contextualisation ou d'une proposition concrète dans le cadre de la séquence présentée.

Une proportion notable de candidats ne connaît pas les programmes de technologie au collège, de STI2D et l'enseignement de sciences de l'ingénieur de la série S ainsi que les documents ressources pour faire la classe. Bien que donnés, ces différents textes et documents nécessitent un temps important pour s'approprier leur philosophie. La méconnaissance de ceux-ci se révèle pénalisante pour construire une séquence et une séance pédagogique réaliste dans le temps imparti. Le jury a été également extrêmement surpris que des candidats n'aient pas appréhendé le socle commun de connaissances, de compétences et de culture ainsi que l'évaluation par compétences.

Le nombre des exploitations pédagogiques portant sur le collège, la série STI2D et l'enseignement de sciences de l'ingénieur dans la série SI a été équilibré sur l'ensemble de la session. Les candidats doivent donc être en mesure de produire des séquences et des séances sur tous les niveaux d'enseignement afin de pouvoir répondre aux attentes du jury.

## **3. Commentaires du jury sur les réponses apportées par les candidats et conseils aux futurs candidats**

Le jury a noté une prise en compte des remarques des années précédentes portant sur la concision de la présentation de l'activité pratique et sur l'intérêt de mettre en regard l'étude réalisée sur le

système avec la séquence pédagogique demandée. Le jury invite les candidats à faire preuve d'une rigueur scientifique exemplaire lors de la présentation des travaux réalisés. Lors de l'exploitation pédagogique, les activités pratiques et leurs résultats ne sont néanmoins pas encore suffisamment réinvestis, voire pas réinvestis du tout, au niveau de la séquence demandée.

Le jury conseille d'organiser la présentation de la façon suivante :

- présentation du système (durée maximale cinq minutes) ;
- synthèse des activités menées en travaux pratiques (durée maximale cinq minutes) ;
- exploitation pédagogique (durée maximale vingt minutes).

Le manque de culture scientifique et technologique usuelle pénalise de nombreux candidats dans l'appropriation des supports pluritechnologiques. Il est impératif, pour espérer réussir correctement l'épreuve de mise en situation professionnelle, de disposer de compétences et de connaissances scientifiques et technologiques avérées. Cette culture technologique ne se limite en aucun cas à un domaine disciplinaire unique. Les futurs professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur se doivent d'avoir une vision transversale et globale de leur discipline. Cela ne peut se faire qu'en conduisant une veille technologique régulière.

Quelques candidats ont proposé des présentations (orales et écrites) très formatées, quelquefois hors du contexte de l'activité pratique réalisée en amont, qui ne résistent pas aux questionnements du jury et mettent en évidence des lacunes. Le jury invite les candidats à, certes, maîtriser les attendus pédagogiques et didactiques de la discipline, mais surtout à être en capacité de les réinvestir de façon adaptée et pertinente.

Les candidats les plus efficaces font preuve d'autonomie et d'écoute lors des travaux pratiques. Ils prennent des initiatives dans la conception de leur séquence pédagogique. Ils ont su mettre à profit l'ensemble des ressources numériques mises à leur disposition.

Enfin, le jury rappelle que le concours constitue la première étape de l'entrée dans le métier du professorat. Le candidat se doit donc d'adopter une posture et un positionnement exemplaires constitutifs de la mission d'enseignant. Le jury invite vivement les candidats à s'approprier le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation (arrêté du 1-7-2013 - J.O. du 18-7-2013).

### **Maîtrise de la finalité de l'épreuve**

Le jury ne peut que renouveler les conseils qui ont été donnés lors des précédentes sessions :

- **connaître la description de l'épreuve (arrêté du 19 mars 2013 publié au JORF du 27 avril 2013 – arrêté du 24 avril 2013 publié au JORF du 22 août 2013 – arrêté du 19 avril 2016 du JORF n°0126 du 1 juin 2016) ;**
- lire les rapports de jury des sessions précédentes.

### **Préparation – Formation aux épreuves**

Le jury conseille aux candidats de :

- s'approprier les programmes de tous les niveaux énoncés dans la définition de l'épreuve ainsi que les documents ressources associés ;
- prendre connaissance du socle commun de connaissances, de compétences et de culture ;
- s'informer des évolutions des programmes et des enseignements en collège ;
- s'informer des pratiques pédagogiques, des modalités de fonctionnement et de l'organisation des horaires de tous les niveaux d'enseignement que peuvent assurer les professeurs de sciences industrielles de l'ingénieur ;

- se préparer à exploiter les résultats d'investigations et d'expérimentations en regard des contenus disciplinaires ;
- s'informer sur les modalités des épreuves d'examen auxquelles ils préparent leurs futurs élèves.

### **Qualité des documents de présentation et expression orale**

Il est attendu des candidats une maîtrise des outils numériques pour l'enseignement afin de construire un document clair, lisible et adapté à la présentation de l'exposé.

Le jury est extrêmement attentif à la qualité de la syntaxe et de l'orthographe.

Les candidats s'expriment généralement correctement. La qualité de l'élocution et la clarté des propos sont indispensables aux métiers de l'enseignement.

### **Pour la partie travaux pratiques**

#### **Organisation à suivre lors de l'épreuve**

Les candidats doivent rapidement mettre en œuvre et s'approprier le système. Des documents d'aide sous forme numérique et multimédia leur sont fournis.

Dès le début de l'épreuve, les candidats notent le niveau (collège, STI2D ou S-SI) sur lequel devra porter la séquence à élaborer.

Les candidats ont à réaliser des activités expérimentales et à analyser des résultats afin de conclure sur les problématiques proposées. Ces activités pratiques (mesures et interprétations) sont à réaliser au niveau de compétences d'un master première année.

Les candidats doivent penser à garder des traces numériques de leurs résultats et de leurs travaux afin de les réinvestir dans une séquence adaptée au collège ou au lycée.

Lors de cette session, durant les quatre heures de l'activité pratique, une heure peut être consacrée à la réalisation d'essais complémentaires susceptibles d'illustrer l'exploitation pédagogique présentée. Elle permet également de commencer l'élaboration des documents pédagogiques attendus lors de l'exposé. Il est également envisageable, pour les sessions du concours ultérieures, que ce temps d'élaboration pédagogique d'une heure soit positionné au début de l'épreuve de mise en situation professionnelle afin de construire un squelette de séquence en ayant à sa disposition le système.

La connaissance préalable du système et des logiciels n'étant pas demandée, les membres de jury peuvent être sollicités par les candidats en cas de problèmes ou de difficultés persistantes liées à l'exploitation d'un logiciel ou d'un appareil de mesurage spécifique. Plus généralement, le jury est présent pour accompagner les candidats dans leurs démarches.

#### **Aptitude à mener un protocole expérimental**

La mise en œuvre des matériels de mesurage et d'acquisition ne suscite pas de difficulté particulière. Les membres du jury assurent l'accompagnement nécessaire afin que la spécificité d'un équipement ne constitue pas un obstacle à la réussite du candidat. On attend du candidat qu'il soit capable de proposer et de justifier des choix de protocoles expérimentaux.

#### **Utilisation des modèles numériques**

Globalement, les candidats utilisent correctement les modèles numériques fournis. Le jury note cependant que de nombreux candidats manquent de recul et d'esprit critique dans l'interprétation des résultats de la simulation numérique et dans la critique des hypothèses faites lors de l'élaboration du modèle. Il est attendu des candidats une analyse pertinente des écarts entre les résultats fournis par la modélisation, les mesures issues du système réel à partir d'expérimentations et/ou les performances attendues indiquées dans le cahier des charges.

## Pour l'exposé devant le jury

### Présentation du travail pratique

Une présentation succincte du support, des travaux réalisés et des résultats obtenus permet de contextualiser la séance qui sera présentée. Elle doit être réalisée avec toute la rigueur scientifique que le jury peut attendre d'un étudiant de master première année qui se destine au métier d'enseignant. Le jury apprécie les présentations synthétiques mettant en évidence les points qui feront l'objet d'un réinvestissement dans la description de la séquence et de la séance. Afin de faciliter l'exposé, il est suggéré d'utiliser les outils les plus adaptés de produire des supports de présentation de qualité.

### Description de la séquence

Les candidats doivent concevoir le canevas d'une séquence et la positionner dans une progression pédagogique annuelle. Les documents ressources pour faire la classe constituent des points d'appui que les candidats ne peuvent ignorer.

Les hypothèses d'organisation de la pédagogie dans l'établissement doivent être précisées (exemple 7 h d'enseignement transversal dont 3 h en co-animation en 1<sup>re</sup> STI2D). Le positionnement de la séquence dans le plan de formation du cycle ou de l'année doit être précisé et justifié.

Une séquence se compose de plusieurs séances. Il est demandé de décrire la structure de chaque séance et de préciser les prérequis et les objectifs (compétences à faire acquérir, capacités et connaissances attendues), l'organisation de la classe, les systèmes utilisés, la durée des séances, le nombre d'élèves, les modalités pédagogiques (cours, activités dirigées, activités pratiques, projet), les stratégies pédagogiques (déductif, inductif, différenciation pédagogique, démarche d'investigation, démarche de résolution de problème technique, pédagogie par projet, approche spiralaire...), les activités des élèves et les productions attendues. La description de la séquence et des séances se doit de faire explicitement apparaître la prise en compte de la diversité des publics accueillis dans la classe.

Les phases de structuration des connaissances et les différentes formes d'évaluations des élèves sont des parties intégrantes de la séquence et doivent reprendre les objectifs annoncés. Les différentes modalités d'enseignement (EPI...) et les dispositifs d'accompagnement et de remédiation doivent être précisés.

### Utilisation du numérique

Le jury note qu'une majorité de candidats fait appel aux ressources et usages du numérique dans les activités proposées aux élèves. Néanmoins, le jury conseille aux candidats de bien identifier les points de leur séquence pédagogique où l'usage du numérique apportera une réelle plus-value aux apprentissages des élèves. Si l'exploitation du numérique disciplinaire est souvent mise en œuvre par de nombreux candidats, peu d'entre eux proposent une séquence exploitant le numérique éducatif.

### Réinvestissement des résultats de travaux pratiques

L'objectif attendu de la leçon est une exploitation pédagogique en lien avec tout ou partie des activités pratiques réalisées. Celles-ci étant d'un niveau supérieur à la séquence demandée, il ne s'agit pas de faire, au travers de la séquence pédagogique, un compte-rendu de l'activité pratique réalisée, mais de s'appuyer sur les expérimentations pour en extraire des données et des activités à proposer aux élèves du niveau de la classe visé. Les candidats doivent, en dix minutes au maximum :

- présenter brièvement le support, la problématique et la démarche méthodologique proposée ;
- justifier le(s) lien(s) avec la séquence pédagogique, expliciter les résultats et les investigations qui seront réutilisées dans la séquence.

De plus, il est important que les candidats explicitent comment les adapter au niveau d'enseignement visé. Le jury ne se satisfait en aucun cas d'une exploitation brute des activités proposées dans la première partie de l'épreuve.

Les candidats peuvent aussi envisager l'utilisation d'autres systèmes présents dans les établissements, en complément du système étudié pendant la première partie de l'épreuve.

### **Réalisme de l'organisation de la classe**

Le jury attend des candidats qu'ils émettent des hypothèses réalistes sur les conditions d'enseignement. Leurs propositions doivent être pragmatiques afin que le jury puisse appréhender le scénario pédagogique envisagé.

### **Évaluation**

Le processus retenu par le candidat pour l'évaluation des compétences doit être clairement décrit (évaluation diagnostique, formative, sommative, certificative...) et justifié. Les modalités et les outils doivent être précisés. Si des remédiations ou des différenciations pédagogiques sont envisagées, elles doivent être explicitées.

Trop souvent, les candidats se contentent d'évoquer les processus d'évaluation sans pouvoir en expliquer réellement le déroulement, les modalités et surtout l'objectif en termes d'acquisition des compétences par les élèves.

### **Réactivité au questionnement**

Le jury attend de la concision et de la précision ainsi qu'une honnêteté intellectuelle dans les réponses formulées. Les réponses au questionnement doivent laisser transparaître un positionnement adapté aux attentes de l'Institution et une réelle appropriation des valeurs de la République ne se limitant pas à l'exposé des grands principes sans en démontrer le bienfondé pour les élèves.

Le candidat se doit d'être réactif sans chercher à éluder les questions ou à noyer le propos dans un discours pédagogique non maîtrisé. Plus qu'une réponse exacte instantanée, le jury apprécie la capacité à argumenter, à expliquer et justifier une démarche ou un point de vue.

## **4. Conclusions**

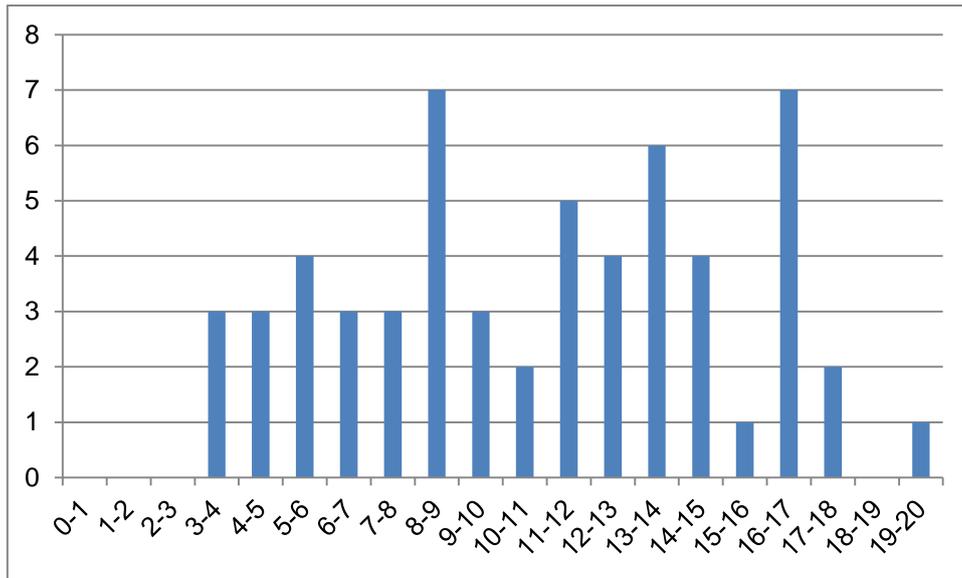
L'épreuve de mise en situation professionnelle nécessite une préparation sérieuse et approfondie en amont de l'admissibilité. Cette préparation doit porter tout autant sur la partie « travaux pratiques » que sur la partie « exploitation pédagogique », car ces deux parties de l'épreuve sont complémentaires et indissociables. Les compétences nécessaires à la réussite de cette épreuve sont à acquérir et à développer notamment lors de stages en situation et de périodes d'observation ou d'enseignement. Elles sont complétées par une connaissance fine des référentiels et des documents ressources pour faire la classe. L'épreuve s'appuie sur la maîtrise disciplinaire des sciences industrielles de l'ingénieur.

Le métier d'enseignant exige une exemplarité dans la tenue, dans la posture ainsi que dans le discours. L'épreuve de mise en situation professionnelle permet la valorisation de ces qualités.

## **5. Résultats**

Cinquante-huit candidats ont été évalués pour cette épreuve, la moyenne des notes obtenues est de 10,73 / 20 et l'écart-type de 4,29 avec :

- 20 comme meilleure note ;
- 3 comme note la plus basse.



# Rapport sur la transmission des valeurs et principes de la République

Lors des épreuves d'admission, le jury évalue la capacité du candidat à agir en agent du service public d'éducation, en vérifiant qu'il intègre dans l'organisation de son enseignement :

- la conception des apprentissages des élèves en fonction de leurs besoins personnels ;
- la prise en compte de la diversité des conditions d'exercice du métier et la connaissance réfléchie des contextes associés ;
- le fonctionnement des différentes entités éducatives existant au sein de la société et d'un EPLE (institution, établissements scolaires, classes, équipes éducatives...) ;
- les valeurs portées par l'Éducation nationale, dont celles de la République.

Le candidat doit prendre en compte ces exigences dans la conception des séquences pédagogiques présentées au jury. Il s'agit de faire acquérir, à l'élève, des compétences alliant des connaissances scientifiques et technologiques avec leurs savoir-faire associés, mais également d'installer des comportements responsables et respectueux des valeurs républicaines.

Cet objectif exigeant induit une posture réflexive du candidat lors de la préparation et de la présentation d'une séquence pédagogique. En particulier, les stratégies pédagogiques proposées devront permettre d'atteindre l'objectif de formation visé dans le cadre de « l'école inclusive ». Il est indispensable de donner du sens aux enseignements en ne les déconnectant pas d'un contexte sociétal identifiable. Cela doit contribuer à convaincre les élèves du bien-fondé des valeurs républicaines et à se les approprier.

L'éducation aux valeurs républicaines doit conduire à adopter des démarches pédagogiques spécifiques, variées et adaptées. Il s'agit en particulier de doter chaque futur citoyen d'une culture faisant de lui un acteur éclairé et responsable de l'usage des technologies et des enjeux éthiques associés. À dessein, il est nécessaire de lui faire acquérir des comportements fondateurs de sa réussite personnelle et de le conduire à penser et construire son rapport au monde. Les modalités pédagogiques, déployées en sciences industrielles de l'ingénieur, sont nombreuses et sont autant d'opportunités offertes à l'enseignant pour apprendre aux élèves :

- à travailler en équipe et coopérer à la réussite d'un projet ;
- à assumer une responsabilité individuelle et collective ;
- à travailler en groupe à l'émergence et à la sélection d'idées issues d'un débat et donc favoriser le respect de l'altérité ;
- à développer des compétences relationnelles en lui permettant de savoir communiquer une idée personnelle ou de porter la parole d'un groupe ;
- à comprendre les références et besoins divers qui ont conduit à la création d'objets ou de systèmes à partir de l'analyse des « modes », des normes, des lois, etc. ;
- à différencier, par le déploiement de démarches rigoureuses, ce qui relève des sciences et de la connaissance de ce qui relève des opinions et des croyances. L'observation de systèmes réels, l'analyse de leur comportement, de la construction ou de l'utilisation de modèles multiphysiques participent à cet objectif ;
- à observer les faits et situations divers suivant une approche systémique et rationnelle ;
- à adopter un positionnement citoyen assumé au sein de la société en ayant une connaissance approfondie de ses enjeux au sens du développement durable. L'impact environnemental, les

- coûts énergétiques, de transformation et de transport, la durée de vie des produits et leur recyclage, sont des marqueurs associés à privilégier ;
- à réfléchir collectivement à son environnement, aux usages sociaux des objets et aux conséquences induites ;
  - à comprendre les enjeux sociétaux liés au respect de l'égalité républicaine entre hommes et femmes ;
  - ...

Ces différentes approches permettent d'évaluer la posture du candidat par rapport au besoin de transmettre les valeurs et les principes de la République à l'école. La dimension civique de l'enseignement doit être explicite.

Pour prendre en compte cette dimension du métier d'enseignant dans la conception de séquences pédagogiques, les candidats peuvent s'appuyer sur différents textes réglementaires et ressources pédagogiques disponibles :

- le référentiel de compétences des métiers de l'éducation et du professorat (BOEN n°30 du 25 juillet 2013) ;
- les programmes d'enseignement moral et civique ;
- le socle commun de connaissances, de compétences et de culture ;
- l'instruction relative au déploiement de l'éducation au développement durable dans l'ensemble des écoles et établissements scolaires pour la période 2015-2018 (NOR : MENE1501684C, circulaire n°2015-018 du 4-2-2015, MENESR – DGESCO) ;
- le parcours Avenir (NOR : MENE1514295A, arrêté du 1-7-2015 – JORF du 7-7-2015, MENESR - DGESCO A1-4) ;
- la banque de ressources « Pour une pédagogie de la laïcité à l'école » - Abdennour Bidar - la documentation française 2012 ;
- les ressources numériques en ligne du réseau de création et d'accompagnement pédagogiques CANOPÉ – éducation et société ;
- les ressources du portail national des professionnels de l'éducation – Éduscol – établissements et vie scolaire.