

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Direction Générale des Ressources Humaines

**CERTIFICAT D'APTITUDE AU PROFESSORAT DE L'ENSEIGNEMENT
TECHNIQUE**

SECTION Technologie

Concours externe et CAFEP

Rapport des membres du jury

SESSION 2010

CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

**LES RAPPORTS DE JURYS DES CONCOURS SONT
ÉTABLIS SOUS LA RESPONSABILITÉ DES
PRÉSIDENTS DE JURY**

**CERTIFICAT D'APTITUDE AU PROFESSORAT DE L'ENSEIGNEMENT
TECHNIQUE
Section : Technologie
Concours externe et CAFEP**

MEMBRES DU JURY DE LA SESSION 2010

Président

PERROT Norbert - IGEN

Vice-président

FICHOU Philippe - IA-IPR - Rennes

Secrétaire du jury

CHARPENTIER Jean-François - Chef de Travaux - Lycée Roosevelt - Reims

Épreuves d'admissibilité

Étude d'un système technique (EST)

CHOUARD Caroline - Professeur - Lycée Tocqueville - Grasse

LAFFEZ Muriel - Professeur - Collège de la Sine - Vence

LECOUTRE Bruno - Professeur - Collège Les Muriers - Cannes la Bocca

MARCANT André - IA-IPR - Nice

MILHAU Yvan - Professeur - Lycée Laetitia Bonaparte - Ajaccio

Analyse d'un produit dans son contexte technico-économique (APCTE)

AUBLIN Bastien - Professeur - Lycée Gustave Eiffel - Dijon

CABARROCAS Laurence - Professeur - Lycée Gustave Eiffel - Dijon

MAURICE Pierre-Emmanuel - Professeur - Lycée Gustave Eiffel - Dijon

ROLIN Jean-Claude - Professeur - Lycée Gustave Eiffel - Dijon

Épreuves d'admission

Technologie

BOIZARD Catherine - Professeur - Collège de l'Agot - Élan court

COINCHELIN Anne - Professeur - Lycée André Argouges - Grenoble

DESPREZ Jean-Marc - IA-IPR - Lille

DEROMELAERE Gwenaëlle - Professeur - Collège Georges Politzer - La Courneuve

DIACK Mam - Professeur - Lycée Gaspard Monge - Nantes

DOSI Véronique - Professeur - Collège Pierre Brossolette - Reims

DUPUIS Alain - Professeur - Rectorat - Dijon

GOUBET Emmanuelle - Professeur - Collège Bois-Franc - Saint-Georges de Reneins

LEFRANCOIS Sandrine - Professeur - Collège Jules Verne - Le Pon

LETUPPE James - Professeur - Collège Bayard - Charleville-Mézières

MEYER Frédéric - Professeur - Collège Wolf - Mulhouse

MAURICE Pierre-Emmanuel - Professeur - Lycée Gustave Eiffel - Dijon

MOREL Noël - IA-IPR - Besançon

PAIN Bernadette - Professeur - Collège Lacordaire - Marseille

PETRELLA Dominique - IA-IPR - Versailles

ROYANNAIS Bernard - IA-IPR - Toulouse

SCHOLER Marie-Rose - Professeur - Collège Georges Forlen - Saint-Louis

SUREAUD Nicolas - Professeur - Lycée Lafayette - Clermont-Ferrand

VENDEME Olivier - Professeur - Collège Louis Pasteur - Saint-Rémy

Travaux Pratiques

AUBLIN Bastien - Professeur - Lycée Gustave Eiffel - Dijon

BERTHET Pierre-Loïc - Professeur - Lycée Aristide Briand - Saint-Nazaire

BOEDEC Pascal - Professeur - Lycée Jean Jaurès - Chatenay-Malabry
CABARROCAS Laurence - Professeur - Lycée Gustave Eiffel - Dijon
CASSAGNE Cédric - Professeur - LPO Du Bois - Mouchard
CERATO Gilles - IA-IPR - Aix-Marseille
CHARLIGNY Francis - IA-IPR - Reims
DA CUNHA Joao Paulo - Professeur - Lycée Eugène Ionesco - Issy-les-Moulineaux
ESTÈVE Michel - Professeur - Lycée Lafayette - Clermont-Ferrand
FABUREL Geneviève - Professeur - Lycée Jean Jaurès Argenteuil
GAZZINO Florence - Professeur - Lycée Jeanne d'Albret - Saint-Germain-en-Laye
LE GOFF Jacques - Professeur - Lycée Robert Doisneau - Corbeil-Essonnes
LOISY Michel - IA-IPR - Grenoble
LUSSEAU Thomas - Professeur - Lycée Robert Doisneau - Corbeil-Essonnes
ROBERT Marc - Professeur - Lycée Portes de l'Oisans - Vizille
ROCHE Gregory - Professeur - Lycée Vaucanson - Grenoble
ROLIN Jean-Claude - Professeur - Lycée Gustave Eiffel - Dijon
SCHMITT Gaëlle - Professeur - Lycée Louis-le-Grand - Paris
VIOLLIN Samuel - IA-IPR - Créteil
ZUMELZU Frédéric - Professeur - Lycée Jean Perrin - Saint-Ouen-L'Aumône

Épreuve sur dossier

BASPEYRAS Stéphanie - Professeur - Collège Jean Moulin - Barbezieux-Saint-Hilaire
BOICHOT Jean-Michel - Professeur - Collège des Hautes Rayes – Conflans-Sainte-Honorine
BOLATRE Stéphane - Professeur - Collège Jules Ferry - Génélard
BRAULT Laurent - IA-IPR - Nancy-Metz
CHOUARD Caroline - Professeur - Lycée Tocqueville - Grasse
DAUVERGNE Laurence - Professeur - Collège Jean Moulin - Paris
ENAULT Christian - Professeur - Lycée Roosevelt - Reims
GUITARD Céline - Professeur - Collège Pierre et Marie Curie - Niort
LAFPEZ Muriel - Professeur - Collège de la Sine - Vence
LECOUTRE Bruno - Professeur - Collège Les Muriers - Cannes la Bocca
LE GALL Gérard - Professeur - Collège Jean Rostand - Château-Gontier
MAHIEU Marc - IA-IPR - Reims
MARCANT André - IA-IPR - Nice
MESSAGE Christian - IA-IPR - Paris
MILHAU Yvan - Professeur - Lycée Laetitia Bonaparte - Ajaccio
PERIN Philippe - Professeur - Collège Pierre de Coubertin - Cormontreuil
PICARD Alain - IA-IPR - Nantes
PIERUCCI Virginie - Professeur - Collège La Fontaine - Laxou
RAYNAUD Jean-Michel - Professeur - Collège Camille Guérin - Vouneuil-sur-Vienne
SZMATA Éric - IA-IPR - Rouen
TSCHEMS Joëlle - Professeur - Collège Saint-Rémi - Reims

Les réunions préparatoires à cette session 2010 du CAPET de Technologie (concours externe et CAFEP) se sont déroulées au lycée Raspail à Paris. Les épreuves d'admission se sont déroulées dans de très bonnes conditions du 24 juin au 2 juillet au lycée Roosevelt à Reims.

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

RÉSULTATS STATISTIQUES

Concours externe

Inscrits	Nombre de postes	Présents aux deux épreuves d'admissibilité	Admissibles	Admis
939	106	413	238	106

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	19,55
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	8,32
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	18,42
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	9,68

CAFEP

Inscrits	Nombre de postes	Présents aux deux épreuves d'admissibilité	Admissibles	Admis
215	40	117	67	40

Moyenne obtenue par le premier candidat admissible	19,94
Moyenne obtenue par le dernier candidat admissible	8,00
Moyenne obtenue par le premier candidat admis	15,21
Moyenne obtenue par le dernier candidat admis	8,55

Avant-propos

Cette session 2010 du CAPET de Technologie est la dernière avant la mise en place de la nouvelle procédure de recrutement des professeurs. La structure de ce concours va évoluer dans la mesure où il n'y aura plus que deux épreuves d'admission au lieu de trois actuellement.

Mais l'évolution progressive des épreuves ces dernières années, anticipant la publication de nouveaux programmes et la réforme du recrutement des maîtres, fait que les changements pour la session 2011 seront limités.

La première épreuve d'admissibilité a pour objectif de vérifier que le candidat est capable de mobiliser l'ensemble de ses connaissances et de ses compétences en vue de résoudre un problème technique. Elle sera dans la continuité de l'épreuve actuelle d'EST.

La seconde épreuve d'admissibilité a pour but de vérifier que le candidat est capable de conduire l'analyse critique de solutions technologiques. Elle sera dans la continuité de l'esprit des sujets d'ACPTTE de ces dernières années.

La première épreuve d'admission va évoluer dans la mesure où elle aura pour fonction d'évaluer l'aptitude du candidat à concevoir et organiser une séquence de formation pour un objectif pédagogique imposé et un niveau de classe donné. Elle prendra appui sur les investigations et les analyses effectuées au préalable par le candidat au cours de travaux pratiques relatifs à un système technique ou à un processus et comportera un exposé suivi d'un entretien avec les membres du jury. Les activités de travaux pratiques seront élaborées et évaluées dans le même esprit que lors des sessions de 2009 et 2010. L'évolution de cette épreuve porte sur l'élaboration d'une séquence pédagogique à partir des constatations et remarques faites lors de ces activités expérimentales.

La première partie de la seconde épreuve d'admission est inchangée. Elle consiste en la soutenance devant le jury d'un dossier technique et scientifique réalisé par le candidat.

La deuxième partie, en revanche, présentera une évolution importante, avec une interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable ». Cette évaluation sera faite à partir d'un dossier remis au candidat.

Pour cette deuxième épreuve, je tiens à préciser que les objets techniques inventés pour l'épreuve, et qui ne sont pas commercialisés, sont considérés hors sujet. Les candidats doivent veiller à proposer une étude prenant appui sur un objet technique réel commercialisé ou un ouvrage resitué dans son contexte. Le jury invite les futurs candidats à orienter le temps consacré à la préparation de cette épreuve vers :

- le transfert de technologie de l'industrie vers l'enseignement ;
- une réflexion les conduisant à concevoir des séquences pédagogiques à partir d'objets techniques réels.

Cet objet technique réel ne doit pas être un support pédagogique commercialisé par les fabricants de matériels pédagogiques.

En revanche, il ne semble pas souhaitable que ces futurs candidats consacrent leur temps à la réalisation de maquettes qui ne sont pas évaluées et qui souvent sont très éloignées du réel.

L'évolution d'un concours génère toujours des craintes et des doutes. Néanmoins, le format de ces nouvelles épreuves doit rassurer les futurs candidats et surtout leurs préparateurs car les changements se font dans la continuité des modifications apportées aux épreuves lors de ces dernières années.

Le changement, certainement le plus important, concerne les programmes des épreuves qui ne se limitent plus au niveau collège. Cette évolution est indispensable pour appréhender les systèmes techniques qui

sont de plus en plus complexes. Le programme du CAPET de Technologie est publié dans le BOEN spécial n°7 du 8 juillet 2010.

Pour revenir à cette session 2010, seulement 530 candidats (413 au CAPET et 117 au CAFEP) ont composé pour ces deux épreuves sur un total de 1 154 inscrits, ce qui est comparable aux dernières sessions. Le jury a pu constater que la préparation avait été efficace car la correction des épreuves d'admissibilité a mis en évidence de nombreuses bonnes copies. Que tous les formateurs en soient ici remerciés !

Cela étant le jury a été très surpris du fort taux d'absences pour les épreuves d'admission pour cette session 2010. 240 candidats sur 305 admissibles (238 au CAPET et 67 au CAFEP) ont participé aux épreuves d'admission de travaux pratiques et 234 candidats ont participé aux épreuves de dossier et de technologie. Il faut noter que les candidatures de 6 candidats déclarés admissibles par le jury ont été jugées irrecevables car ne répondant pas aux conditions d'inscription à ce concours.

La préparation de ces épreuves d'admission ne s'improvise pas. Elle doit être engagée dès l'inscription au concours et doit se faire en fonction des attentes du jury qui sont déclinées dans ce rapport.

Globalement les prestations des candidats lors de ces trois épreuves d'admission sont très satisfaisantes, cela prouve qu'ils se sont sérieusement préparés. Le jury ne peut qu'en être satisfait. Bien évidemment, toutes les prestations ne sont pas de qualité égale ; pour celles qui ont été jugées faibles, cela est souvent dû à un manque de préparation ou à une méconnaissance ou à une mauvaise interprétation des objectifs de chacune de ces épreuves.

Pour conclure cet avant-propos, je vais reprendre en partie quelques lignes, qui figuraient déjà dans le rapport 2009, mais elles restent encore d'actualité :

- les nouveaux programmes ont pour objectif de faire acquérir des compétences (connaissances + capacités + attitudes) indépendamment des supports utilisés pour construire les séquences pédagogiques. D'ailleurs, celles-ci doivent être élaborées en fonction d'objectifs pédagogiques et non en fonction des supports présents dans le laboratoire ;
- le domaine d'application n'est pas un thème d'étude. Il ne faut pas confondre thème et domaine d'application. L'esprit des nouveaux programmes est tel que les compétences à faire acquérir aux élèves sont indépendantes des supports utilisés ; ceux-ci, issus d'un domaine d'application, servent à étayer les séquences pédagogiques ;
- le métier de professeur de technologie va forcément évoluer avec le temps dans la mesure où les technologies évoluent de manière accélérée. Il est donc indispensable que les candidats s'imprègnent de la nécessité de s'adapter à toutes les évolutions en s'appuyant sur de solides bases scientifiques et technologiques. Un concours de recrutement de professeurs de technologie doit prendre en compte cet aspect spécifique ;
- les candidats ne font pas tous preuve d'opiniâtreté alors qu'ils tentent de réussir un concours de la fonction publique de catégorie A. Les épreuves du CAPET de Technologie, comme celles de tous les concours de recrutement d'enseignants, sont l'équivalent au niveau de l'Education nationale, des entretiens d'embauche dans le secteur privé. L'attitude, les expressions orale et écrite et la tenue des candidats sont aussi des critères qui permettent d'évaluer l'image que le futur enseignant transmettra aux jeunes dont il aura la charge. L'évaluation de la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable » prend en compte ces aspects.

Je souhaite sincèrement que ce rapport de jury soit d'une grande utilité aux futurs candidats et à leurs préparateurs. C'est dans cet esprit qu'il a été élaboré.

Norbert PERROT
Président du jury

Éléments de correction de l'épreuve d'admissibilité d'EST

I. Validation de la fonction FP1 : Transformer l'énergie éolienne en énergie électrique

Question 1

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<p>L'énergie éolienne est une énergie renouvelable idéale car :</p> <ul style="list-style-type: none">– il s'agit d'une forme d'énergie indéfiniment durable et propre ;– la technologie est fiable et mature : l'éolien se développe professionnellement depuis plus de trente ans. <p>Pas d'émission de CO₂ directes liées à l'usage de combustible.</p> <p>Pas de coût de transports, d'extraction, de dépollution et de traitement liés à l'usage de combustible.</p> <p>L'énergie éolienne est modulable et peut être parfaitement adaptée au capital disponible ainsi qu'aux besoins en énergie. Il n'y a donc pas d'investissements superflus.</p> <p>Les frais de fonctionnement sont assez limités étant donné le haut niveau de fiabilité et la relative simplicité des technologies mises en œuvre.</p>	<p>Les éoliennes peuvent produire du bruit de basse fréquence qui peut être gênant.</p> <p>Les voisins peuvent s'opposer à la présence d'une éolienne pour des raisons esthétiques.</p> <p>La production d'énergie a lieu en fonction du vent et non de la demande.</p> <p>La fabrication et le recyclage d'une éolienne ont un impact en émission de CO₂ sous-estimé.</p> <p>L'énergie éolienne ne peut se substituer en intégralité, par les puissances disponibles, à de l'énergie produite à partir de matières fossiles. Elle est un complément aujourd'hui à des sources d'énergies traditionnelles et contribue à avoir un mix énergétique pour demain permettant l'atteinte des objectifs du Grenelle de l'environnement.</p>

Question 2

Voir document réponse

Question 3

Voir document réponse

Question 4

Voir document réponse

Question 5

$m_a = \rho \times \text{volume de l'air pendant un instant } t.$

$$m_a = \rho \cdot S \cdot V \cdot t$$

avec

$m_a = \text{masse de l'air (kg)}$

$\rho = \text{masse volumique de l'air (kg/m}^3\text{)}$

$V = \text{Vitesse de l'air au niveau de l'éolienne (m/s)}$

$S = \text{Surface balayée par les pales du moteur éolien (m}^2\text{)}$.

$t = \text{temps (s)}$

Question 6

L'énergie cinétique acquise par la masse d'air m_a se déplaçant à la vitesse V se calcule comme suit :

$$Ec = \frac{1}{2} m_a \times V^2$$

On remplace m_a par sa valeur : $m_a = \rho \cdot S \cdot V \cdot t.$

On a donc : $Ec = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot V^3 \cdot t$

Question 7

$$P_{vent} = dEc / dt \quad \text{D'où : } P_{vent} = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot V^3$$

Sur le site de MEZE: $S = (\pi \cdot D^2) / 4$ avec D (diamètre du rotor) = 6 m

Pour un vent de 10 m/s

$$P_{vent} = \rho \cdot \pi \cdot D^2 \cdot V^3 / 8$$

$$P_{vent} = 1,225 \cdot \pi \cdot 6^2 \times 10^3 / 8$$

$$P_{vent} = 17\,309 \text{ W}$$

Question 8

Chaque pale possède un coefficient de puissance qui dépend du profil ainsi que de l'inclinaison de la pale.

On a $C_p = 0,35$ or $C_p = P_{arbre rotor} / P_{vent}$

Donc : $P_{arbre rotor} = 0,35 \cdot P_{vent} = 0,35 \cdot 17309$

On a donc

$$P_{arbre rotor} = 6\,058 \text{ W}$$

Question 9

La puissance électrique en sortie de la génératrice est au minimum égale à 85 % de la puissance du rotor.

$$P_{gen} = 0,85 \cdot P_{arbre rotor}$$

$$P_{gen} = 0,85 \cdot 6058$$

On a donc

$$P_{gen} = 5\,149 \text{ W}$$

La puissance éolienne déterminée permet de couvrir les besoins du site de Mèze. Le modèle choisi donne une puissance nominale correspondant à la puissance maximum requise par l'application.

La puissance du rotor garantit bien une exploitation optimale de l'équipement électrique qui sera couplé.

Question 10

Loi des mailles : $E = V_1 + r_1 i + L_1 di/dt$

On peut aussi écrire (après passage en complexe): $\underline{E} = \underline{V}_1 + r_1 i + jL_1 \omega i$

$V_1 = \text{tension simple à déterminer}$

$E = 311 \text{ V} = \text{Tension maxi fournie par une phase de l'alternateur}$

$I = \text{Intensité du courant circulant dans le circuit}$

$r_1 i = 3,4 \cdot 8,38 = 28,5 \text{ V} = \text{chute de tension aux bornes de la résistance (en phase avec le courant } I \text{ et}$

déphasée de 18° par rapport à V_1)

$L_1 \omega I = L_1 \cdot 2 \pi f I = 44,5 \cdot 10^{-3} \times 2 \pi \cdot 48 \cdot 8,38 = 112,5 \text{ V} =$ chute de tension aux bornes de l'inductance L_1 bobine (déphasage de $+\pi/2$ avec le courant I).

$$E = 311 \text{ V}$$

Question 11

Pour déterminer V_1 , on trace les vecteurs correspondants (voir document réponse) :

- au vecteur ayant pour norme $r_1 I = 3,4 \cdot 8,38 = 28,5 \text{ V}$ en phase avec le courant I ;
- au vecteur ayant pour norme $L_1 \omega I = 112,5 \text{ V}$ déphasée de 90° par rapport à I ;
- à la direction horizontale du vecteur de norme V_1 .

On obtient $V_1 = 230 \text{ V}$

Question 12

Puissance active : $P = 3 V_1 I \cos 18^\circ = 3 \cdot 230 \cdot 8,38 \cos 18^\circ = 5499 \text{ W}$

Puissance apparente : $S = 3 V_1 I = 3 \cdot 230 \cdot 8,38 = 5782 \text{ VA}$

Question 13

$\eta_{gen} = P_{gen} / P_{arbre rotor} = 5499 / 6058$

$\eta_{gen} = 90,7 \%$

Le rendement de la génératrice est bien supérieur à 85 %

II. Validation de la fonction FP2 : Respecter les critères de qualité de l'énergie électrique afin de l'adapter au réseau EDF

Question 14

On applique la relation $\lambda = \frac{\omega R}{v}$.

Ici, $\lambda = 7,53$ et $R = 3 \text{ m}$ on a $\omega = \lambda v / R$

Pour un vent de 3,5 m/s: $\omega = 7,53 \cdot 3,5 / 3 = 8,785 \text{ rad/s}$ soit **84 tr/min**

Pour un vent de 27 m/s $\omega = 7,53 \cdot 10 / 3 = 25,1 \text{ rad/s}$ soit **240 tr/min**

Question 15

Pour une machine synchrone, la relation liant la vitesse de rotation à la fréquence est :

$n = f / p$ avec

$n =$ taux de rotation (tr/s)

$f =$ fréquence de la tension (Hz)

$p =$ nombre de paire de pôles (ici 12)

On a donc : $f = Np / 60$ avec N en tour/minute

Pour un vent de 3,5 m/s $f = 84 \cdot 12 / 60$ **$f = 16,8 \text{ Hz}$**

Pour un vent de 10 m/s $f = 240 \cdot 12 / 60$ **$f = 48 \text{ Hz}$**

Question 23

On prend la même relation qu'à la question 18 : $V_s = U_m = KnR_2U_0 / R_1$

Pour $U_0 = 600$ V en entrée du capteur, on a $V_s = U_m = 2,5 \cdot 150 \cdot 600 / 30000 = 7,5$ V

$$U_{m-dec} = 7,5 - 2,5 = 5 \text{ V}$$

Pour 200 V, $V_s = U_m = 2,5 \cdot 150 \cdot 200 / 30000 = 2,5$ V

$$\text{donc } U_{m-dec} = 2,5 - 2,5 = 0$$

Le rôle de la fonction FS21 est d'adapter la tension en sortie du capteur à une tension compatible avec une entrée analogique du microcontrôleur. (0 – 5 V).

Question 24

$$P_{max} = 3VI \cos \Psi$$

$$P_{max} = 3 \cdot 230 \cdot 8,38 \cdot \cos 18^\circ$$

$$P_{max} = 5498 \text{ W}$$

On applique la relation donnée dans le dossier technique :

$$U_{opmax} = 2 \cdot (3/\pi) \cdot 230\sqrt{2} \cdot \sin(\pi/3)$$

$$U_{opmax} = 538 \text{ V}$$

Question 25

$$P_{max}/2 = 5781/2 \quad \text{or } P_{max} = 5781 \text{ W donc } P_{max}/2 = 2890,5 \text{ W} = 3VI \cos \Psi$$

on obtient donc $V = 2890,5 / (3 \cdot 4,5 \cdot \cos 18^\circ)$

$$\text{Donc } V = 214 \text{ V}$$

$$U_{opmax}/2 = 2 \cdot (3/\pi) \cdot 214 \sqrt{2} \cdot \sin(\pi/3)$$

$$U_{opmax}/2 = 500 \text{ V}$$

Question 26

$$U_{orac}/2 = 2 \cdot (3/\pi) \cdot 112\sqrt{2} \cdot \sin(\pi/3)$$

$$U_{orac} = 261,6 \text{ V}$$

Question 27

Voir documents réponses

Question 28

Le choix se portera sur le Windy boy 5000 A, sa plage de fonctionnement en entrée est comprise entre 246 et 600 V.

On peut dire que les tensions sont compatibles.

La puissance maximale calculée est de 5498 W < 5500 W puissance maximale en sortie.

III. Étude du système pitch

Question 29

Voir document réponse

Question 30

Le système de régulation permet le pivotement de l'ensemble barreau-pale autour de l'axe longitudinal de celle-ci. Au démarrage, le ressort **18** précontraint immobilise cet ensemble. Le calage affiché permettra une mise en rotation facile du rotor.

L'énergie accumulée par les barreaux **2** génère une action mécanique contraignant le ressort **18**. La portance des pales s'ajuste alors à la vitesse du vent pour maintenir une puissance sensiblement constante.

Question 31

Voir document réponse

Question 32

$$\Delta L1 = O_1 O_2 (\sin \beta - \sin \beta_0)$$

$$\beta = \text{angle final} = 60 - 0 = 60^\circ$$

$$\beta_0 = \text{angle initial} = 60 - 25 = 35^\circ$$

$$\Delta L1 = 65 (\sin 60 - \sin 35)$$

$$\Delta L1 = 43,3 \text{ mm}$$

Question 33

Voir document réponse

Question 34

$$mb = \rho_b \cdot \text{Volume barreau} = \rho_b \pi (D_2)^2 / 4 \cdot L$$

$$mb = 2800 \pi (40 \times 10^{-3})^2 / 4 \cdot 0,87$$

$$mb = 3 \text{ kg}$$

Question 35

Le théorème du moment statique au point O_1 en repère non galiléen s'écrit :

$$\vec{M}_{O_1}(\vec{R}_{18 \rightarrow 14}) + \vec{M}_{O_1}(\vec{P}_b) + \vec{M}_{O_1}(\vec{P}_p) + \vec{M}_{O_1}(\vec{F}_{iep}) + \vec{M}_{O_1}(\vec{F}_{ieb}) = 0$$

En projection sur l'axe (O_1, \vec{z}) , nous obtenons :

$$-\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| \cdot Da' + mb \cdot g \cdot bb' - mp \cdot g \cdot bp' - (mp \cdot \omega^2 \cdot ap') \cdot bp' + (mb \cdot \omega^2 \cdot ab') \cdot bb' = 0$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = \left(\frac{mb \cdot g \cdot bb' - mp \cdot g \cdot bp'}{Da'} \right) + \left(\frac{-(mp \cdot \omega^2 \cdot ap') \cdot bp' + (mb \cdot \omega^2 \cdot ab') \cdot bb'}{Da'} \right)$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot 0,364 - 8 \cdot 9,81 \cdot 0,092}{0,072} + \left(\frac{3 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 240}{30} \right)^2 \cdot 0,292}{0,072} \right) 0,364 - \left(\frac{8 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 240}{30} \right)^2 \cdot 0,068}{0,072} \right) 0,092$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = \text{Influence pesanteur} + \text{influence inertie}$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = 48,5 + 2257$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = 2305,5 \text{ N}$$

Question 36

Pour $\theta = \frac{\pi}{2}$ et pour $\theta = \frac{3\pi}{2}$ l'influence de la pesanteur est nulle dans le calcul du moment statique.

On a donc :

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = 0 + 2257$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = 2257 \text{ N}$$

Pour $\theta = \pi$, l'action de la pesanteur est inversée par rapport à la position $\theta = 0$

$$-\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| \cdot Da' - mb \cdot g \cdot bb' + mp \cdot g \cdot bp' - (mp \cdot \omega^2 \cdot ap') \cdot bp' + (mb \cdot \omega^2 \cdot ab') \cdot bb' = 0$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = \text{effet de la pesanteur} + \text{effet d'inertie}$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = -48,5 + 2257$$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = 2208,5 \text{ N}$$

Question 37

L'effort qu'exercent les 2 pales sur le ressort est :

Les pales sont en position verticale :

Effort pale 1 = effort pour $(\theta = \pi/2) = 2257 \text{ N}$

Effort pale 2 = effort pour $(\theta = 3\pi/2) = 2257 \text{ N}$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = 4514 \text{ N (somme des 2 efforts).}$$

Les pales sont en position horizontale :

Effort pale 1 = effort pour $(\theta = 0) = 2305,5 \text{ N}$

Effort pale 2 = effort pour $(\theta = \pi) = 2208,5 \text{ N}$

$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = 4514 \text{ N (somme des 2 efforts).}$$

Conclusion : À vitesse constante, quel que soit θ , l'effort qu'exercent les pales sur le ressort est constant.

Le graphe est une droite horizontale.

L'action de la pesanteur n'a aucune influence sur le système de régulation.

Question 38

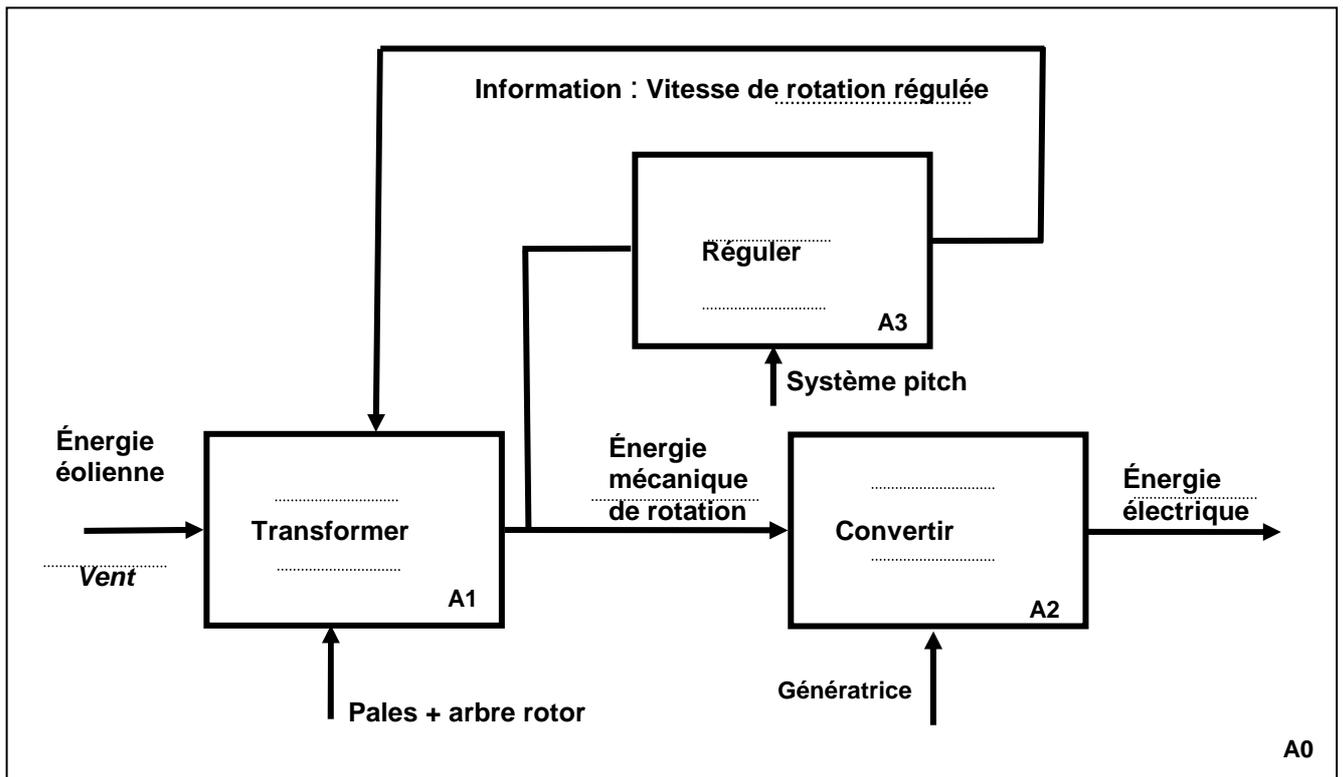
$$\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\| = K(\Delta L_0 + \Delta L_1)$$

$$\text{donc : } \Delta L_0 = \frac{\left\| \vec{R}_{18 \rightarrow 14} \right\|}{K} - \Delta L_1 = \frac{4514}{62} - 43,3$$

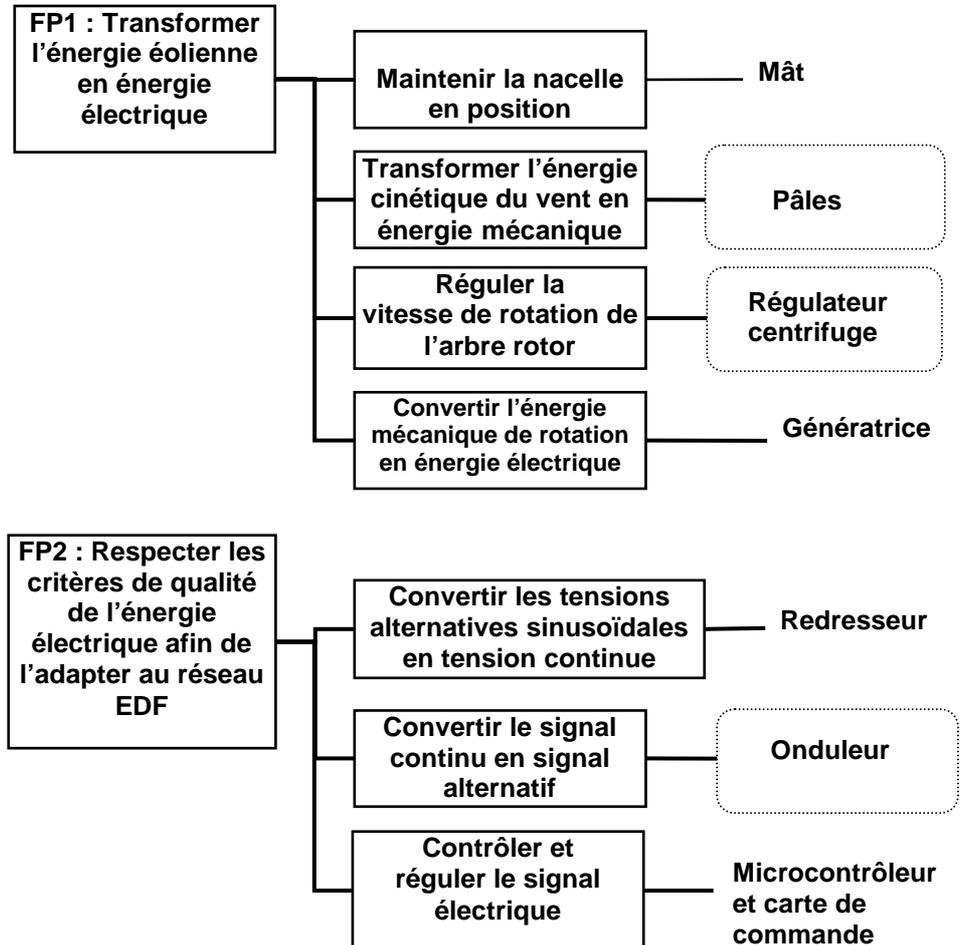
$$\Delta L_0 = 29,5 \text{ mm}$$

DOCUMENTS RÉPONSES

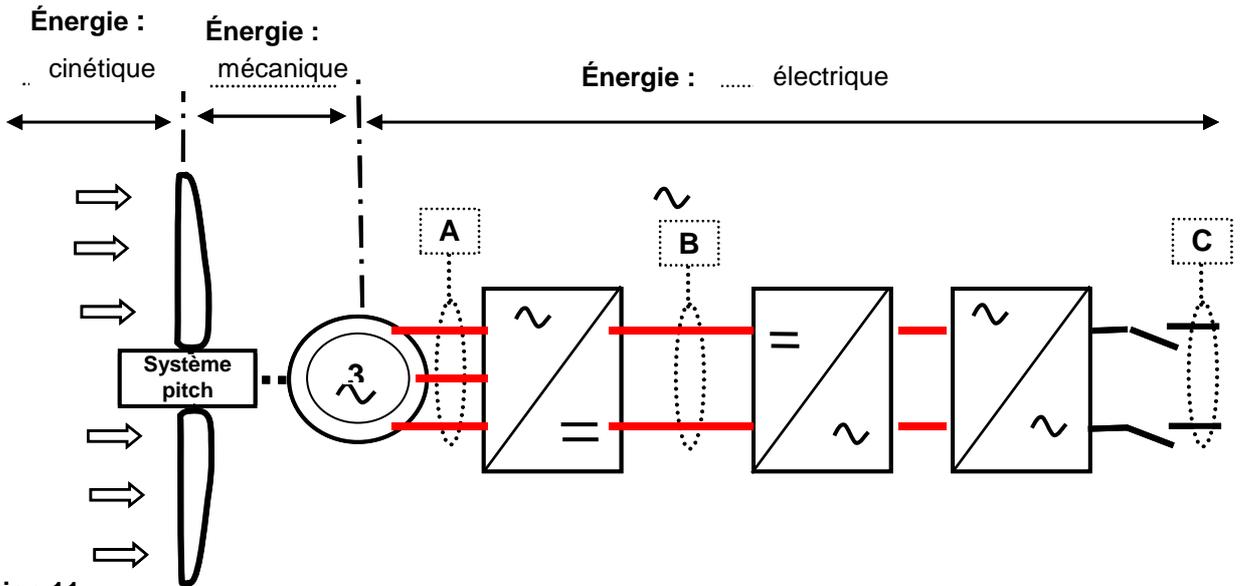
Question 2



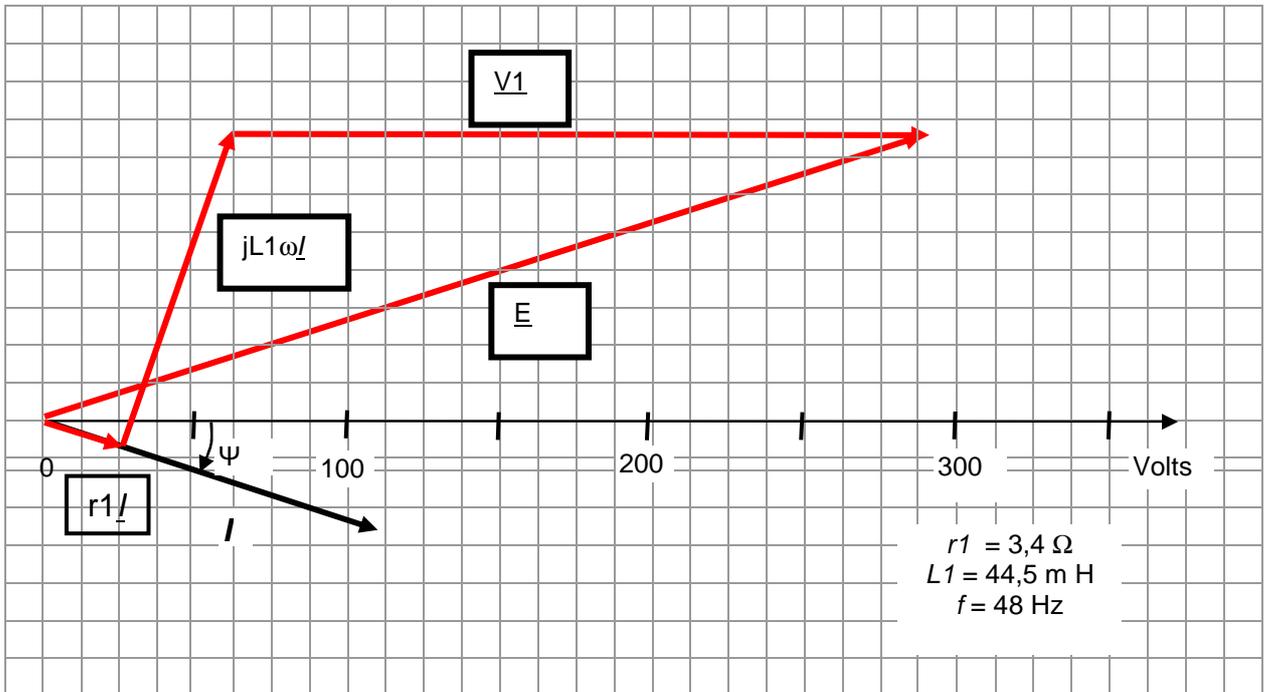
Question 3



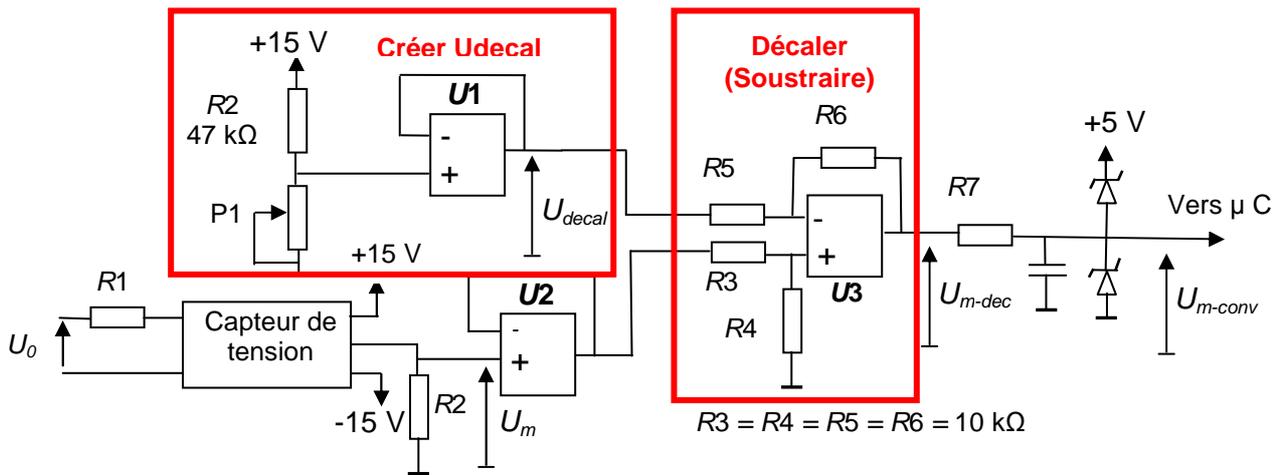
Question 4



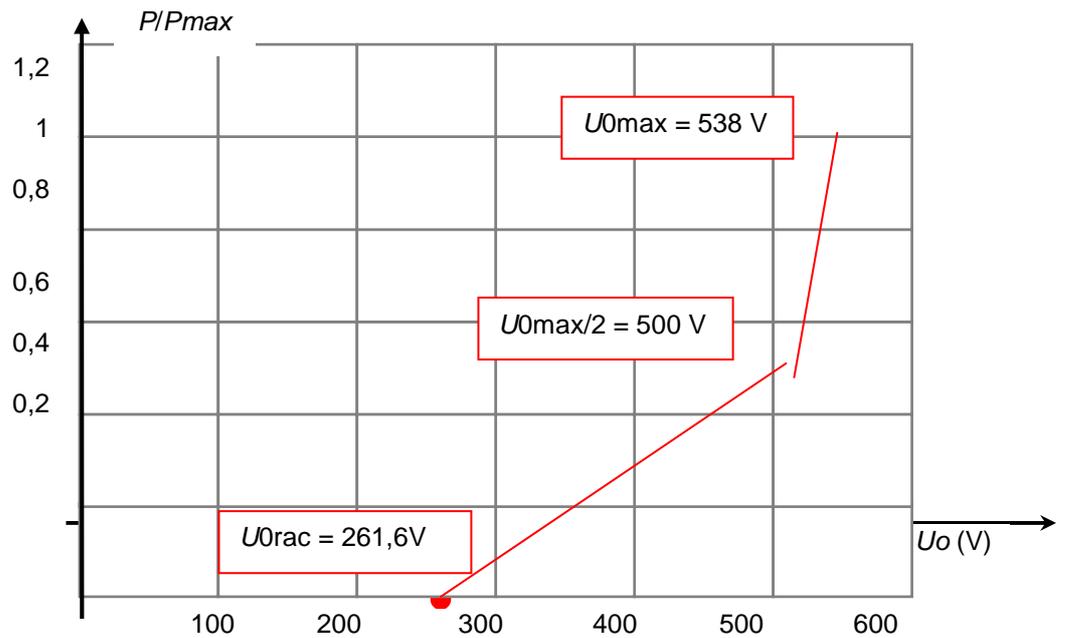
Question 11



Question 20

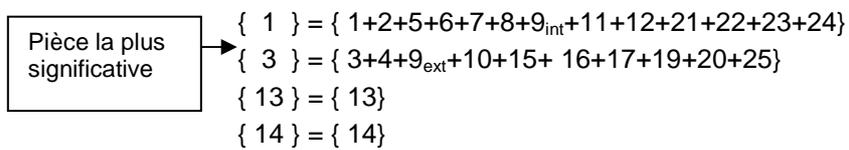


Question 28



Question 29

Graphe des liaisons du système pitch



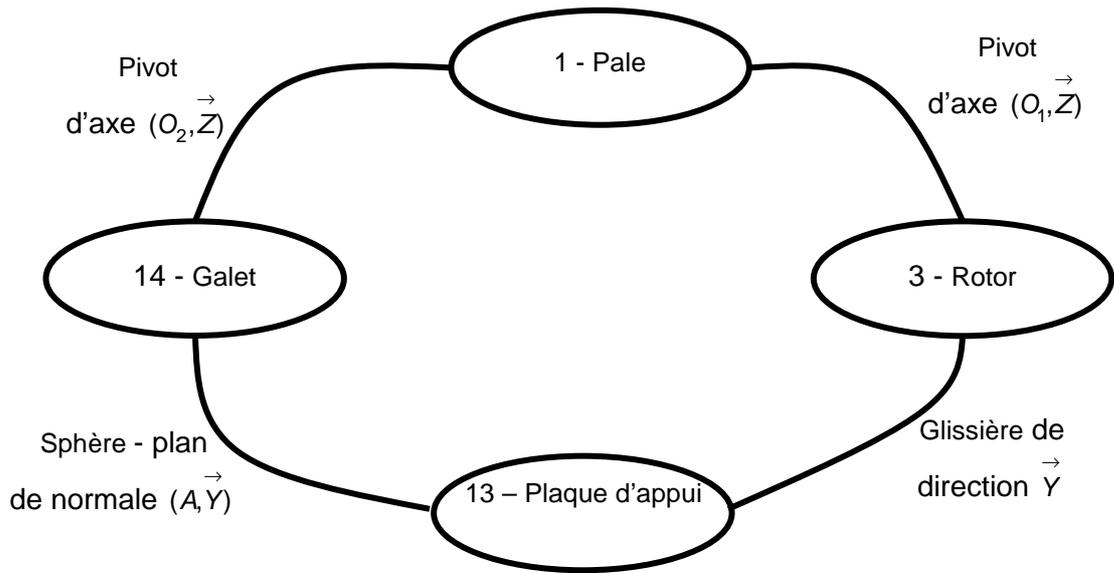
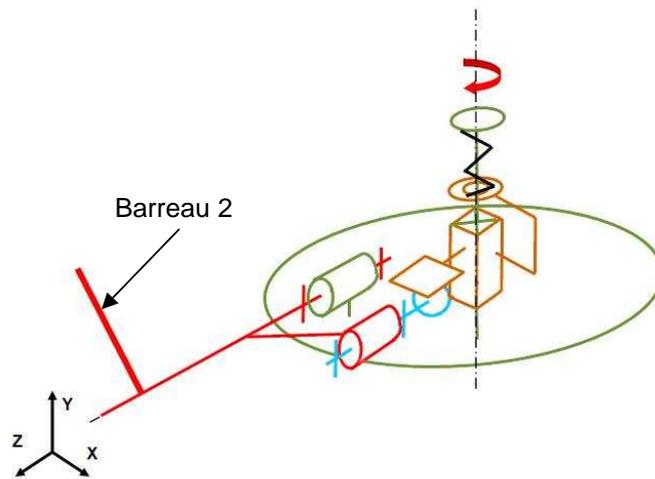


Schéma cinématique du système pitch

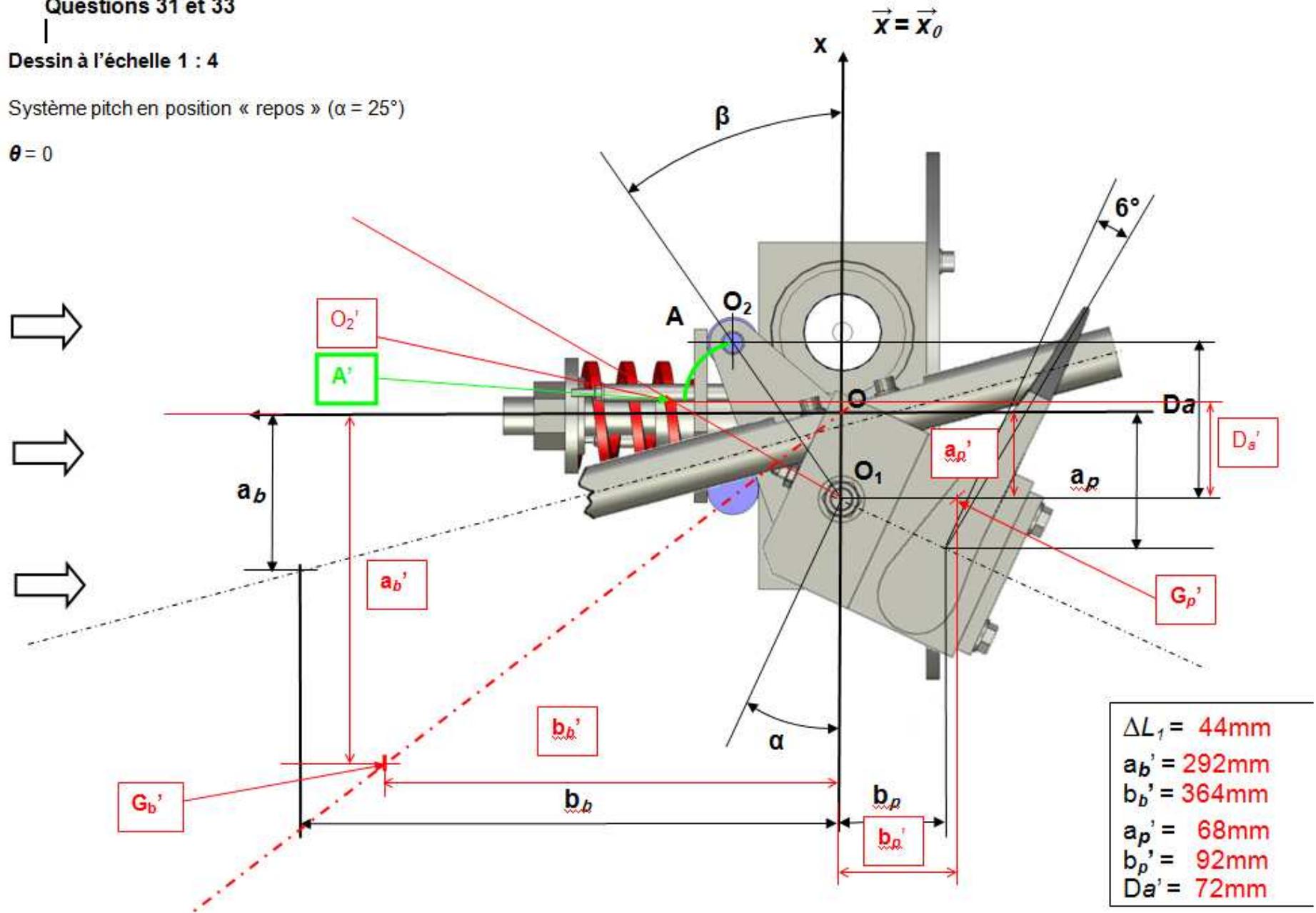


Questions 31 et 33

Dessin à l'échelle 1 : 4

Système pitch en position « repos » ($\alpha = 25^\circ$)

$\theta = 0$



Rapport du jury de l'épreuve d'admissibilité d'EST

1. Présentation du sujet

Un système éolien de faible puissance constitue le support d'étude, il est composé d'une éolienne et d'un système de couplage au réseau EDF. L'éolienne présente la particularité de disposer d'un système automatique (inertiel) de régulation de la vitesse de rotation du rotor.

Le sujet propose de vérifier les performances de ce système éolien. Les études sont développées autour de deux fonctions de service essentielles :

- transformer l'énergie éolienne en énergie électrique du système ;
- respecter les critères de qualité de l'énergie électrique afin de l'adapter au réseau EDF.

Une dernière partie traite de l'étude du système de régulation de vitesse « Pitch ».

Ces études permettent d'apprécier les capacités des candidats à :

- analyser le fonctionnement et la conception de l'éolienne ;
- analyser et caractériser les énergies mises en œuvre dans le système ;
- identifier et apprécier les performances du système par rapport aux contraintes imposées.

2. Analyse globale des résultats

Si le jury a pu apprécier plusieurs productions d'excellente qualité, il regrette pour un nombre non négligeable de candidats, un manque de rigueur lors des applications numériques, ce qui les a malheureusement conduit à ne pas aboutir de manière satisfaisante aux résultats attendus.

Dans certains cas, les résultats présentés par les candidats témoignent d'un manque de recul par rapport à la réalité avec des valeurs tout à fait irréalistes.

Le jury constate, encore trop fréquemment, des copies dans lesquelles l'écriture est presque illisible, l'orthographe incertaine, les questions traitées dans un ordre aléatoire et certains résultats perdus au milieu de calculs mal menés.

Le jury conseille aux candidats :

- d'être plus rigoureux, lors d'applications numériques. Il recommande notamment d'écrire la ou les expressions littérales puis d'identifier les unités devant être employées avant de passer à l'application numérique ;
- de soigner la présentation (syntaxe, orthographe, encadrer les résultats) ;
- de parcourir l'ensemble du sujet, dans la mesure du possible, afin de traiter les questions « simples », pouvant se trouver à la fin d'un sujet ;
- d'apprécier l'ordre de grandeur des résultats présentés.

3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Partie 1 : transformer l'énergie éolienne en énergie électrique

La première question, relative au développement durable, est correctement traitée. Le jury a apprécié les réponses courtes et bien argumentées.

Les candidats qui maîtrisent les méthodes et les outils usuels de description fonctionnelle ont facilement répondu aux trois questions d'analyse fonctionnelle.

Si le calcul de la puissance disponible due au vent est bien traité, les candidats éprouvent quelques difficultés dans les applications numériques pour déterminer la puissance du moteur éolien.

Le jury constate que les lois électriques appliquées au courant monophasé sont correctement maîtrisées, en revanche, il y a beaucoup de confusions en ce qui concerne celles utilisées en courant

triphasé et plus particulièrement pour le calcul des puissances. À l'heure où les questions d'environnement et d'énergie interpellent le monde de la technologie, il est indispensable que les candidats maîtrisent les notions de base pour déterminer les énergies et les puissances mises en œuvre sous différentes formes dans un système technique.

Les questions, portant sur la construction graphique faisant appel à la méthode de Fresnel, sont trop rarement traitées.

Certains candidats rencontrent des difficultés pour déterminer les grandeurs énergétiques des éléments fonctionnels de la chaîne d'énergie ou établir la relation entre la grandeur d'entrée et une grandeur de sortie qui caractérise la fonction de transfert d'un sous-ensemble. Enfin, les applications numériques sont rarement menées à leur terme.

Les questions portant sur l'identification d'une fonction de la structure participant à sa réalisation ont été correctement traitées, ainsi que celle portant sur l'exploitation d'une équation mathématique.

Partie 2 : respecter les critères de qualité de l'énergie électrique afin de l'adapter au réseau EDF

Le rôle des différents éléments qui constituent le système est généralement correctement décrit, par contre la justification des performances des constituants au regard du cahier des charges ou la justification du rôle d'une structure sont trop souvent confuses et abstraites. Au-delà, d'un commentaire personnel, les justifications s'appuient généralement sur le calcul de valeurs numériques.

Le jury observe que les documents ressources et constructeur restent souvent mal exploités voire négligés, alors qu'ils constituent la base d'une étude, et/ou d'une justification d'une fonction, d'une structure ou d'un choix de composant.

Les questions relatives à la synthèse de l'étude sont également peu traitées, alors qu'elles constituent un aboutissement et permettent de valider l'esprit de synthèse du candidat.

Partie 3 : étudier le système de régulation de vitesse mécanique

Le jury constate qu'une majorité de candidats éprouve des difficultés pour élaborer un « graphe de liaisons » et un « schéma cinématique » corrects.

Il est donc important de recommander aux futurs candidats de s'exercer à la réalisation de schémas cinématiques, aussi bien plans que spatiaux, en utilisant les symboles normalisés des liaisons.

Les candidats ont globalement bien traité la partie qui propose de tracer les trajectoires des points principaux du mécanisme, afin d'en déduire les coordonnées.

Le jury s'étonne qu'un nombre conséquent de candidats éprouve des difficultés pour déterminer la masse d'un barreau de régulation.

Il est impératif que les futurs candidats vérifient l'homogénéité des équations avant de passer à l'application numérique.

En ce qui concerne la détermination de l'effort exercé par le ressort de régulation sur l'ensemble pale (application du théorème du moment statique), le jury constate que l'inventaire des actions mécaniques n'est pas toujours correct.

Par ailleurs, pour apprécier la « stabilité » du système de régulation sur un tour de rotor, il est nécessaire de considérer les deux pales.

La question proposant de déterminer la valeur de la précontrainte du ressort de régulation, est traitée par une minorité de candidats, alors qu'il est aisé de mettre en équation un tel effort. La présence de cette question en fin de sujet peut en être une explication. Ainsi, nous invitons les candidats à consulter l'ensemble du sujet pour repérer les possibilités de mettre en valeur leurs connaissances.

4. Conclusions

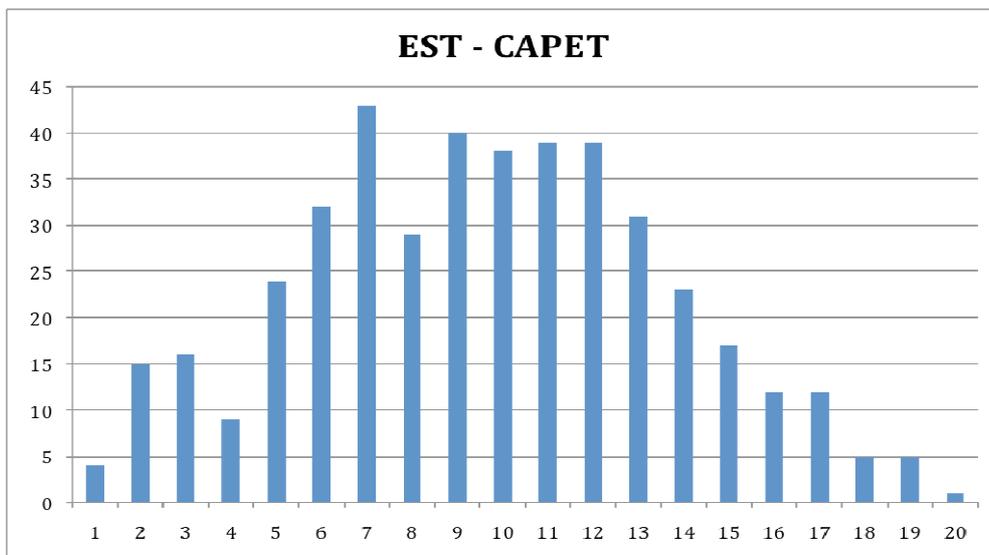
Le sujet de cette épreuve était centré sur la validation de modèles et sur l'analyse de comportements de systèmes. Il nécessitait une bonne maîtrise des outils scientifiques et technologiques qui permettent de mener à bien ces études.

La préparation des candidats à cette épreuve doit se faire dans cet esprit et ne s'improvise pas.

5. Résultats

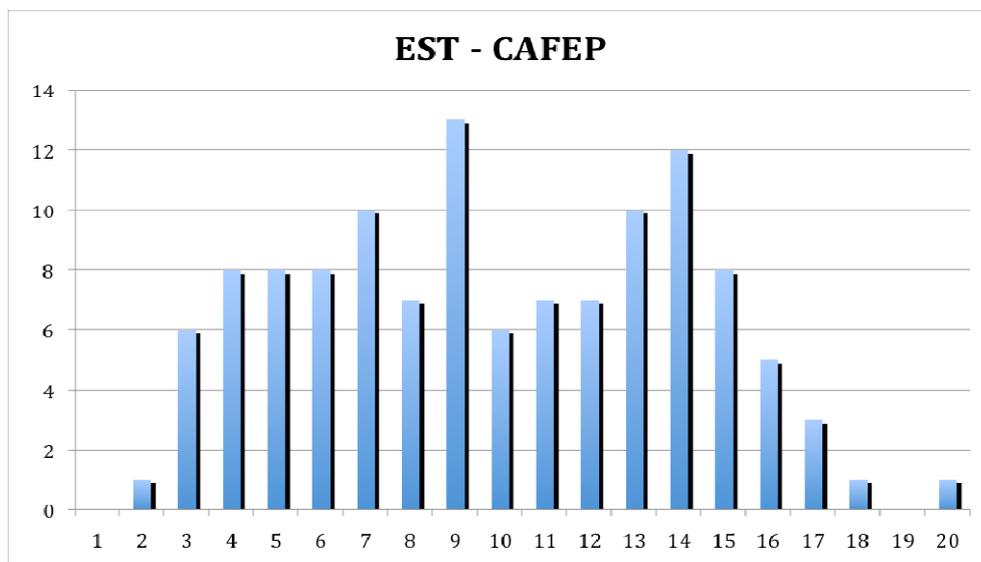
433 candidats ont composé pour cette épreuve du CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 9,16 avec :

- 19,15 comme meilleure note ;
- 0,00 comme note la plus basse.



121 candidats ont composé pour cette épreuve du CAFEP, la moyenne des notes obtenues est de 9,32 avec :

- 19,93 comme meilleure note ;
- 1,99 comme note la plus basse.



Éléments de correction de l'épreuve d'admissibilité d'APCTE

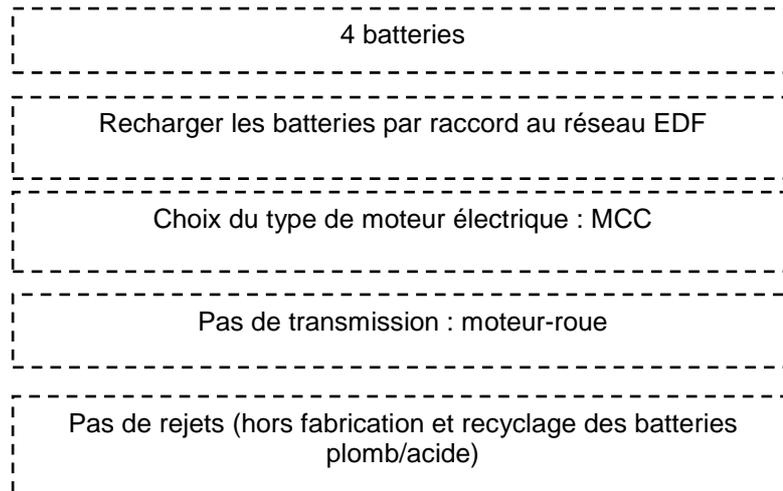
I. ANALYSE GÉNÉRALE DU SYSTÈME

I.1 Étude fonctionnelle

Question 1

Voir le DR1

Solutions techniques (à compléter)



I.2 Aspect environnemental

I.2.1. Étude du bruit lors du fonctionnement d'un scooter

Question 2 *Bruit d'un scooter thermique*

À 45 km/h, un scooter thermique génère un bruit d'environ 70 dB(A). Globalement, d'après les courbes données, les deux-roues font plus de bruit que les voitures à faible vitesse. Cela dit, le parc des deux-roues ne représente qu'une petite part du parc de véhicules, leur influence reste donc limitée en ce qui concerne le bruit routier.

Les améliorations techniques futures ne permettraient *a priori* que de gagner 2 dB(A), on est donc déjà aux limites basses de bruit d'un point de vue technique.

Question 3 *Bruit d'un scooter électrique*

L'ordre de grandeur est inférieur à 50 dB(A) environ et ce bruit est principalement dû aux bruits de roulement. Le seul défaut peut être que l'absence de bruit peut devenir un danger pour un piéton habitué au bruit des véhicules.

I.2.2. Étude comparative du point de vue des rejets polluants

Question 4 *Normes de pollution*

Les normes en cours ne sont pas les mêmes pour les voitures et les deux-roues.

En ce qui concerne le CO et les NOx : la norme autorise 2 fois plus de rejets pour la moto.

Pour les HC : la norme autorise 8 fois plus de rejets pour la moto.

On peut donc constater le retard des deux-roues sur la voiture d'un point de vue normatif.

Question 5 *Impact environnemental*

On peut noter que pour un trajet en ville, le scooter est le plus rapide. Son impact sur les GES est relativement faible (peu de carburant utilisé) mais son influence sur la qualité de l'air est très mauvaise.

Lors de son fonctionnement, on peut dire que le scooter électrique est propre, en effet aucune nuisance sonore ni pollution ne sont à déplorer.

Lors de la recharge des batteries sur le secteur, l'énergie électrique peut être produite d'une centrale nucléaire ou même d'une source d'énergie renouvelable (dans ce cas, pas de GES, mais déchets radioactifs dans le cas du nucléaire) ou d'une centrale thermique à flamme (beaucoup de GES). La notion de « propre » reste donc toute relative. En France, où le nucléaire représente 78 % de la production d'électricité, on peut donc considérer le scooter électrique comme un moyen de déplacement écologique et « propre » vis-à-vis des GES.

Les batteries doivent être changées régulièrement et le stockage des batteries usagées pose problème au niveau écologique (métaux lourds).

I.3 Comparaison des performances des deux types de scooters

Question 6 *Performances et alimentation en énergie*

Le scooter thermique développe une puissance de 3,2 kW et un couple de 4,4 Nm à la vitesse de 7000 tr/min environ. La vitesse du scooter est alors de 50 km/h d'après le constructeur.

Le scooter EVT4000e développe une puissance nominale de 1,8 kW ou puissance maxi de 3,8 kW, un couple de 20 Nm pour une vitesse de 45 km/h.

Le couple est beaucoup plus important sur le scooter électrique du fait du moteur-roue alors que le couple est multiplié par la chaîne de transmission dans le cas du scooter thermique.

Mais globalement les performances semblent équivalentes, l'avantage du moteur électrique réside dans le fait de pouvoir fournir son couple nominal même à basse vitesse.

L'autonomie est beaucoup plus importante avec le scooter thermique (240 km contre 50 km) et le temps de recharge beaucoup plus faible (environ 1 minute pour faire le plein) alors que le temps de recharge des batteries est de plusieurs heures (3 à 6 h).

I.4 Aspect financier

Question 7 *Coût*

Scooter thermique : 3,4 L aux 100 km soit 170 L pour 5000 km.

Prix du litre 1,15 € soit environ 200 € pour 5000 km.

Scooter électrique : 6 h de charge pour faire 30 km soit 1000 h de charge pour 5000 km.

Puissance du chargeur : 450 W soit une énergie consommée de 450 kWh.

Prix du kWh = 0,1 € soit environ 45 € pour 5000 km.

I.5 Conclusion

Question 8

Le prix de revient au kilomètre est moins élevé avec le scooter électrique mais la recharge de la batterie est assez longue et nécessite donc de s'organiser correctement. Les performances globales sont comparables. C'est donc essentiellement un choix écologique de respect de l'environnement (pas

de bruit, pas de pollution) qui pousse l'utilisateur à choisir l'électrique. Mais il ne faut pas oublier cependant la gestion des batteries usagées ni la provenance de l'énergie électrique.

II. ANALYSE DES SOLUTIONS TECHNIQUES RETENUES SUR LE SCOOTER EVT4000e

II.1 Intérêt de l'entraînement direct

II.1.1. Étude de la transmission d'un scooter type Scoot'élec Peugeot

Question 9 Description de la transmission

Arbre moteur (8), poulie crantée (11), courroie crantée (17), poulie réceptrice (19), arbre primaire (24), roue dentée (30), arbre de sortie (32), roue (34+35).

Question 10 Calcul du rapport de réduction de la transmission

- Liaison encastrement, $\omega_{11/0} = \omega_{8/0}$;
- $k_1 = \frac{\omega_{19/0}}{\omega_{11/0}} = \frac{Z_{11}}{Z_{19}} = \frac{34}{64} = 0,53$
- Liaison encastrement, $\omega_{19/0} = \omega_{24/0}$;
- $k_2 = \frac{\omega_{30/0}}{\omega_{24/0}} = \frac{Z_{24}}{Z_{30}} = \frac{13}{47} = 0,28$
- Liaison encastrement, $\omega_{30/0} = \omega_{34/0}$
- $\omega_{34/0} = k_1 \cdot k_2 \cdot \omega_{8/0} = 0,53 \cdot 0,28 \cdot \omega_{8/0} = 0,15 \cdot \omega_{8/0}$

Question 11 Étude du rendement et du couple disponible sur le Scoot'élec à transmission classique

- $C_{\text{moteur max}} = \frac{P_{\text{max}}}{\omega_{P_{\text{max}}}} = \frac{3100}{\frac{2150 \cdot 2 \cdot \pi}{60}} = 13,8 \text{ N} \cdot \text{m}$
- $\eta = \frac{P_{\text{moteur}}}{P_{\text{max roue}}} = \eta_{\text{moteur}} \cdot \eta_{\text{poulie/courroie}} \cdot \eta_{\text{engrenage}} = 0,8 \cdot 0,89 \cdot 0,84 = 0,6$
- $\eta = \frac{P_{\text{max roue}}}{P_{\text{moteur}}} = \frac{C_{\text{max roue}} \cdot \omega_{34/0}}{C_{\text{moteur n. cessaire}} \cdot \omega_{10/0}} = \frac{C_{\text{max roue}} \cdot k_1 \cdot k_2}{C_{\text{moteur n. cessaire}}}$
- $C_{\text{moteur n. cessaire}} = \frac{C_{\text{max roue}} \cdot k_1 \cdot k_2}{\eta} = \frac{62 \cdot 0,15}{0,6} = 15,5 \text{ N} \cdot \text{m}$
- Le moteur ne délivre pas assez de couple pour les performances attendues : $C_{\text{moteur n. cessaire}} = 15,5 \text{ N} \cdot \text{m} > C_{\text{moteur max}} = 13,8 \text{ N} \cdot \text{m}$.

II.1.2. Comparaison avec le scooter électrique EVT4000e

Question 12 Choix

Le rendement est beaucoup plus élevé que dans le cas précédent. En effet on a directement le rendement du moteur alors que dans le cas précédent, on retrouve le rendement de la chaîne de transmission et celui du moteur électrique. Le rendement global sera donc bien meilleur dans le cas du moteur roue.

II.2 Validation du dimensionnement du moteur

Question 13 Calcul de l'accélération

Accélération du scooter selon $(-\vec{y})$: $\vec{a}_{S1} = -a_{S1} \cdot \vec{y}$ avec : $a_{S1} = \text{constante}$, donc

$$a_{S1} = \frac{V_{S1}}{t} = \frac{45 \cdot 10^3}{\frac{3600}{10}} = 1,25 \text{ m/s}^2$$

Question 14 Action mécanique sur la roue avant

On isole la roue (2) :

(Bilan des actions mécaniques BAM) :

$$\left(A, \vec{R}(0 \rightarrow 2) \right) \text{ et } \left(O_2, \vec{R}(1 \rightarrow 2) \right) \text{ (hypothèse problème plan) ;}$$

Masse de la roue négligée.

Les deux glisseurs sont colinéaires et opposés, et portés par une droite d'action commune : (AO_2) de direction \vec{Z} , ce qui implique $Y_{02} = 0$.

Question 15 Action mécanique sur la roue arrière

On isole la roue (3) :

$$\text{IAM : } \left(B, \vec{R}(0 \rightarrow 3) \right) \text{ et } \left(O_3, \vec{R}(1 \rightarrow 3) \right) \text{ et } \left(C_m, \vec{x} \right) ;$$

Masse de la roue négligée.

L'équation de moment au point O_3 , en projection sur l'axe \vec{X} donne :

$$R \cdot Y_{03} + C_m = 0 \text{ avec } Y_{03} < 0.$$

Question 16 Résistance de l'air

La vitesse du vent étant nulle par rapport au sol, au démarrage, la vitesse du scooter étant nulle aussi, le vent n'a pas d'effet sur lui. En revanche, en fin de phase d'accélération, la vitesse est maximale, et donc les effets du vent le sont aussi.

Question 17 Couple moteur nécessaire

On isole l'ensemble (1+2+3+conducteur) :

$$\text{BAM : } \left(A, \vec{R}(0 \rightarrow 2) \right), \left(B, \vec{R}(0 \rightarrow 3) \right), \left(G_c, \vec{R}(g \rightarrow 1) \right) \text{ et } \left(D, \vec{R}(\text{air} \rightarrow 1) \right) ;$$

Masse de l'ensemble : $(M + m)$.

Comme l'accélération (translation rectiligne) $\vec{a}_{S1} = -a_{S1} \cdot \vec{y}$, alors le théorème de la résultante dynamique en projection sur l'axe \vec{y} donne :

$$Y_{03} + F_{\text{air}} = (M + m) \cdot (-a_{S1}) \text{ avec } Y_{03} = -\frac{C_m}{R}$$

$$\text{Soit : } C_m = R \cdot \left[(M + m) \cdot a_{S1} + F_{\text{air}} \right] = 0,2 \cdot \left[(127 + 73) \cdot 1,25 + \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot \left(\frac{45 \cdot 10^3}{3600} \right)^2 \right] = 63,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Question 18 Conclusion : Validation du moteur

Le couple maximal disponible (donnée constructeur) est de 70 Nm.

$C_m = 63,5 \text{ N} \cdot \text{m} < 70 \text{ N} \cdot \text{m}$, le choix du moteur permet bien d'atteindre les performances annoncées.

Question 19 Vérification du non patinage

Condition de non glissement en B : $|Y_{03}| < f \cdot |Z_{03}|$ (loi de Coulomb)

On isole l'ensemble (1+2+3+conducteur) :

BAM : $\left(A, \vec{R}(0 \rightarrow 2) \right), \left(B, \vec{R}(0 \rightarrow 3) \right)$ et $\left(G_C, \vec{R}(g \rightarrow 1) \right)$ (vent relatif nul) ;

Masse de l'ensemble : $(M + m)$.

Comme l'accélération (translation rectiligne) $\vec{a}_{S1} = -a_{S1} \cdot \vec{y}$, alors le théorème du moment dynamique, en A, en projection sur l'axe \vec{x} , donne :

$$y_B \cdot Z_{03} - y_G \cdot (M + m) \cdot g = 0, \text{ soit } Z_{03} = \frac{y_G}{y_B} \cdot (M + m) \cdot g$$

Coefficient de frottement limite :

$$f > \frac{|Y_{03}|}{|Z_{03}|} = \frac{\frac{C_m}{R}}{\frac{y_G}{y_B} \cdot (M + m) \cdot g} = \frac{\frac{70}{0,2}}{\frac{790}{1240} \cdot (200) \cdot 9,81} = 0,28 < 0,8$$

Donc, le scooter a une grande marge de sécurité avant de patiner au démarrage.

II.3 Alimentation électrique et autonomie pour un cycle donné (fonction alimenter)

Énergie consommée par le scooter thermique catalysé sur le parcours type

Question 20 Cycle de fonctionnement

Distance 10 km ; temps de parcours 24 min ; consommation de 0,3 L de SP95 ; vitesse moyenne de 25 km/h.

Question 21 Consommation

$$\text{Consommation} = 0,3 \times 0,75 \times 43 = 9,67 \text{ MJ ou } 2,69 \text{ kWh}$$

$$\text{Energie mécanique restituée} = 0,25 \times 9,67 = 2,41 \text{ MJ ou } 0,672 \text{ kWh}$$

Autonomie du scooter électrique EVT4000e sur le parcours type

Question 22 Bilan de puissance et d'énergie sur un trajet

$$P_{BO} = 48 \cdot 26 = 1248 \text{ W} \quad \text{et} \quad P_{RO} = 0,85 \cdot 1248 = 1060 \text{ W}$$

$$E_p = 1,248 \cdot (24 \div 60) = 0,5 \text{ kWh} \quad \text{et pour un accumulateur} \quad E_{PA} = E_p \div 4 = 0,125 \text{ kWh}$$

Question 23 Autonomie du scooter électrique

On relève $T = 90$ min ou 1,5 heure et U_B finale = 9,6 V

Discharge Rates in Amperes to Various End Voltages at 25°C

End Voltage Time	11.40V	11.10V	10.80V	10.50V	10.20V	9.90V	9.60V
1 min	171	203	247	280	308	309	344
2 min	151	175	200	220	236	236	256
3 min	137	156	174	188	198	199	212
5 min	117	131	142	151	157	157	165
7 min	104	115	123	129	133	134	139
10 min	89.6	98.5	104	109	111	111	115
15 min	74.4	81.1	85.3	88.0	89.4	89.7	91.6
20 min	64.4	69.9	73.3	75.2	76.1	76.4	77.6
30 min	51.6	55.6	58.4	59.6	60.1	60.3	60.9
60 min	33.6	36.0	38.3	38.9	39.1	39.3	39.4
90 min	22.6	24.2	24.9	25.2	25.4	25.5	26.3
120 min	17.9	19.2	19.7	19.8	20.0	20.1	20.7
180 min	12.7	13.6	13.9	14.1	14.2	14.3	14.7
240 min	9.82	10.6	10.8	10.9	11.0	11.1	11.4
300 min	8.00	8.63	8.87	8.96	9.03	9.10	9.36
360 min	6.73	7.29	7.51	7.59	7.66	7.71	7.93
480 min	5.09	5.55	5.75	5.83	5.88	5.92	6.08
600 min	4.07	4.47	4.66	4.73	4.77	4.81	4.93
1200 min	1.96	2.21	2.35	2.42	2.44	2.46	2.51

L'énergie utilisable est $E = 4 \cdot (U_{moy} \cdot I \cdot t_{d. charge}) = 4 \cdot 11 \cdot 26 \cdot 1,5 = 1716 \text{ Wh}$.

La consommation est de 0,5 kWh sur le trajet de 10 km.

L'autonomie est de $10 \cdot (1716 \div 500) = 34 \text{ km}$ ce qui est inférieur à 2 allers-retours entre la Défense et Paris.

L'autonomie annoncée par le constructeur (30 km en mode performance et 50 km en mode économie) est respectée.

Question 24 Masse embarquée pour fournir l'énergie, conclusion

La masse de SP 95 est $m = 0,3 \times 3,5 \times 0,75 = 0,79 \text{ kg}$

Les 4 accumulateurs ont une masse totale de $m = 4 \times 13,8 = 55 \text{ kg}$ soit environ 70 fois plus élevée. Cet écart est le plus grand handicap des véhicules électriques.

II.4 Modulation de la vitesse / accélération / freinage / affichage

II.4.1. Vérification de la vitesse maximale stabilisée règlementaire

Question 25 Vitesse maximale possible et respect de la réglementation

$$\Omega = \frac{U_M}{K_M} - T_U \cdot \frac{R}{K_M^2}$$

soit

$$\Omega = \frac{48}{0,56} - 20 \cdot \frac{0,15}{0,56^2} = 76,15 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V = \Omega \cdot D_R \div 2 = 76,15 \cdot 0,2 = 15,23 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ ou } \approx 55 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

$V = 55 \text{ km/h} > 45 \text{ km/h}$ la réglementation n'est pas respectée, il faut réduire la tension d'alimentation du moteur.

Question 26 Tension d'alimentation

$$U_M = K_M \cdot \Omega + R \cdot T_U / K_M \quad \text{à partir de } V \text{ en km/h } \Omega = V / (3,6 \cdot D_R / 2)$$

Mode P : $V = 45 \text{ km/h}$ soit $\Omega = 62,5 \text{ rad/s}$

$$U_M = 40,3 \text{ V}$$

Mode E : $V = 30 \text{ km/h}$ soit $\Omega = 41,7 \text{ rad/s}$

$$U_M = 28,7 \text{ V}$$

II.4.2. Validation de la fonction technique permettant de respecter la vitesse réglementaire (Modulateur d'énergie, fonction distribuer)

Question 27 Analyse du fonctionnement du modulateur de type hacheur

Lorsque K est fermé, la diode D est polarisée en inverse, elle est donc bloquée.

Si K est ouvert, le courant I_M circule par la diode qui rentre en conduction. Si cette dernière est considérée parfaite, on peut la remplacer par un fil.

Schéma simplifié pendant la durée T_{ON}

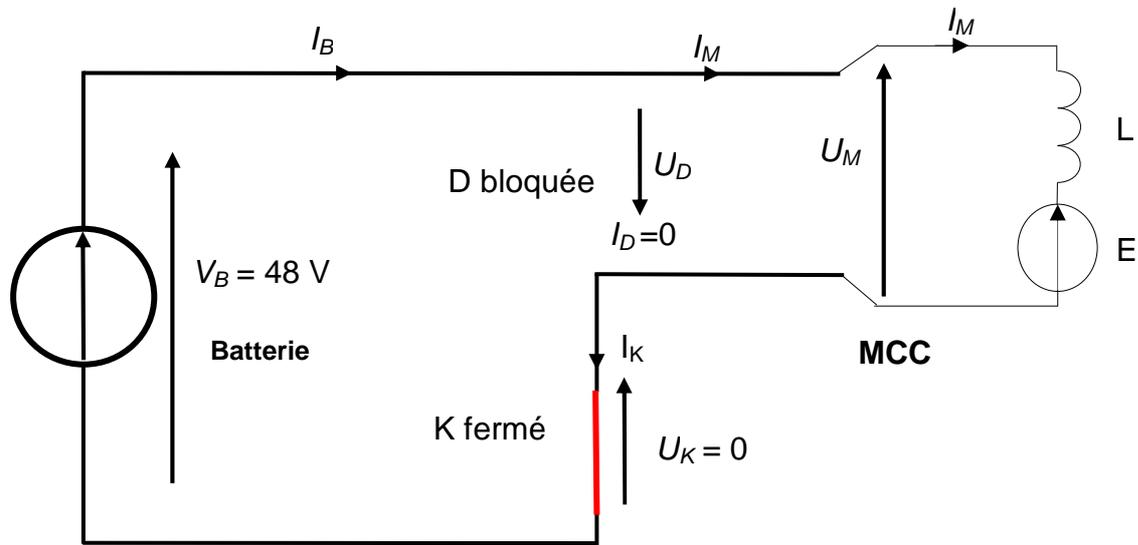
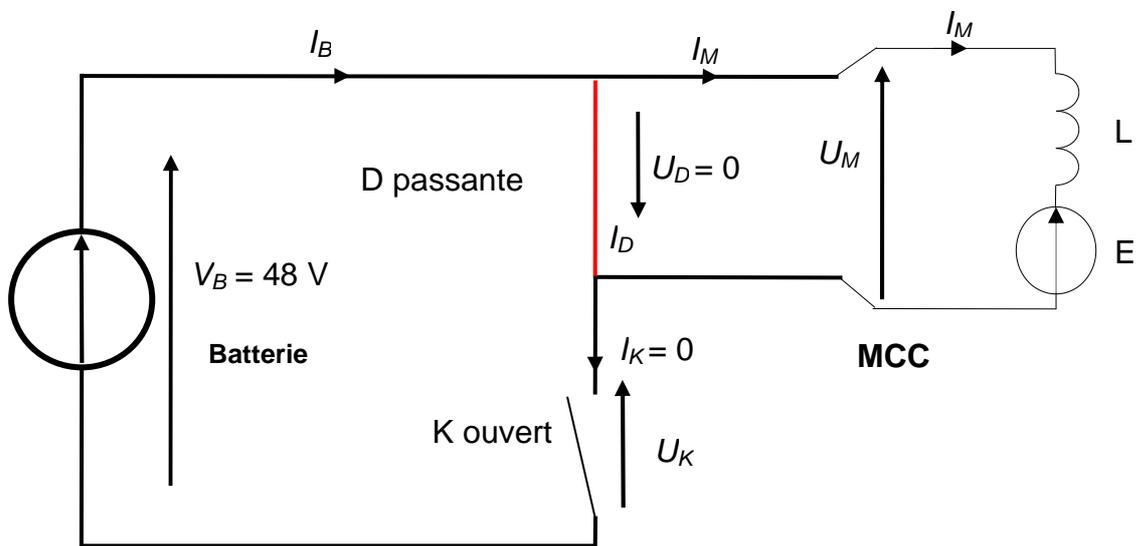
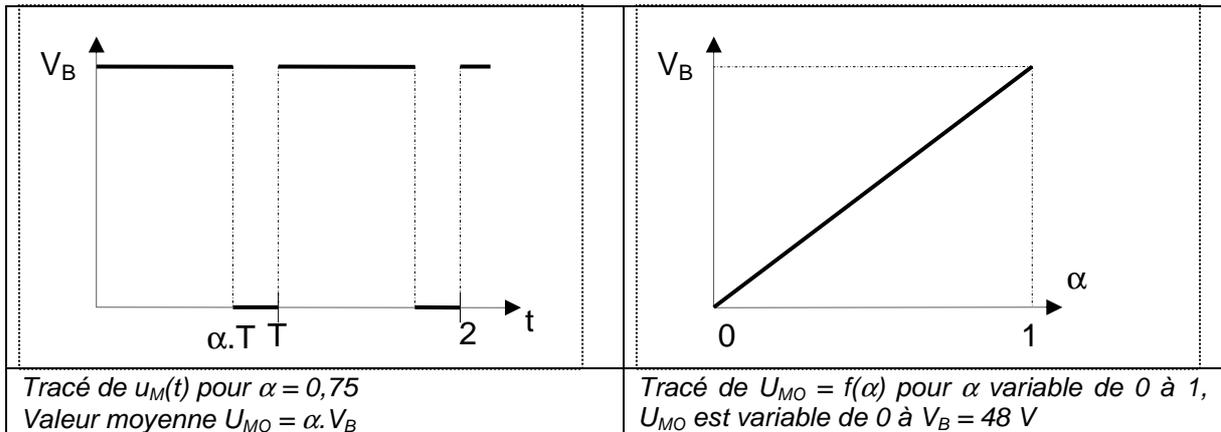


Schéma simplifié pendant la durée T_{OFF}



Question 28 Loi de sortie du modulateur de type hacheur



Question 29 Détermination du réglage du modulateur et conclusion

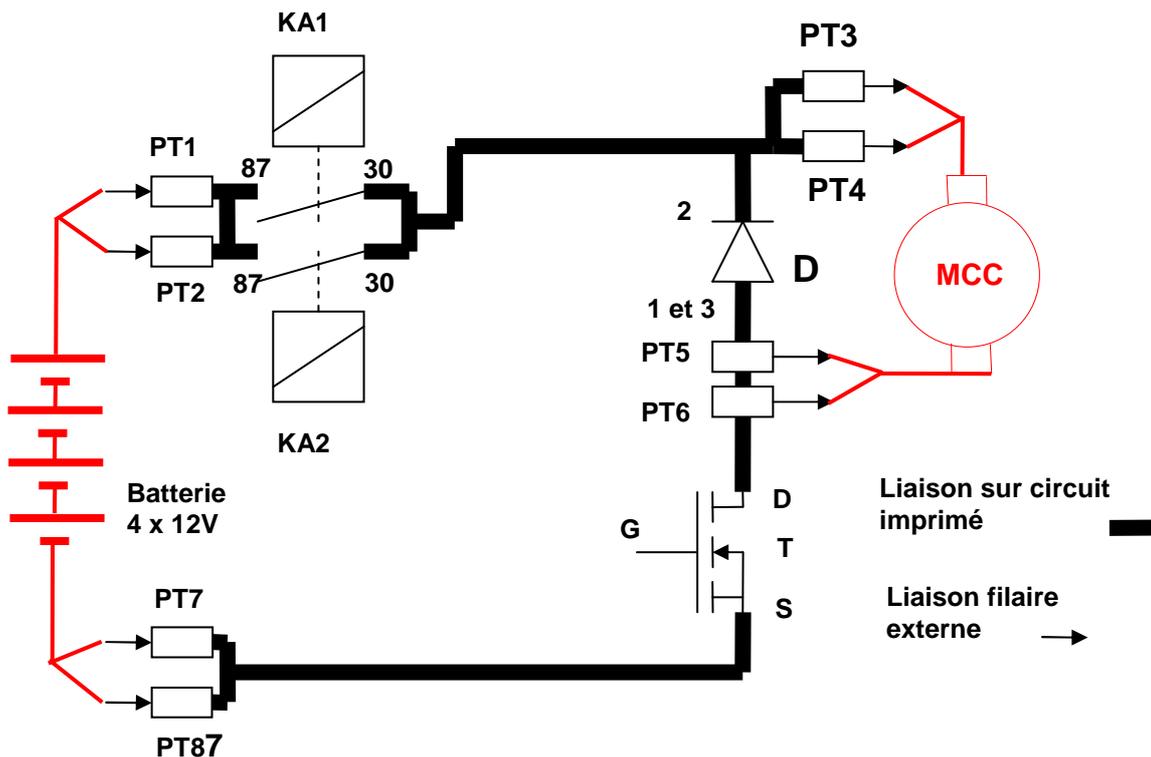
On a $\alpha = \frac{V_{MO}}{V_B}$ avec $V_B = 48$ V

pour $V = 45$ km/h $\alpha = \frac{40}{48} = 0,83$ pour $V = 30$ km/h $\alpha = \frac{29}{48} = 0,60$

Pour respecter la réglementation il faut prévoir un bridage électronique limitant la valeur maximale de α à 0,83. Le réglage « usine » doit être tel que lorsque la poignée est tournée de 90° d'angle (vitesse maximale), le rapport cyclique soit limité à $\alpha = 0,83$ au lieu de 1.

II.4.3. Conception économique du modulateur

Question 30 Compréhension de l'organisation du modulateur



Question 31 Contraintes en courant et tension sur le circuit imprimé

$U_{MP} = 4 \cdot 13,2 = 52,8 \text{ V}$; $I_{MP} = 120 \text{ A}$ correspond au courant de démarrage

$I_{MB} = I_{MP} / 2 = 60 \text{ A}$ en admettant une répartition idéale du courant entre les 2 bornes de connexion

Question 32 Marge de sécurité en courant

Le partage de courant ne peut être idéal car rien ne garantit une résistance exactement égale de 2 conducteurs ou liaisons en parallèle (rappel $R = \rho \times \frac{L}{S}$).

Les défauts peuvent provenir :

- de 2 longueurs de fil différentes (action sur L) ;
- de la nature de conducteur différente ou de résistance de contact aux connexions (action sur ρ) ;
- de la surface de contact variable ou de conducteur mal dénudés (brins coupés) pour les liaisons sur cosses (action sur S).

Question 33 Mise en œuvre des relais de mise sous tension

Fermeture des contacts situés entre PT1 PT2 d'une part et PT3 PT4 d'autre part, le pôle + de la batterie est alors directement relié à la batterie.

Le contact du relais voit passer la moitié du courant I_{MP} soit I_{MB} . La valeur retenue est de 70A comme le propose le sujet.

On relève ci contre :

- I emploi nominal (rate current) = 25 A ;
- courant limite en régime continu à 85°C (limiting continuous current) = 50 A ;
- Tension maximale de coupure (switching voltage) à vide = 200 V environ.

Contact Data		
Contact configuration		1 Make contact/ 1 Form A
Circuit symbol (see also Pin assignment)		
Rated voltage	12 V	24 V
Rated current	50 A	25 A
Limiting continuous current	23°C	70 A
	85°C	50 A
	125°C	30 A
Contact material	AgNi0.5	
Max. switching voltage/power	See load limit curve	
Max. switching current ¹⁾	240 A	240 A
Off	70 A	25 A
Min. recommended load ⁴⁾	1 A at 5 V	
Voltage drop at 10 A (initial)	Typ. 10 mV, 300 mV max.	
NO contact		
Mechanical endurance (without load)	> 10 ⁷ operations	
Electrical endurance (example of resistive load, without component in parallel to the coil, further information on request)	> 1 x 10 ⁶ operations 70 A, 13.5 V	> 1 x 10 ⁶ operations 25 A, 28 V
	> 2 x 10 ⁶ operations 50 A, 13.5 V	
Max. switching rate at nominal load	6 operations per minute (0.1 Hz)	

Les deux relais associés en parallèle peuvent fournir le courant suivant en continu :

- 2.50 = 100 A à 85 °C ;
- 2.70 = 140 A à 23 °C.

(Il faut prévoir une protection par une sonde thermique si la condition limite en température, par exemple 85°C, est dépassée.)

La tension de coupure de 80 V est supportée si les contacts sont à vide.

Mise en œuvre des composants électroniques de puissance dans le modulateur

Question 34 Justification du faible coût

On relève sur la documentation du transistor : « The

TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and **low package cost of the TO-220** contribute to its wide acceptance throughout the industry ».

C'est la nature du boîtier TO-220 en plastique qui garantit le faible coût du composant.

Load Limit Curve



Question 35 Association des composants sur le circuit imprimé

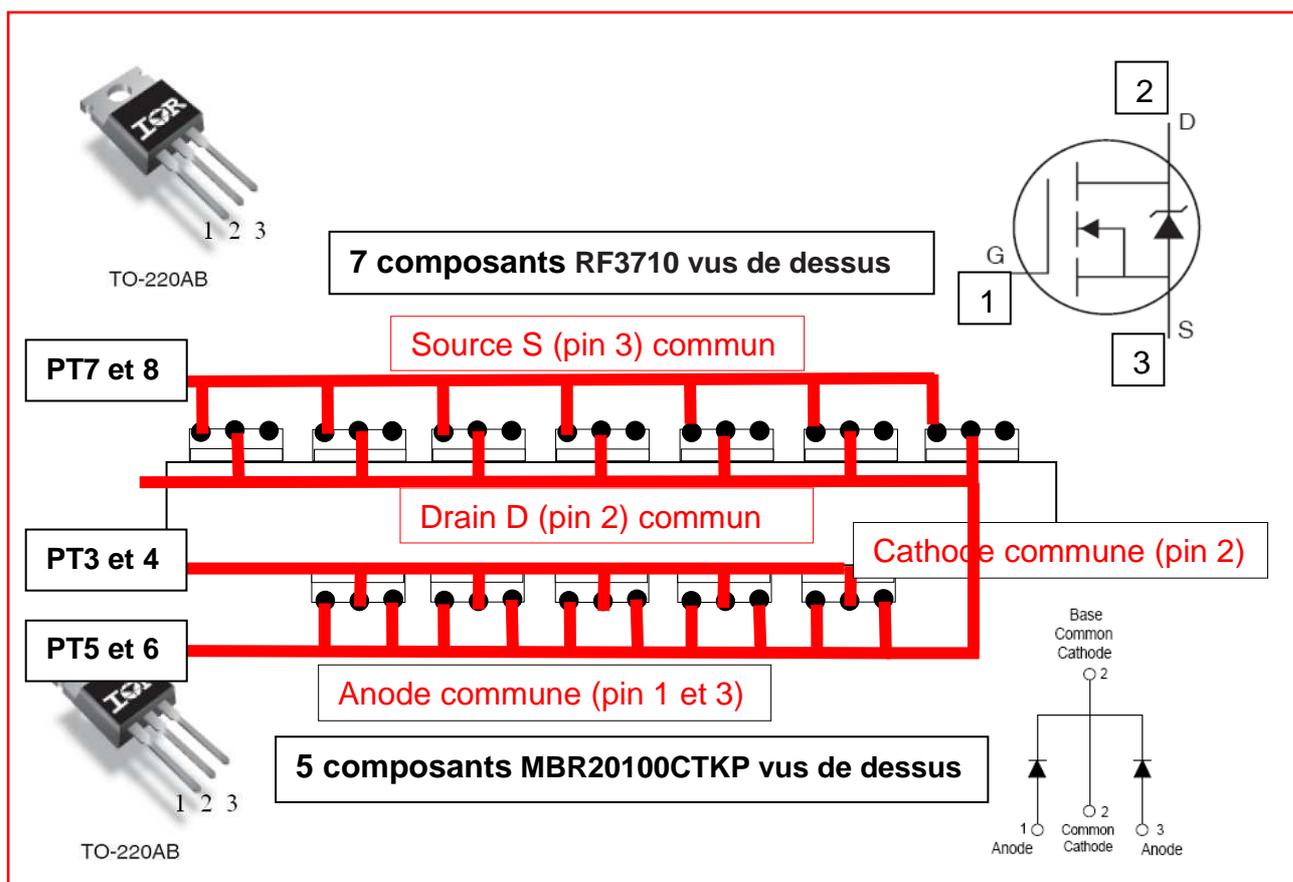
Les composants sont associés en parallèle pour augmenter le niveau de courant acceptable.

Pour T constitué de 7 éléments avec 57 A à 25°C et 40 A à 100°C par élément, on obtient respectivement $I_{T\ total} = 399\text{ A}$ et 280 A.

Pour D constitué de 5 éléments comprenant 2 diodes par élément avec 20 A pour chacune des diodes on obtient $I_{D\ total} = 200\text{ A}$

Le courant $I_{MP} = 120\text{ A}$ est largement respecté.

Le schéma proposé doit être équivalent à :



Question 36 Validation de l'objectif de conception économique du modulateur.

Utilisation de composants bas coût (boîtier TO-200 pour D et T).

Montages soudés sur circuit imprimé.

Relais automobile.

Connexions vers l'extérieur par cosses soudées.

II.4.4. Évacuation des pertes dissipées par le modulateur lors du fonctionnement.

Question 37 Exploitation du modèle thermique

Par analogie électrique on a :

- $\Delta T_{JC} = P_{dis} \cdot R_{thJC}$;

- $T_J = T_A + P_{dis} \cdot (R_{thJC} + R_{thCS} + R_{thSA})$.

Question 38 Caractéristiques de la diode pour les calculs d'échauffement

Résistances thermiques relevées	R_{thJC} Max. Thermal Resistance Junction to Case (Per Leg)	2.0	°C/W
	R_{thCS} Typical Thermal Resistance Case to Heatsink	0.50	°C/W
Paramètres du modèle	$V_{F(TO)}$ Threshold Voltage	0.433	V
	r_t Forward Slope Resistance	15.8	mΩ

Question 39 Pertes des diodes et température de jonction

Pour une des 10 diodes constituant D :

$$P_{dis} = V_{F(TO)} \cdot I_{F(AV)} + r_t \cdot I_{F(RMS)}^2 = 0,433 \cdot 15 + (15,8 \cdot 10^{-3} \cdot 15^2) = 10 \text{ W}$$

Dans le cas le plus défavorable, la puissance dissipée momentanément dans les 10 diodes de l'élément D est 10 fois plus élevée soit de 100 W.

La température de jonction pour un composant **MBR20100CTKPbF** est :

$$T_J = T_A + P_{dis} \cdot (R_{thJC} + R_{thCS} + R_{thSA}) = 45 + 20 \cdot (2 + 0,5 + 0,6) = 107 \text{ °C} < T_{Jmax} = 150 \text{ °C}$$

La température de jonction du composant est donc acceptable.

Question 40 Sécurité de l'utilisateur, température limite en surface du radiateur

Il obtient $T_S = T_A + P_{dis} \cdot R_{thSA} = 45 + 150 \cdot 0,1 = 60 \text{ °C}$

On obtient juste la température limite autorisée, l'utilisateur est en sécurité dans la majorité des situations.

Question 41 Validation du refroidissement du modulateur et mise en place d'une sécurité thermique.

Les températures limites sont en principe respectées. Si elles sont accidentellement dépassées, il faut prévoir la mise en place de capteurs ou sondes de température (Thermistance, CTN, CTP...) mettant momentanément hors service le modulateur et/ou avertissant l'utilisateur du défaut (voyant visible au niveau du guidon).

II.4.5. Décélération et freinage

Question 42 Effort sur le piston du Bloc Hydraulique

Effort sur le piston du bloc hydraulique : $F_{pBH} = \frac{b_m}{b_{pBH}} \cdot F_m = \frac{100}{28} \cdot 120 = 429 \text{ N}$

Question 43 Pression dans le circuit hydraulique

Pression dans le circuit hydraulique : $p_H = \frac{F_{pBH}}{S_{pBH}} = \frac{F_{pBH}}{\pi \cdot \frac{D_{pBH}^2}{4}} = \frac{429}{\pi \cdot \frac{8^2}{4}} = 8,5 \text{ N/mm}^2 = p_{HF}$

Correspondance des unités : $p_H = 8,5 \text{ N/mm}^2 = 8,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 85 \text{ bar}$

Question 44 Effort sur les plaquettes de frein

Effort sur chacune des plaquettes de frein : $F_{pla} = p_H \cdot \left(\pi \cdot \frac{D_{pF}^2}{4} \right) = 8,5 \cdot \left(\pi \cdot \frac{30^2}{4} \right) = 6008 \text{ N}$

Question 45 Couple de freinage

Couple de freinage sur une roue :

$$C_F = 2 \cdot f \cdot \left(\frac{R_P + r_P}{2} \right) \cdot (F_{pla}) = 2 \cdot 0,3 \times \left(\frac{80 + 55}{2} \right) \cdot (6008) = 243 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} = 243 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Couple de freinage total en freinant sur les deux roues en même temps :

$$C_{FT} = 2 \cdot C_F = 2 \cdot 243 = 486 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Question 46 Validation du système

Confrontation : $C_{FT} = 486 \text{ N} \cdot \text{m} \geq C_{FT_{\max}} = 400 \text{ N} \cdot \text{m}$

Dans les conditions d'utilisation qui ont amené au calcul de ce $C_{FT_{\max}}$, les freins sont bien dimensionnés.

Coefficient de sécurité de $\frac{C_{FT}}{C_{FT_{\max}}} = 1,22$.

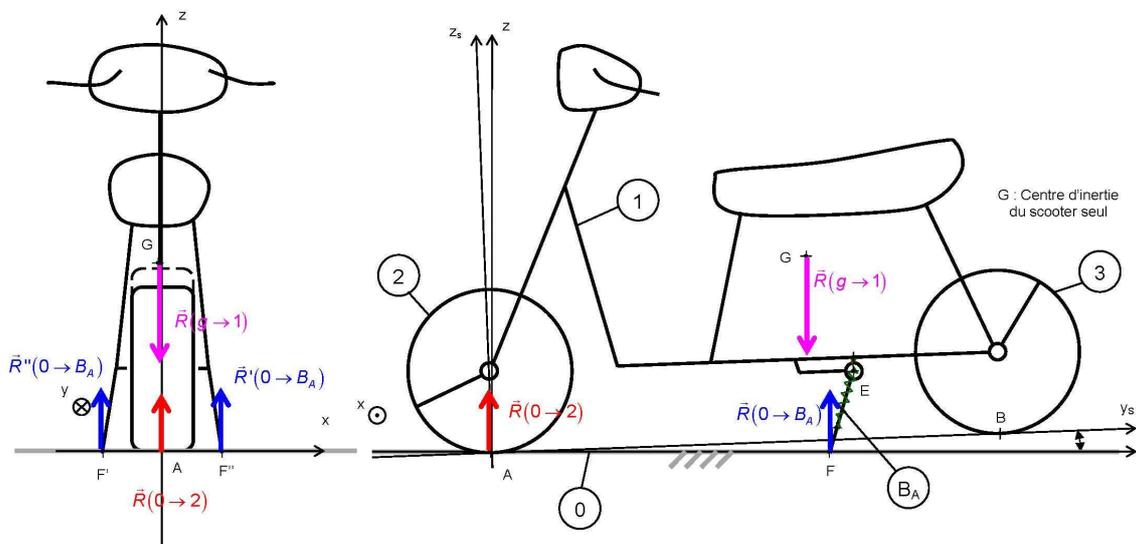
Immobilisation du scooter

II.4.6. Étude du système à béquille double arrière

Étude de la stabilité du scooter sur sa béquille arrière (voir document DR4)

Question 47 Qualité de l'équilibre

DR4 : Schéma du scooter immobilisé sur la béquille double arrière



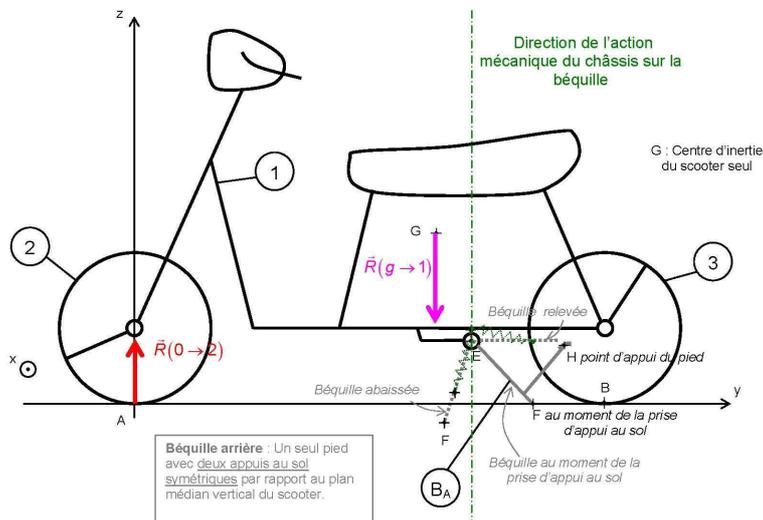
Risque de basculement dans le plan (\vec{x}, \vec{z}) : l'action mécanique de la pesanteur est centrée par rapport aux appuis en F' et F'' . L'écart suivant l'axe \vec{x} entre le point G et les points F est suffisamment grand pour assurer une bonne stabilité.

Risque de basculement dans le plan (\vec{y}, \vec{z}) : l'action mécanique de la pesanteur est éloignée du point d'appui A , donc pas de risque de basculement vers l'avant. Par contre, l'écart suivant l'axe \vec{y} entre le point G et les points F' et F'' est très faible et un basculement du scooter vers l'arrière peut facilement avoir lieu, sans grande conséquence puisque la roue arrière prend rapidement le relais de la roue avant en s'appuyant sur le sol au point B .

Analyse de l'immobilisation (voir documents DR5 et DR6)

Question 48 Représentation des actions mécaniques

Corrigé DR5 : Schéma de mise en situation de la béquille double arrière



Direction de l'action mécanique du sol sur la roue avant : Si on isole la roue, elle est soumise à 2 glisseurs en A et en O_2 , donc la direction de ces AM est AO_2 , soit ici la verticale.

Théorème de la résultante statique appliqué à l'ensemble (1+2+3) :

$$\underbrace{\vec{R}(g \rightarrow 1)}_{\text{vertical}} + \underbrace{\vec{R}(B_A \rightarrow 1)}_{?} + \underbrace{\vec{R}(0 \rightarrow 1)}_{\text{vertical}} = 0 \text{ donc } \underbrace{\vec{R}(B_A \rightarrow 1)}_{\text{vertical}}.$$

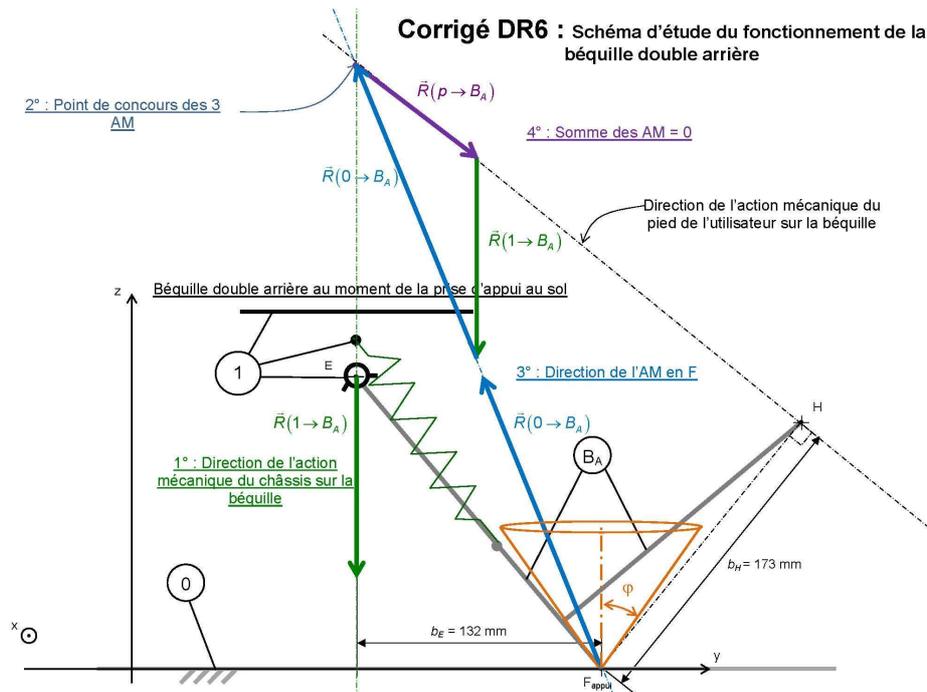
Question 49 Effort dans la liaison Châssis / Béquille arrière

Théorème du moment statique appliqué à l'ensemble (1+2+3), au point A, en projection sur \vec{X} :

$$-y_G \cdot M \cdot g + y_E \cdot \overline{R(B_A \rightarrow 1)} = 0, \text{ soit } \overline{R(B_A \rightarrow 1)} = \frac{y_G}{y_E} \cdot M \cdot g$$

Donc : $\vec{R}(B_A \rightarrow 1) = \frac{y_G}{y_E} \cdot M \cdot g \cdot \vec{z}$, avec $\left\| \vec{R}(B_A \rightarrow 1) \right\| = \frac{y_G}{y_E} \cdot M \cdot g = \frac{790}{885} \cdot 127 \cdot 9,81 = 1112 \text{ N}$

$\vec{R}(1 \rightarrow B_A) = -1112 \cdot \vec{z}$ soit environ 3,7 cm.



Question 50 Effort de manipulation de la béquille arrière

Voir construction sur le DR6.

On isole la béquille arrière (B_A) :

$$\text{BAM} : \left(H, \vec{R}(p \rightarrow B_A) \right), \left(E, \vec{R}(1 \rightarrow B_A) \right), \left(F, \vec{R}(0 \rightarrow B_A) \right) ;$$

Le solide est soumis à trois glisseurs coplanaires. On applique le Principe Fondamental de la Statique. Les trois AM sont concourantes, et la somme de leurs résultantes est nulle. Voir document réponse.

On trouve : $\left\| \vec{R}(p \rightarrow B_A) \right\| = 860 \text{ N}$.

Cet effort est assez important, il équivaut à environ 85 kg en charge à exercer.

Question 51 Vérification du non glissement de la béquille sur le sol

Voir représentation sur le document réponse DR6 : cône de frottement.

Condition d'adhérence : Il faut que l'action mécanique du sol sur la béquille se situe à l'intérieur du cône de frottement, ce qui est le cas. La béquille ne glissera donc pas sur le sol.

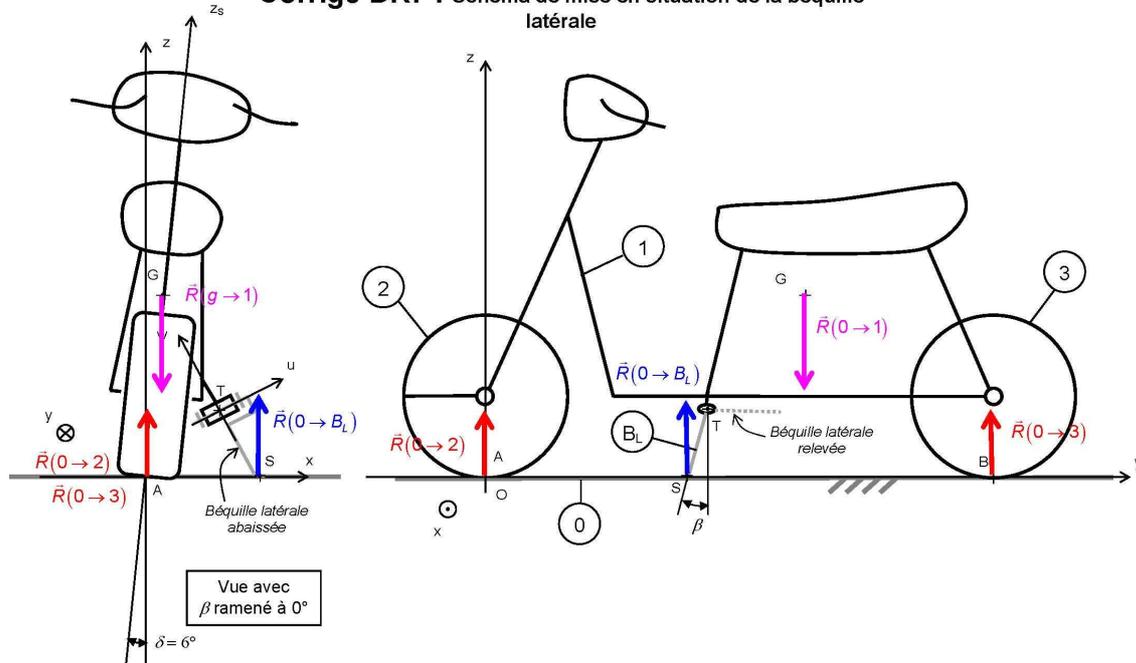
En cas de glissement, l'action mécanique se serait située sur le bord du cône.

II.4.7. Étude du système à béquille latérale

Étude de la stabilité du scooter sur sa béquille latérale (voir document DR7)

Question 52 Qualité de l'équilibre

Corrigé DR7 : Schéma de mise en situation de la béquille latérale



Risque de basculement dans le plan (\vec{x}, \vec{z}) : l'action mécanique de la pesanteur est suffisamment éloignée du point S sur l'axe \vec{y} pour qu'il n'y ait pas de risque de basculement de ce côté-ci. Par contre, les points d'appui A et B sont très proches de l'action mécanique de la pesanteur, il y aura donc rapidement risque de basculement du scooter de ce côté-là en cas de léger impact de déplacement dans le sens $-\vec{x}$.

II.4.8. Confrontation des deux systèmes d'immobilisation

Question 53 Choix du système d'immobilisation

Nous avons montré une bien meilleure stabilité avec la béquille double arrière (situation du centre de gravité par rapport aux points d'appui).

Mais par contre, sa mise en place nécessite un effort bien plus important (848 N contre 20 N pour la béquille latérale).

Le choix du système de posage dépendra donc des besoins de l'utilisateur :

- en cas d'immobilisation rapide et non risquée : la béquille latérale suffit ;
- en cas d'immobilisation prolongée et stable sans risque : la béquille arrière est nécessaire.

III. ÉVOLUTION

III.1 Mise en place d'une bulle

Question 54 Évolution du Cx

La bulle crée une surface plus aérodynamique, donc le Cx baisse.

Question 55 *Évolution du couple moteur due à la mise en place de la bulle*

Le couple résistant aérodynamique est donné par $C_{aero} = R \cdot F_{air}$, il est de $13,5 \text{ N}\cdot\text{m}$ sans bulle et de $10,1 \text{ N}\cdot\text{m}$ avec bulle à 45 km/h .

Le courant absorbé par le moteur diminue alors de $\frac{13,5 - 10,1}{0,56} \approx 6 \text{ A}$

Question 56 *Conclusion*

Le courant moteur diminue légèrement, ce qui augmente l'autonomie du scooter. La bulle augmente le confort de l'utilisateur et le protégeant au niveau du buste et du visage.

III.2 Modernisation de l'afficheur de vitesse et de kilométrage parcouru

Question 57 *Fréquence du signal*

$45 \text{ km/h} = 12,5 \text{ m/s}$

1 tour de roue = $1,25 \text{ m}$

On a donc 10 tours de roue par seconde, soit une fréquence de 360 Hz pour le signal du capteur étant donné qu'il y aura 36 fronts montants par tour.

Question 58 *Allure du signal en avant et en arrière*

En avant et en arrière, le signal est le même : créneaux de tension de fréquence 360 Hz soit une période de $T = 2,78 \text{ ms}$.

Ainsi, même en marche arrière, le compteur continuera de s'incrémenter sur chaque front montant et la fraude ne sera donc plus possible.

Rapport du jury de l'épreuve d'admissibilité d'APCTE

1. Présentation du sujet

Le support du sujet est un scooter électrique de catégorie cyclomoteur, commercialisé par la société EVT Technology. Il s'agit du premier scooter électrique à moteur-roue. Ce sujet est articulé autour de trois parties.

Première partie : Analyse générale du produit dans un contexte environnemental et comparaison avec une solution à moteur thermique.

Deuxième partie : Analyse des solutions techniques retenues pour le scooter EVT4000e (comparaison de la solution moteur-roue avec une transmission classique ; dimensionnement du moteur ; validation de l'autonomie ; vérification et limitation de la vitesse maximale ; conception du modulateur d'énergie selon un critère de faible coût ; dimensionnement du système de freinage ; rôle des deux béquilles d'immobilisation).

Troisième partie : Pré-étude des évolutions possibles du scooter (bulle de protection en plexiglas, acquisition numérique de la vitesse et du kilométrage parcouru).

2. Analyse globale des résultats

L'analyse générale du système et de son contexte a été abordée par la très grande majorité des candidats. On note une difficulté à extraire de façon synthétique les informations demandées et à en dégager une analyse utile.

L'identification des mécanismes est correcte, mais les notions de base de mécanique sont souvent mal maîtrisées (rapport de réduction, rendement, accélération, modélisation des actions mécaniques). Il est attendu plus de rigueur et d'approfondissement dans les analyses (les inventaires des actions mécaniques sont souvent incorrects). On constate de grandes difficultés pour exprimer correctement les quantités énergétiques en Joule puis en kWh. L'exploitation des documents techniques est souvent incorrecte ou incomplète. Les candidats manquent de recul vis-à-vis du contexte économique de production en grande série, utilisant des solutions techniques à coût réduit.

3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

En ce qui concerne l'étude fonctionnelle :

- sur le diagramme FAST du scooter électrique, la transposition thermique vers électrique est rarement complète, le choix d'un moteur roue a été rarement cité ;
- pour l'exploitation des documents concernant l'impact sur l'environnement, le jury constate le manque d'esprit de synthèse des candidats pour ces questions 2, 3 et 4. Ils se sont souvent contentés de recopier la documentation technique sur plusieurs pages manuscrites... au lieu d'en tirer les informations essentielles. Les ordres de grandeur sont mal maîtrisés.
- pour l'impact énergétique, le jury attendait un regard critique sur la source d'énergie première du scooter électrique (production renouvelable ou non, production de CO₂ ou d'autres rejets) ;
- les données sont fournies sur les caractéristiques des deux scooters, mais leur analyse n'est pas toujours faite. Le jury attendait en particulier une explication sur l'écart de couple ;
- pour le calcul du coût, les résultats manquent trop souvent de bon sens ;
- en conclusion, le jury attendait une mise en évidence du choix écologique.

Analyse des solutions techniques :

- pour l'étude de la transmission d'un scooter type Scoot'elec Peugeot, la plupart des candidats sait calculer le rapport de réduction d'un système poulie/courroie. En revanche, le jury constate que de nombreux candidats ne savent pas calculer le rapport de réduction de l'engrenage, ni le rapport de réduction global. La notion de rendement est souvent mal maîtrisée, elle n'est pas associée au rapport des puissances. La comparaison entre les deux scooters est globalement bien traitée, bien que quelques candidats associent le rendement au rapport de réduction des vitesses ;
- pour la validation du dimensionnement du moteur, trop de candidats ne savent pas calculer une simple accélération, et n'en connaissent pas l'unité. Ils ne savent pas démontrer les résultats rigoureusement. Les isolements proposés sont corrects, mais l'inventaire des actions mécaniques ne l'est pas la plupart du temps. Le calcul du couple est généralement convenablement traité. Cependant, beaucoup d'erreurs de signe dans les actions mécaniques sont à noter, ainsi que la considération du couple moteur comme une action mécanique extérieure au scooter. De nombreux candidats concluent sans avoir calculé le couple moteur, ce qui n'a pas de sens. La vérification du non patinage a été très peu abordée, mais correctement menée si elle l'était ;
- pour l'alimentation électrique et l'autonomie pour un cycle donné, le jury remarque de grandes difficultés avec les calculs d'énergie, une confusion fréquente entre énergie et puissance, et une méconnaissance des unités énergétiques (J et kWh). Les documents techniques de la batterie sont utilisés maladroitement, conduisant à des résultats erronés pour le calcul de l'autonomie électrique ;
- pour la modulation de la vitesse et conception du modulateur, il est souvent constaté des difficultés pour passer de fréquence de rotation à vitesse linéaire. La partie (Q28 et Q29) nécessitait une qualité graphique convenable et le respect de la consigne avec un rapport cyclique de 0,75. Il existe de fréquentes difficultés à représenter le graphe $U_{MO} = f(\alpha)$ à partir d'une relation pourtant juste. Pour les questions Q30 à Q33 relatives à la conception du modulateur, on remarque une difficulté à comprendre que le bas coût est obtenu par la mise en parallèle de composants simples, de grande diffusion et peu chers. Il existe une confusion fréquente entre montage série et parallèle pour augmenter la capacité en courant. La lecture des notices a posé un handicap supplémentaire. La réponse qui tenait uniquement à la traduction de « low package cost of the TO-220 » a posé problème à la majorité des candidats. Pour la question 35, on constate essentiellement une erreur sur le brochage des composants, qui étaient en vue de dessus, lorsque la question a été traitée. On ne demandait que les liaisons de puissances, la borne G (grille) de l'IGBT ne devait pas être reliée. Pour les questions 37 à 41, le modèle thermique avec son analogie électrique, pourtant fournie, n'a pas toujours été bien exploité ;
- pour la décélération et le freinage, beaucoup de candidats ne connaissent pas correctement la relation entre effort, pression et surface. On constate la méconnaissance de l'expression de l'aire d'un disque et de la méthode pour calculer un rayon moyen ;
- pour l'immobilisation du scooter avec les deux types de béquilles, la représentation des actions mécaniques est souvent erronée en ce qui concerne les directions des actions du sol sur la béquille. La vérification du non glissement a été peu abordée.

Évolution :

- la mise en place de la bulle, bien que peu abordée, a été correctement traitée ;
- pour la modernisation de l'afficheur, la fréquence en Hz est une notion qui n'est pas bien maîtrisée en général. Les réponses ont parfois manqué de logique.

4. Conclusions

Les candidats doivent s'entraîner à dégager de manière synthétique des informations à partir de documents scientifiques et techniques.

Un futur enseignant de technologie doit pouvoir aborder la description des systèmes dans leur globalité. Le jury constate souvent, comme dans ce sujet, qu'une étude énergétique s'appuie sur des relations mécaniques, électriques et thermiques d'un niveau abordable.

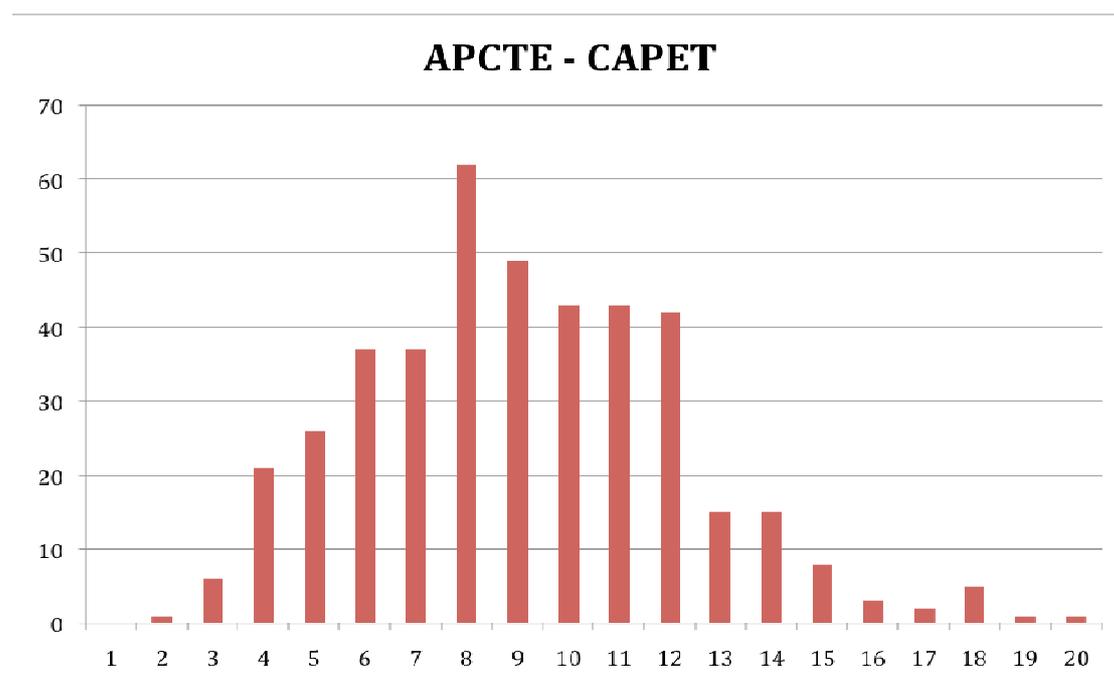
Il est nécessaire de mieux connaître les unités des différentes grandeurs usuelles (énergie, puissance, vitesse,...) et les relations qui les lient.

De façon plus générale, le développement d'un raisonnement doit être mené de façon lisible et explicite. Les explications littérales doivent respecter les règles de grammaire, l'orthographe doit être vérifiée. L'ordre des questions du sujet ne correspond pas nécessairement à une difficulté croissante, il faut donc savoir tirer partie au mieux de ses compétences dans la durée de l'épreuve.

5. Résultats

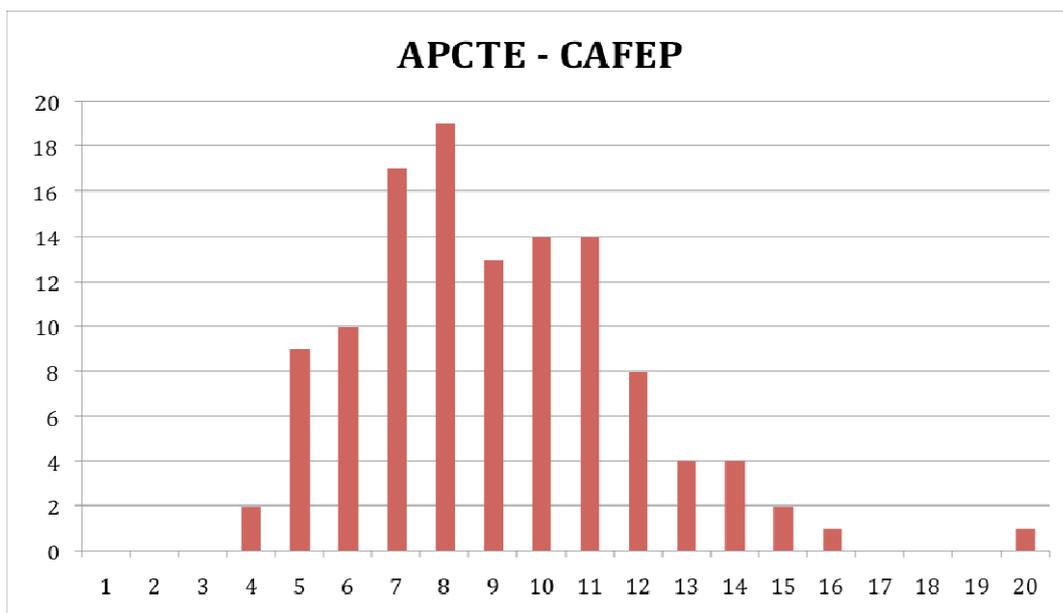
417 candidats ont composé pour cette épreuve du CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 8,61 avec :

- 19,95 comme meilleure note ;
- 2,24 comme note la plus basse.



118 candidats ont composé pour cette épreuve du CAFEP, la moyenne des notes obtenues est de 8,54 avec :

- 19,95 comme meilleure note ;
- 3,28 comme note la plus basse.



Rapport du jury de l'épreuve d'admission de Technologie

1. Présentation de l'épreuve

L'épreuve prend appui sur un dossier technique présentant un système technique dans le but d'évaluer les connaissances technologiques du candidat, son aptitude à analyser et justifier l'organisation fonctionnelle d'un objet technique, ses solutions constructives. Le candidat doit être en mesure de proposer des pistes d'exploitation pédagogique à partir de ce support.

Cette épreuve nécessite, pour le candidat, d'être capable de conduire une analyse critique des solutions technologiques retenues dans les domaines du génie mécanique, génie électrique, génie électronique, génie civil.

Le questionnement proposé vérifie la capacité du candidat à :

- analyser et commenter globalement la conception d'un système technique ;
- expliciter les solutions mises en œuvre et proposer éventuellement des solutions alternatives ;
- expliciter d'une manière approfondie une solution retenue ;
- proposer des pistes d'exploitation pédagogiques dans le cadre de l'enseignement de la technologie - identification des données, des documents ressources exploitables, identification des connaissances et capacités visées, description des activités des élèves pour apprendre, identification de supports pédagogiques, ...

Les thèmes retenus en 2010 sont :

- une voiture radiocommandée ;
- un afficheur solaire autonome ;
- un système de motorisation de volets battants.

Conditions : les candidats disposent en salle de préparation d'un dossier technique, ainsi que d'un sujet avec un questionnement précis. Ils peuvent établir des transparents pour leur exposé. Ils disposent en salle d'exposé-entretien d'un rétroprojecteur et d'un vidéoprojecteur associé à un ordinateur avec lesquels ils peuvent projeter les documents du dossier technique et ceux des programmes de technologie au collège.

2- Analyse globale des résultats et commentaires associés

Durant la session 2010, les candidats ont cherché à s'appropriier globalement l'objet technique, son cahier des charges, ses grands principes de fonctionnement, ses solutions technologiques.

Toutefois le jury a regretté une maîtrise très inégale, voire très insuffisante, des connaissances technologiques des candidats quant à l'approfondissement de certaines solutions technologiques. Il a déploré dans certains cas, une préparation très superficielle, une recherche insuffisante des informations et données techniques ainsi qu'un décodage approximatif des modèles et des représentations fournis dans le dossier.

Le jury a constaté que les programmes de technologie au collège sont connus. En revanche, le jury regrette des propositions pédagogiques très superficielles sans créativité, ni originalité, ni prise en compte du contexte de l'enseignement en collège.

Une étude des possibilités d'utilisation les plus pertinentes des objets techniques était attendue dans le domaine pédagogique. Il était demandé au candidat d'arrêter un choix justifié de capacités et connaissances à atteindre, procurant l'occasion de situations déclenchantes et mobilisant des démarches réflexives et actives possibles de la part des élèves. Le candidat devait identifier les ressources, les extraits du dossier qui permettaient de mener des activités avec des élèves. Il était demandé au candidat de proposer des supports pédagogiques pour conduire ses activités.

D'une manière générale, le jury attendait d'un candidat souhaitant devenir professeur de technologie, qu'il s'approprie véritablement le dossier technique, qu'il lise attentivement le questionnement, traite effectivement et rigoureusement les questions posées et montre ses aptitudes à la réflexion et à la réactivité durant l'entretien.

Les membres de jury ont particulièrement apprécié les exposés qui mettaient en évidence une structure claire dans le développement des réponses aux questions à traiter, une démarche d'analyse technique et une argumentation précise en exploitant pleinement les documents du dossier.

Les membres de jury ont particulièrement apprécié leur aptitude à l'explicitation technique s'appuyant sur des croquis ou figures simples, dessinés au tableau ou sur les transparents, permettant une présentation des différentes chaînes (information, énergie, etc.) présentes sur l'objet technique.

Les membres de jury ont particulièrement apprécié les candidats qui ne se contentaient pas au travers leurs exposés, d'une relecture du dossier devant le jury. La mise en évidence de sa capacité de synthèse à l'aide de présentations adaptées (tableau, diagramme, schéma, etc.) a été appréciée.

L'entretien avec le jury : les membres de jury ont apprécié lorsque les candidats faisaient preuve d'écoute et de capacités à communiquer et à entrer dans une démarche interactive d'analyse proposée par le jury, afin d'approfondir les solutions techniques, leur justification et leur pertinence sur le produit ou le système technique. Cette épreuve relevant d'un premier entretien professionnel de début de carrière, les membres de jury ont été vigilants quant aux candidats qui ont su adopter la posture, la tenue vestimentaire appropriée.

La prestation orale : les membres de jury ont apprécié lorsque le candidat, dans le cadre de cette épreuve orale, démontrait ses qualités de communication - maîtrise de l'expression écrite et orale, bon usage des outils de représentation (schématisation, modélisation, connaissance des normes, éléments de cotation, croquis en perspective notamment) - et sa faculté d'écoute.

L'exploitation pédagogique : les membres de jury ont apprécié lorsque les candidats démontraient globalement leur connaissance :

- des contenus des programmes d'enseignement de la technologie, notamment les principes fondamentaux explicités dans l'introduction commune des disciplines scientifiques et technologiques ;
- des domaines d'application et les approches ;
- des conditions d'enseignement de la technologie au collège ;
- de la problématisation d'une séquence.

Cette partie devait permettre aux candidats de proposer des développements sommaires d'exploitations pédagogiques réalistes et s'appuyant avec cohérence sur le support technique du dossier. L'originalité et l'imagination pédagogiques ont été également appréciées.

3. Conclusion

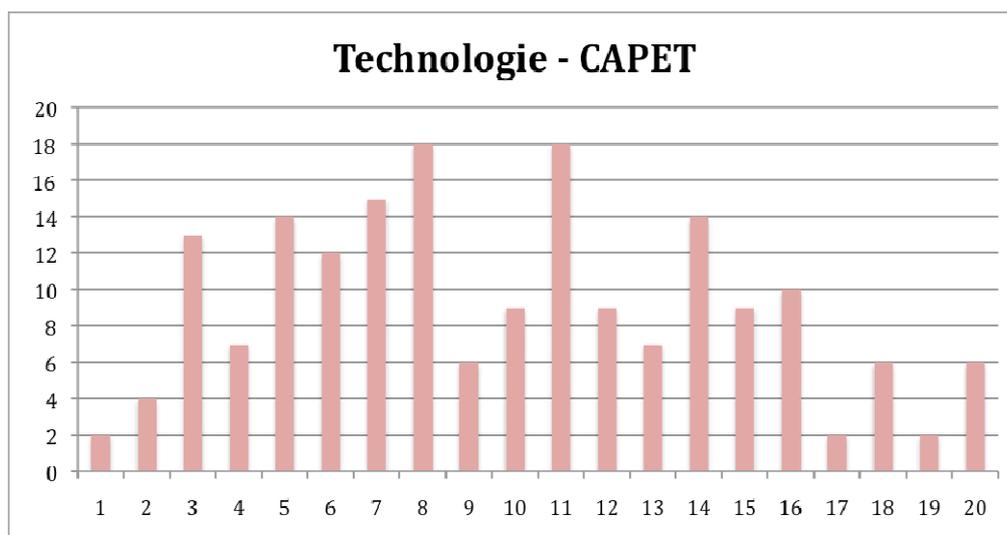
Cette épreuve de technologie devait permettre aux candidats d'exprimer toute leur curiosité et leur rapidité pour s'approprier un système technique. Ils devaient s'engager avec rigueur dans des démarches d'analyse pour élucider les solutions technologiques du support qu'ils avaient à étudier. Ils ont été appréciés sur la qualité de leur restitution, sur le fond et sur la forme.

Enfin, ils ont été également évalués sur leur aptitude à inscrire leur réflexion dans la perspective pédagogique et didactique de leur futur métier de professeur de technologie.

4. Résultats

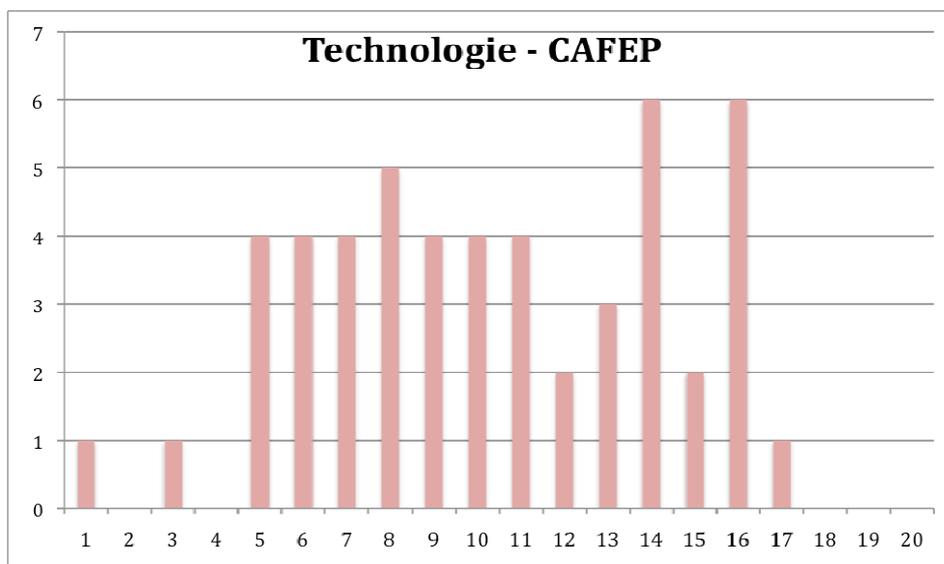
183 candidats ont composé pour cette épreuve du CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 9,84 avec :

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



51 candidats ont composé pour cette épreuve du CAFEP, la moyenne des notes obtenues est de 10,31 avec :

- 17 comme meilleure note ;
- 1 comme note la plus basse.



Exemple de sujet de l'épreuve d'admission de Travaux Pratiques

SUPPORT : CHARIOT DE GOLF



CHARIOT DE GOLF ELECTROLEM 120C

Cette épreuve n'est pas une épreuve écrite, il n'est donc pas demandé de rédiger un compte-rendu. Toutefois, il est demandé d'élaborer avec soin les dessins, les schémas, les graphes et les documents décrivant les méthodes utilisées qui vous serviront comme illustrations lors de vos prestations orales.

Pour préparer les réponses aux questions posées, il faut utiliser les feuilles remises comme brouillon en début d'épreuve. A la fin de l'épreuve le matériel sera rangé sur les tables mais l'ordinateur restera allumé.

SOMMAIRE

1. Description du support et du sujet de travaux pratiques

- 1.1. Contexte
- 1.2. Description du chariot de golf Electrolem 120
- 1.3. Descriptif de l'étude

2. Analyse fonctionnelle – Mise en service

- 2.1. Analyse fonctionnelle
- 2.2. Mise en service
- 2.3. Synthèse

3. Justification des solutions technologiques permettant d'adapter la vitesse du chariot à celle du joueur, vérification des performances

- 3.1. Énoncé du problème
- 3.2. Modélisation cinématique
- 3.3. Mesure de l'effort de traction
- 3.4. Justification de la présence du réducteur roue et vis sans fin et validation du moteur pour un point de fonctionnement
- 3.5. Principe de variation de la vitesse
- 3.6. Calcul de l'autonomie
- 3.7. Proposition d'amélioration possible du système

4. Justification des solutions technologiques permettant le déplacement du chariot lors des virages, vérification des performances

- 4.1. Énoncé du problème
- 4.2. Validation des roues libres
- 4.3. Détermination du rayon de braquage
- 4.4. Réponse au problème et amélioration possible

5. Justification des solutions technologiques permettant d'assurer la protection des éléments constitutifs de la chaîne d'énergie en cas de blocage des roues

- 5.1. Énoncé du problème
- 5.2. Mesures et interprétation
- 5.3. Réponse au problème

6. Justification des solutions technologiques permettant d'assurer un déplacement en marche arrière, vérification des performances

- 6.1. Énoncé du problème
- 6.2. Réversibilité du système roue et vis sans fin
- 6.3. Mesure de l'effort de traction

6.4. Réponse au problème

1. Description du support et du sujet de travaux pratiques

1.1. Contexte

Le terrain de golf est constitué d'un parcours comprenant de 9 à 18 trous, que le golfeur doit parcourir successivement. La distance totale effectuée pour 18 trous est d'environ 8 km et le temps de jeu d'environ 4 h.

Ce parcours peut être plus ou moins accidenté selon le profil du terrain : il comporte des pentes plus ou moins abruptes, une zone roulante appelée « fairway » où l'herbe est tondue courte et une zone d'herbe plus haute appelée « rough ». Selon la saison, le sol est sec ou boueux.



Figure 1 : parcours de golf



Figure 2 : matériel de golf

L'ensemble des clubs nécessaires (maximum de 14) ainsi que le sac permettant de les ranger représente un poids d'environ 20 kg.

Afin de permettre au joueur d'économiser le maximum d'énergie, le transport du matériel est assuré par un chariot à propulsion manuelle ou électrique.

Suite à une étude de marché européen, un potentiel de vente de 6000 chariots par an est assuré en respectant un prix de vente très concurrentiel.

1.2. Description du chariot de golf Electrolem 120

Fonctions de service : voir annexe 1

Celui-ci permet de transporter sans effort sur 2 parcours de golf vallonnés de 18 trous (**environ 16 km**), secs ou boueux, un sac de golf de 20 kg.

Le chariot de golf est un véhicule avec énergie embarquée. L'alimentation en énergie est assurée par une batterie d'accumulateurs 12 V et 24 Ah..

La motorisation est constituée d'un motoréducteur à roue et vis sans fin transmettant le mouvement aux roues. Pour effectuer les virages, les roues comportent des roues libres.

Le châssis repliable comporte un berceau permettant de recevoir le sac de golf immobilisé par des lanières.

Le fonctionnement est géré par une **carte de commande** située dans la poignée et une **carte puissance** située dans un boîtier sous la batterie.

Le bouton poussoir **D**, logé dans la poignée permet la mise en marche et l'arrêt du système.

Le potentiomètre A permet de faire varier la vitesse du chariot.

Au démarrage, la vitesse augmente **progressivement** jusqu'à atteindre la vitesse de consigne déterminée par la position du potentiomètre.

Ce départ en « douceur » géré par un microcontrôleur situé dans la poignée de commande, permet une meilleure synchronisation avec le déplacement de l'utilisateur.

Il est toujours possible, en cours d'utilisation, d'augmenter ou de réduire la vitesse du chariot (voire de maintenir constante la vitesse du chariot en cas de passage abrupt).

La charge de la batterie est contrôlée à chaque démarrage du chariot. L'utilisateur est averti du taux de décharge par des bips successifs de courtes durées et des LED témoins (**B et C**).

Lorsque la tension de la batterie atteint une valeur trop faible ou que la température du circuit de l'électronique de puissance s'élève, le chariot s'arrête et 4 bips avertissent l'utilisateur.

1.3. Descriptif de l'étude

Une **1^e partie** porte sur l'analyse fonctionnelle du système.

L'objectif est de mieux appréhender le fonctionnement du chariot de golf et les différents éléments fonctionnels qui le composent.

A l'issue de cette partie, vous présenterez au jury le chariot de golf en indiquant le besoin auquel il répond, en effectuant sa mise en service et en décrivant succinctement ses éléments constitutifs.

La suite de l'étude est divisée en **4 parties** qui ont pour objectifs de répondre aux problématiques suivantes :

- Quelles sont les solutions technologiques mises en œuvre afin **d'adapter la vitesse du chariot à celle du joueur ?**
- Quelles sont les solutions technologiques mises en œuvre afin **de permettre le déplacement du chariot lors des virages ?**
- Quelles sont les solutions technologiques mises en œuvre afin **d'assurer la protection des éléments constitutifs de la chaîne d'énergie en cas de blocage mécanique des roues ?**
- Quelles sont les solutions technologiques mises en œuvre afin d'assurer **un déplacement en marche arrière ?**

À l'issue de chaque partie, vous répondrez à la problématique posée et vous proposerez, afin de répondre au mieux à certaines d'entre elles, des améliorations au système.

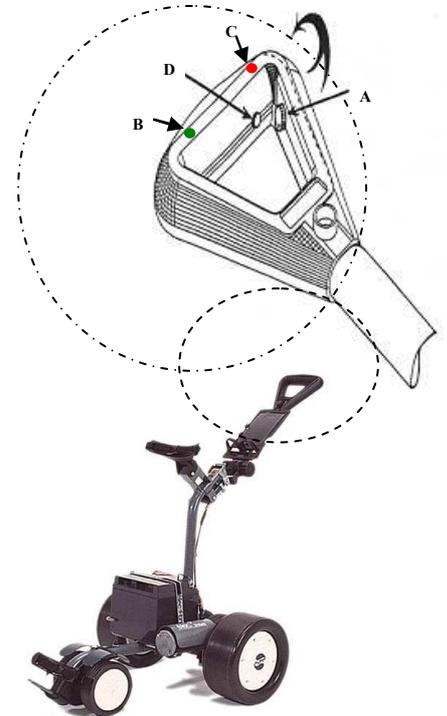


Figure 3 : chariot de golf Electrolem 120



Figure 4 : chariot de golf Electrolem 120

2. Analyse fonctionnelle du système – Mise en service

Dans cette partie de découverte du support d'étude, les manipulations proposées ainsi que les questions posées au candidat ont pour objectif de faciliter la compréhension du fonctionnement global du système. Il n'est pas demandé de répondre strictement aux questions dans l'ordre proposé ci-après et il ne faut pas hésiter à faire appel à un examinateur en cas de problème (lors de l'utilisation du système, en cas d'incompréhension des questions posées ou lors des manipulations proposées, ...). Il est conseillé de ne pas consacrer plus d'une heure à cette phase d'appropriation qui va se terminer par un premier échange avec l'examinateur. Il est recommandé au candidat d'une part de signaler à l'examinateur que cette phase d'appropriation est achevée et d'autre part de passer à la suite du questionnement sans attendre.

2.1. Analyse fonctionnelle

Question 1

À l'aide du système, de la présentation multimédia du chariot de golf ainsi que du texte précédent et de l'annexe 1, présenter le système étudié aux examinateurs.

Désigner les éléments constitutifs du système permettant de réaliser les fonctions décrites dans la chaîne d'énergie puis dans la chaîne d'information représentées ci-dessous :

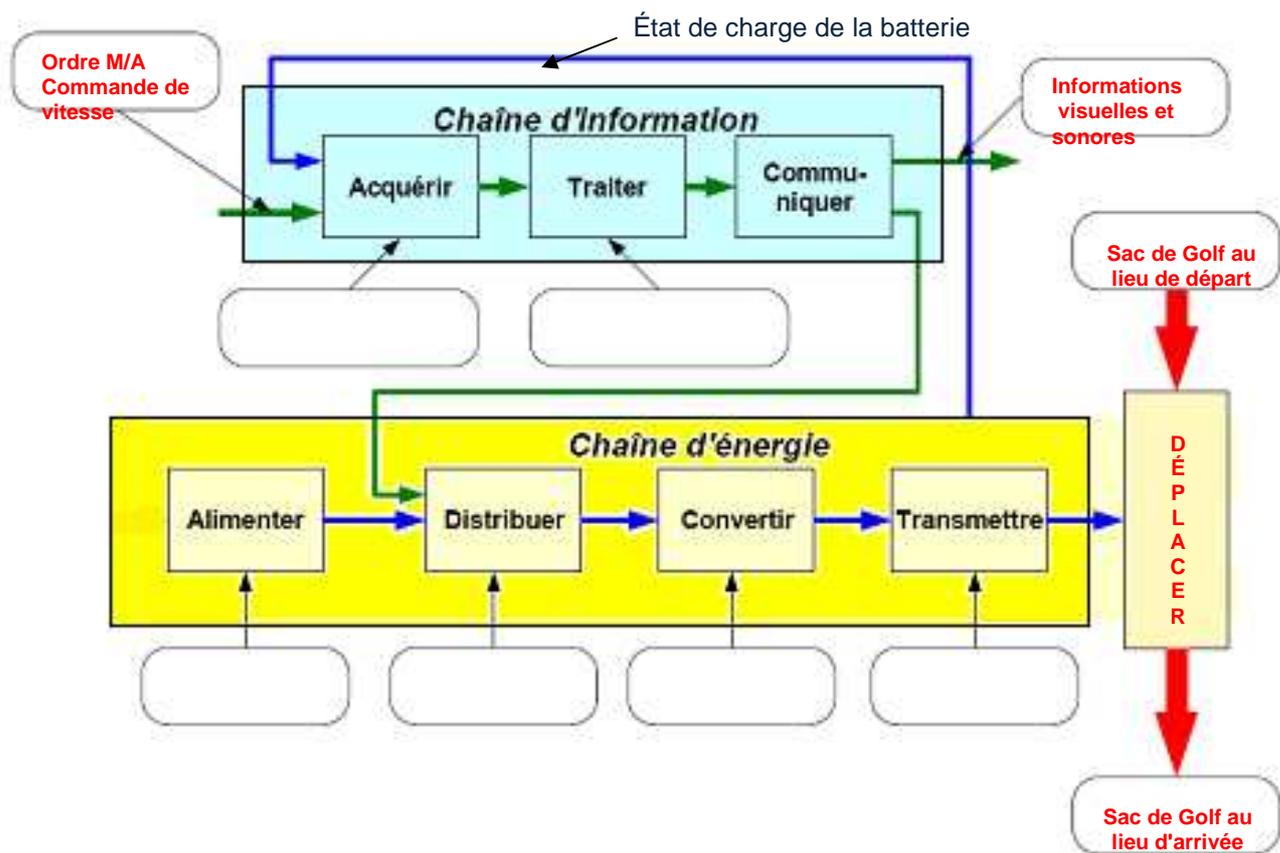


Figure 5 : chaîne d'information et chaîne d'énergie

2.2. Mise en service

Question 2

À l'aide de l'annexe 1, mettre en service le chariot de golf (déplier celui-ci, brancher la batterie etc.) puis tester son bon fonctionnement.

2.3. Synthèse

Question 3

Faire une démonstration du fonctionnement du chariot aux examinateurs, en répondant aux questions suivantes :

- le chariot est-il transportable dans le coffre d'une voiture ?
- le chariot est-il adapté pour un droitier ou un gaucher, comment ?
- pourquoi le chariot se déplace-t-il seul en ligne droite ?
- quelle solution a été mise en œuvre afin d'éviter une inversion de polarité lors du branchement de la batterie ?
- comment l'utilisateur est-il informé de l'état de charge de la batterie ?
- comment doit agir l'utilisateur afin de faire varier la vitesse du chariot ?

3. Justification des solutions technologiques permettant d'adapter la vitesse du chariot à celle du joueur, vérification des performances

3.1. Énoncé du problème

Cette partie de l'étude a pour objectif de justifier les solutions technologiques permettant d'adapter la vitesse du chariot à celle du joueur conformément à l'extrait du cahier des charges ci-dessous :

FP2 : Monter temporairement le sac sur le chariot.			
Fonction	Critères	Niveau	Flexibilité
Positionner le sac.	Précision	± 30 mm	1
Fixer le sac.	La périodicité	Nombre de montages pour la durée de vie du chariot.	1
Supporter le sac.	Masse	20 kg	1
FP3 : Assurer un grand confort d'utilisation.			
Fonction	Critères	Niveau	Flexibilité
Avancer le chariot.	La vitesse	V maxi = 8 km.h⁻¹	1
Orienter le chariot.	Angle de braquage	360° sur place possible	0
Adapter le chariot à l'utilisateur.	La conduite	Aisée	0
Adapter le chariot au terrain.	Relief du terrain (herbe, trous, pierres, branches...)	Petits obstacles	1
Assurer une autonomie suffisante.	Distance	15 km minimum	0
Permettre une marche arrière manuelle.	La facilité	Effort de traction < 100 N	1

3.2. Modélisation cinématique

Question 4

On suppose que les deux roues motrices sont entraînées à la même vitesse. On note I le point de contact de la roue gauche avec le sol, R_{roue} le rayon de la roue et $\vec{\Omega}_{\text{roue g / chariot}}$ la vitesse de rotation de la roue gauche par rapport au chariot. On suppose qu'il y a roulement sans glissement entre chaque roue et le sol.

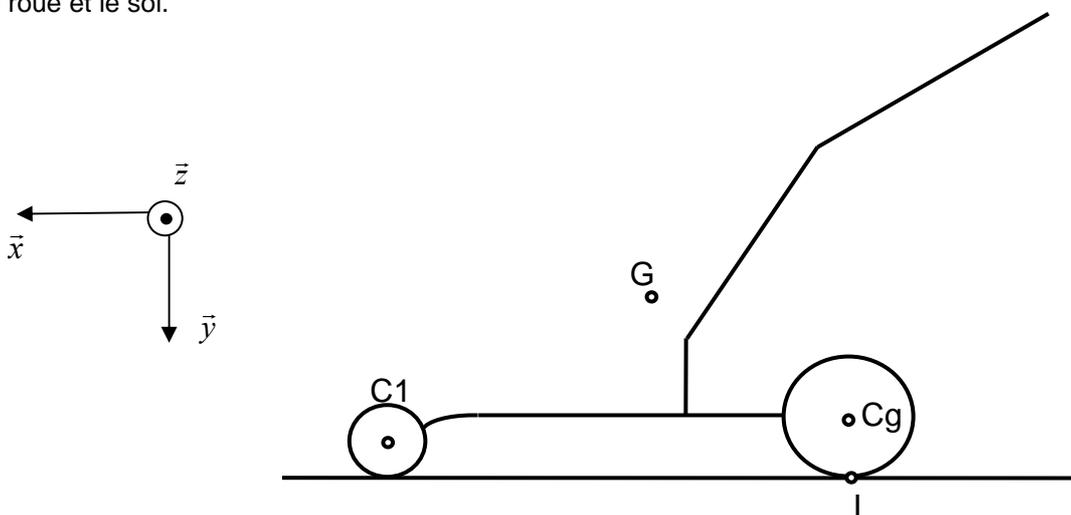


Figure 6 : modélisation cinématique

Exprimer $\vec{V}_{Cg \in \text{roue g / sol}}$ en fonction de $\vec{V}_{I \in \text{roue g / sol}}$, R_{roue} et $\vec{\Omega}_{\text{roue g / chariot}}$ puis dans le cas du roulement sans glissement, déterminer la valeur de $\|\vec{V}_{G \in \text{chariot / sol}}\|$ pour $\omega_{\text{roue g / chariot}}$ maxi.

Question 5

Le chariot étant sur le banc d'essai avec une charge de 20 kg (conditions simulant un sac de golf plein avec un déplacement du chariot sur terrain plat et non boueux), effectuer les mesurages nécessaires afin de valider la plage de vitesse du chariot indiquée dans le cahier des charges, **conclure**.

3.3. Mesure de l'effort de traction

Question 6

Débrancher la batterie, demander aux examinateurs de mettre le chariot sur le sol.
Proposer une méthode permettant de déterminer l'effort de traction nécessaire afin de déplacer le chariot en charge à vitesse constante (faire valider la méthode par les examinateurs).

On considère pour la suite que l'effort de traction varie peu avec la vitesse.

Demander au jury de remettre le chariot sur le banc d'essai.

Question 7

Pour la force de traction mesurée à la question précédente et pour une vitesse de déplacement du chariot maximale, déterminer quelles devraient être les caractéristiques mécaniques de la machine électrique de traction (puissance mécanique utile, couple utile, vitesse de rotation) qui permettrait d'entraîner directement les roues du chariot.

3.4. Justification de la présence du réducteur roue et vis sans fin et validation du moteur pour un point de fonctionnement

Question 8

À l'aide des documents et du matériel mis à disposition du candidat, déterminer le nombre de filets de la vis noté Z_{vis} et le nombre de dents de la roue noté Z_{roue} .

En déduire la vitesse de rotation du moteur correspondant à la vitesse de déplacement maximale du chariot.

Question 9

Consigner le système.

La constante de couple de la machine à courant continu utilisée étant de $0,026 \text{ N.m.A}^{-1}$.

Proposer un protocole de mesurage afin d'évaluer le couple développé par la machine à courant continu pour une vitesse de déplacement maximale du chariot.

Effectuer la mesure puis **conclure**, à l'aide des questions précédentes, en indiquant comment est effectuée l'adaptation en couple et en vitesse afin que la machine à courant continu utilisée permette d'entraîner le chariot.

3.5. Principe de variation de la vitesse

Sens de rotation de la machine à courant continu :

Question 10

À l'aide des documents et du matériel mis à disposition du candidat, déterminer le sens de l'hélice de la vis et de la roue puis déterminer le sens de rotation du moteur pour que le chariot avance.

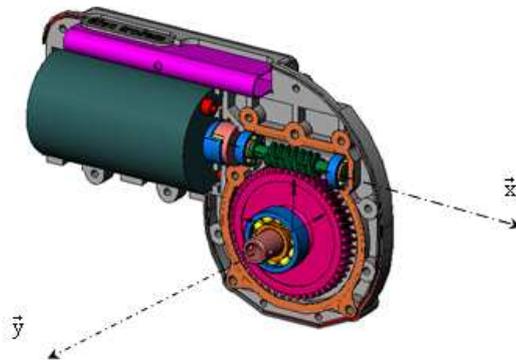


Figure 7 : système roue et vis sans fin

Type de convertisseur et commande des transistors MOS :

Question 11

Le principe de variation de vitesse du moteur de traction du chariot et le schéma de commande de celui-ci est donné annexe 2.

Effectuer le câblage, conformément à la figure ci contre, afin de visualiser à l'aide d'un oscilloscope la tension de commande $U_c(t)$ des transistors MOS du hacheur.

Faire vérifier par l'examineur puis effectuer le mesurage pour un rapport cyclique de 0,4.

Indiquer sur le relevé les intervalles de temps correspondant à la commande de l'état passant puis de l'état bloqué des transistors MOS.

(Voir documentation sur l'annexe 8).

Mesurer, décrire puis justifier les évolutions de la tension de commande $U_c(t)$ lorsque l'utilisateur demande à l'aide du potentiomètre une forte accélération de la vitesse du chariot de golf.

Même question pour une forte décélération.

Question 12

Conclure :

- **Justifier**, au vu du cahier des charges, le type de convertisseur utilisé.
- Indiquer l'utilité du circuit spécialisé TC428 (voir annexe 9).
- Indiquer la protection mise en œuvre lorsque l'utilisateur demande à l'aide du potentiomètre des brusques variations de la vitesse.

Consigner le système.

Question 13

Proposer un schéma afin de mesurer :

- la vitesse du chariot en km.h^{-1} (notée V) (voir annexe 4) ;
- le rapport cyclique (noté α) de la tension appliquée à l'induit de la machine à courant continu $U_m(t)$;
- la valeur moyenne de la tension aux bornes du moteur (notée $\langle U_m(t) \rangle$).

Préciser sur votre schéma les appareils de mesure utilisés, les calibres puis faire vérifier par l'examineur.

Mettre en place les appareils de mesure puis faire vérifier par l'examineur.

Question 14

Effectuer les relevés permettant de mettre en évidence tracer :
 $\langle U_m(t) \rangle = f(\alpha)$, $V = f(\langle U_m(t) \rangle)$

Nota : Pour le rapport cyclique, faire l'approximation d'une tension $U_m(t)$ rectangulaire.

Faire varier $\langle U_m \rangle$ de 0 à $\langle U_m \rangle_{\max}$, prendre 5 points de mesure convenablement répartis.

Question 15

Saisir vos mesures à l'aide d'un tableur  puis utiliser les fonctionnalités de celui-ci afin d'obtenir le tracé des courbes désirées.

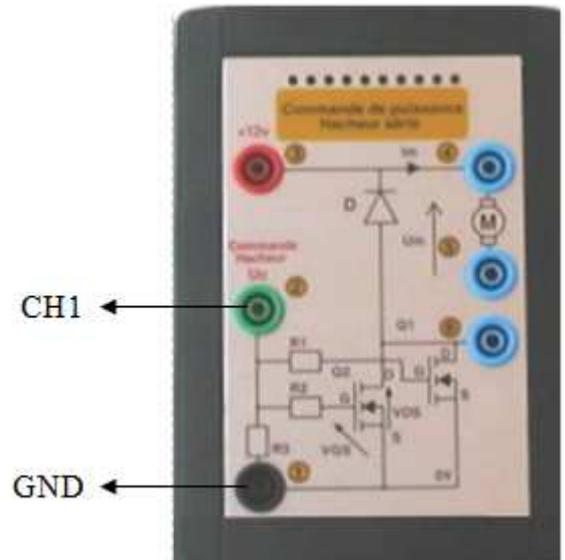


Figure 8 : mesure de $U_c(t)$

Question 16

Conclure : en argumentant à l'aide de vos résultats, indiquer à l'examineur quelles **sont les solutions technologiques permettant d'adapter la vitesse du chariot à celle du joueur.**

Que doit faire l'utilisateur, en fonction de l'état du terrain (en pente, boueux, ...), afin que la vitesse du chariot de golf s'adapte à sa vitesse de déplacement ?

3.6. Détermination de l'autonomie

Question 17

Mesurer le courant moyen absorbé par la machine à courant continu pour une vitesse de déplacement du chariot d'environ de 5 km.h^{-1} .

Évaluer à l'aide de vos relevés et des informations données à l'annexe 3 l'autonomie en km. **Conclure** par rapport au cahier des charges.

4. Justification des solutions technologiques permettant le déplacement du chariot lors des virages, vérification des performances

4.1. Énoncé du problème

Cette partie de l'étude a pour objectif de justifier les solutions technologiques permettant le déplacement du chariot lors des virages conformément à l'extrait du cahier des charges ci-dessous :

FP3 : Assurer un grand confort d'utilisation.				
	Fonction	Critères	Niveau	Flexibilité
FP31	Avancer le chariot.	La vitesse	$V_{\text{mini}} = 1 \text{ km.h}^{-1}$ $V_{\text{maxi}} = 8 \text{ km.h}^{-1}$	1
FP32	Orienter le chariot.	Angle de braquage	360° sur place possible	0
FP33	Adapter le chariot à l'utilisateur.	La conduite	Aisée	0
FP34	Adapter le chariot au terrain.	Relief du terrain (herbe, trous, pierres, branches...)	Petits obstacles	1
FP35	Assurer une autonomie suffisante.	Distance	15 km minimum	0
FP36	Permettre une marche arrière manuelle.	La facilité	Effort de traction < 100 N	1

Rappels : Les roues libres sont des accouplements unidirectionnels permettant de transmettre uniquement des couples dans une seule direction.

Le principe de fonctionnement est généralement basé sur le coincement d'éléments roulants (billes, rouleaux) ou galets et cames. Elles n'assurent pas le guidage en rotation.

4.2. Validation des roues libres

Question 18

Deux roues libres sont utilisées sur un chariot.

Déterminer les dimensions de la roue libre nécessaires à son identification et valider le choix des roues libres utilisées du point de vue cinématique.

4.3. Détermination du rayon de braquage

Question 19

Comparer les vitesses de rotation de l'axe de transmission et des roues droite et gauche lors d'un virage à droite et à gauche.

Sur la vue de dessus proposée ci-après, on suppose la roue gauche à l'arrêt. Si on suppose que la vitesse du centre de la roue est toujours perpendiculaire à l'axe de rotation de celle-ci, représenter le vecteur vitesse de la roue droite en $C_d : \vec{V}_{C_d \in \text{roue/sol}}$.

Tracer la trajectoire de $C_d \text{ roue/sol}$. Faire la mesure sur le chariot et donner la valeur numérique du rayon de braquage du chariot.

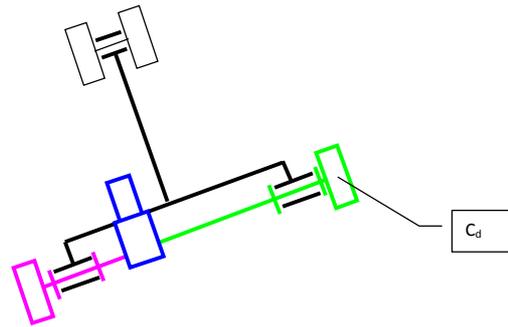


Figure 9 : chariot en vue de dessus

4.4. Réponse au problème et amélioration possible

Question 21

Comment le joueur doit-il agir pour prendre un virage ? Le cahier des charges est-il respecté ? Lors de la réception du chariot, celui-ci est démonté, le montage d'une roue à droite ou à gauche du chariot a-t-il une importance ? Que se passe-t-il si le chariot est livré à lui-même dans une forte pente ? Proposer au moins une solution pour ralentir le chariot lors de forte descente. Pourquoi est-il inutile de réduire progressivement la tension d'alimentation du moteur lorsque le joueur commande une brusque décélération du chariot à l'aide du potentiomètre de commande ?

5. Justification des solutions technologiques permettant d'assurer la protection des éléments constitutifs de la chaîne d'énergie en cas de blocage des roues

5.1. Énoncé du problème

Cette partie de l'étude a pour objectif de justifier les solutions technologiques mises en œuvre afin d'assurer la protection des éléments constitutifs de la chaîne d'énergie en cas de blocage mécanique des roues.

FP3 : Assurer un grand confort d'utilisation.				
Fonction		Critères	Niveau	Flexibilité
FP31	Avancer le chariot.	La vitesse	$V_{\text{mini}} = 1 \text{ km.h}^{-1}$ $V_{\text{maxi}} = 8 \text{ km.h}^{-1}$	1
FP32	Orienter le chariot.	Angle de braquage	360° sur place possible	0
FP33	Adapter le chariot à l'utilisateur.	La conduite	Aisée	0
FP34	Adapter le chariot au terrain.	Relief du terrain (herbe, trous, pierres, branches...)	Petits obstacles	1
FP35	Assurer une autonomie suffisante.	Distance	15 km minimum	0
FP36	Permettre une marche arrière manuelle.	La facilité	Effort de traction < 100 N	1

5.2. Mesures et interprétation

Question 22

Régler le potentiomètre de commande afin d'obtenir $\langle U_m(t) \rangle = 0,5 \text{ V}$, 1 V et $1,5 \text{ V}$, bloquer les roues (voir examinateur) et mesurer le courant moyen $\langle I_m(t) \rangle$ absorbé par la machine à courant continu.

Question 23

En déduire, par calcul uniquement, à l'aide d'un schéma équivalent de la machine à courant continu que vous proposerez, le courant absorbé par le moteur si les roues du chariot se bloquent alors que le potentiomètre de commande est en butée maximale.

5.3. Réponse au problème

Question 24

Existe-t-il une protection mécanique en cas de blocage des roues?

Les transistors du convertisseur sont-ils protégés en cas de surcharge ? (voir annexe 8)

Repérer sur le système l'élément qui assure la protection du moteur contre les surintensités.

6. Justification des solutions technologiques permettant d'assurer un déplacement en marche arrière, vérification des performances

6.1. Énoncé du problème

Cette partie de l'étude a pour objectif de justifier les solutions technologiques mises en œuvre afin d'assurer un déplacement en marche arrière avec un effort de traction conforme au cahier des charges ci-dessous :

FP3 : Assurer un grand confort d'utilisation.				
	Fonction	Critères	Niveau	Flexibilité
FP31	Avancer le chariot.	La vitesse	V mini = 1 km.h ⁻¹ V maxi = 8 km.h ⁻¹	1
FP32	Orienter le chariot.	Angle de braquage	360° sur place possible	0
FP33	Adapter le chariot à l'utilisateur.	La conduite	Aisée	0
FP34	Adapter le chariot au terrain.	Relief du terrain (herbe, trous, pierres, branches...)	Petits obstacles	1
FP35	Assurer une autonomie suffisante.	Distance	15 km minimum	0
FP36	Permettre une marche arrière manuelle.	La facilité	Effort de traction < 100 N	1

6.2. Réversibilité du système roue et vis sans fin

Question 25

Soit β et γ les angles d'inclinaison d'hélice respectivement de la roue et de la vis :

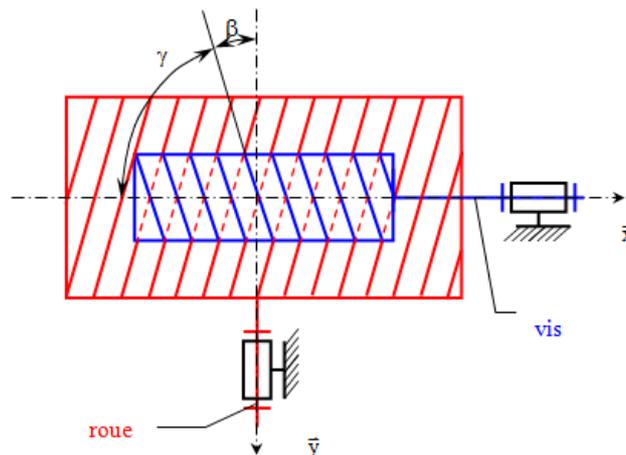


Figure 10 : système roue et vis sans fin

Soit φ l'angle de frottement du contact de la vis sur la roue. Dans notre cas, on a $\varphi = 6^\circ$ (cette valeur correspond à un coefficient de frottement de 0,105).

Dans notre cas où la vis est motrice, l'expression du rendement est : $\eta_R = \frac{\tan \beta}{\tan(\beta + \varphi)}$.

Le rendement pour ce type de transmission est variable. Il peut prendre des valeurs très faibles, voire devenir « négatif », ce qui signifie que la transmission est irréversible.

On dit qu'il y a irréversibilité quand la rotation de la vis entraîne celle de la roue alors que l'inverse devient impossible.

Relever l'angle d'inclinaison de la vis β .
En déduire le rendement du système vis écrou.

Question 26

La marche arrière est-elle possible ?

6.3. Mesure de l'effort de traction

Question 27

Débrancher la batterie, demander à l'examineur de mettre le chariot sur le sol (demander confirmation aux examinateurs pour les conditions de mesures si la question 7 n'a pas été traitée). Vérifier la possibilité d'une marche arrière manuelle, le chariot étant chargé avec une masse de 20 kg. Mesurer au dynamomètre l'effort de traction correspondant.

Question 28

Que constatez-vous du point de vue des efforts manuels à transmettre par rapport à la marche avant ?

6.4. Réponse au problème

Question 29

L'effort de traction mesuré est-il conforme à celui indiqué dans le cahier des charges ?

Question 30

En marche arrière (traction manuelle), il faut entraîner le moto-réducteur, alors qu'en marche avant on ne l'entraîne pas. Que cela impose-t-il pour le réducteur à roue et vis sans fin ?

Conclure.

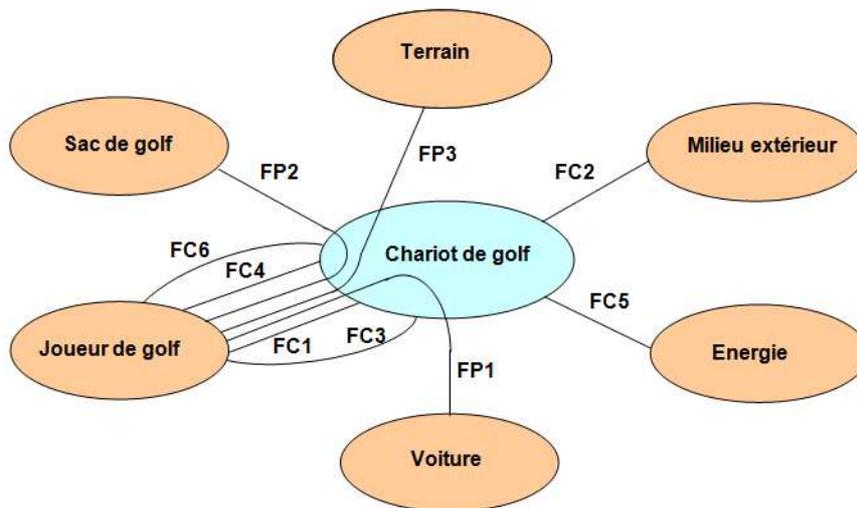
ANNEXES



CHARIOT DE GOLF ELECTROLEM 120C

Annexe 1

Graphe des interacteurs



Fonctions principales

FP1 : Être transportable dans le coffre d'une voiture.

FP2 : Monter temporairement le sac sur le chariot.

FP3 : Assurer un grand confort d'utilisation.

FP3 : Assurer un grand confort d'utilisation.

FP31 : Avancer le chariot.

FP32 : Orienter le chariot.

FP33 : Adapter le chariot à l'utilisateur.

FP34 : Adapter le chariot au terrain.

FP35 : Assurer une autonomie suffisante.

FP36 : Permettre une marche arrière manuelle.

Fonctions de contraintes

FC1 : Être facilement et rapidement pliable et dépliable.

FC2 : Résister aux milieux extérieurs.

FC3 : Être d'un minimum d'entretien.

FC4 : Avoir un prix compétitif.

FC5 : Recharger la batterie.

FC6 : Être esthétique.

FC1 : Être facilement et rapidement pliable et dépliable.

FC11 : N'utiliser aucun outillage.

FC12 : Assurer la sécurité électrique et mécanique.

Caractérisation des fonctions de service

FP1 : Être transportable dans le coffre d'une voiture.

FP11 : Utiliser un espace réduit.

FP12 : Minimiser le poids.

FC2 : Résister aux milieux extérieurs.

FC21 : Résister à la pluie, au soleil, à l'air marin.

FC3 : Être d'un minimum d'entretien.

FC31 : Minimiser l'entretien.

FC4 : Avoir un prix compétitif.

FC41 : Être d'un prix abordable.

FP2 : Monter temporairement le sac sur le chariot.

FP21 : Positionner le sac.

FP22 : Fixer le sac.

FP23 : Supporter le sac

FC5 : Recharger la batterie.

FC51 : Fournir le matériel pour recharger la batterie.

FC6 : Être esthétique.

FC61 : Avoir un design moderne.

FC62 : Avoir une couleur agréable.

Éléments du cahier des charges

Fonction		Critères	Niveau	Flexibilité ⁽¹⁾
FP1 : Être transportable dans le coffre d'une voiture				
FP11	Utiliser un espace réduit	Dimensionnement	Longueur pièce < 1 m	0
FP12	Minimiser le poids	Poids sans la batterie	Poids < 10 daN	0
FP2 : Monter temporairement le sac sur le chariot				
FP21	Positionner le sac.	Précision	± 30 mm	1
FP22	Fixer le sac.	La périodicité	Nombre de montages pour la durée de vie du chariot.	1
FP23	Supporter le sac.	Masse	20 kg	1
FP3 : Assurer un grand confort d'utilisation				
FP31	Avancer le chariot.	Vitesse	V maxi = 8 km.h⁻¹	1
FP32	Orienter le chariot.	Angle de braquage	360° sur place possible	0
FP33	Adapter le chariot à l'utilisateur.	Conduite	Aisée	0
FP34	Adapter le chariot au terrain.	Relief du terrain (herbe, trous, pierres, branches...)	Petits obstacles	1
FP35	Assurer une autonomie suffisante.	Distance	15 km minimum	0
FP36	Permettre une marche arrière manuelle.	Facilité	Effort de traction < 100 N	1
FC1: Être facilement pliable et dépliable				
FC11	N'utiliser aucun outillage.	L'outillage	Aucun	0
FC12	Assurer la sécurité électrique et mécanique.	Protection		0
FC2 : Résister aux milieux extérieurs				
FC21	Résister à la pluie, au soleil, à l'air marin.	Oxydation Résistance au soleil	Garantie de 5 ans	0
FC3 : Être d'un minimum d'entretien				
FC31	Minimiser l'entretien.	Fréquence d'intervention	Aucune	0
FC4 : Avoir un prix compétitif				
FC41	Être d'un prix abordable.	Coût	Inférieur à 770 Euros	0
FC5 : Recharger la batterie				
FC51	Fournir le matériel pour recharger la batterie.	Matériel de recharge	Fourni avec le chariot	0
		Temps	8 h	1
		Sécurité	Par coupure thermique	0
FC6 : Être esthétique				
FC61	Avoir un design moderne.	Formes harmonieuses		0
FC62	Avoir une couleur agréable.	Coloris	Agréable	2
		Nombre de couleurs	3	0

(1) Flexibilité : référence à la norme AFNOR n°X 50-151.

La classe de flexibilité est une indication littérale placée auprès du niveau d'un critère d'appréciation permettant de préciser son niveau de négociabilité ou son caractère plus ou moins impératif.

On peut utiliser les classes de flexibilité suivantes :

0 : flexibilité nulle : performance impérative, rigoureusement non négociable ;

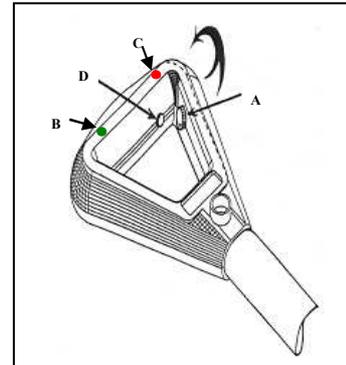
1 : flexibilité très faible : performance reconnue comme nécessaire par les spécificités, à ne remettre en cause qu'avec une très solide contrepartie ;

2 : flexibilité faible : performance connue du spécificateur mais pouvant être réexaminée ;

3 : flexibilité large : peut être ajustée pour améliorer la compétitivité globale du produit.

Mise service du chariot

- Connecter la batterie. Le témoin vert (**B**) s'allume vous indiquant que le chariot est sous tension.
- Par sécurité, pour éviter un démarrage brutal, il faut tourner le potentiomètre rotatif (**A**) dans le sens antihoraire au maximum.
- Le chariot est prêt à avancer.
- Appuyer sur le bouton poussoir (**D**).
- Un bip sonore indique que la batterie est suffisamment chargée ; le chariot avance.
- Un double bip sonore indique que la batterie est insuffisamment chargée ; le chariot avance, mais son autonomie est insuffisante pour effectuer un parcours complet.
- Quatre bips sonores (led rouge **C** clignote) indiquent que la batterie doit être rechargée ; le chariot reste immobile.
- Lorsque le chariot roule, tourner le potentiomètre (**A**) pour obtenir la vitesse d'avancement souhaitée.
- Pour arrêter le chariot, appuyer de nouveau sur le bouton poussoir (**D**). Le chariot s'arrête et la vitesse est mémorisée.
- Pour redémarrer à la même vitesse, il suffit d'appuyer de nouveau sur le bouton poussoir **D**.

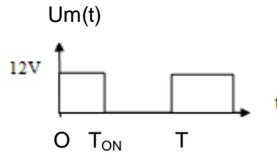


Annexe 2

Principe de variation de vitesse



Le réglage de vitesse du chariot est obtenu par modification de la tension moyenne aux bornes du moteur.



La modulation de largeur d'impulsion (MLI) consiste à générer aux bornes du moteur une tension rectangulaire périodique :

- de fréquence élevée ;
- de rapport cyclique ($\alpha = \frac{T_{on}}{T}$) variable.

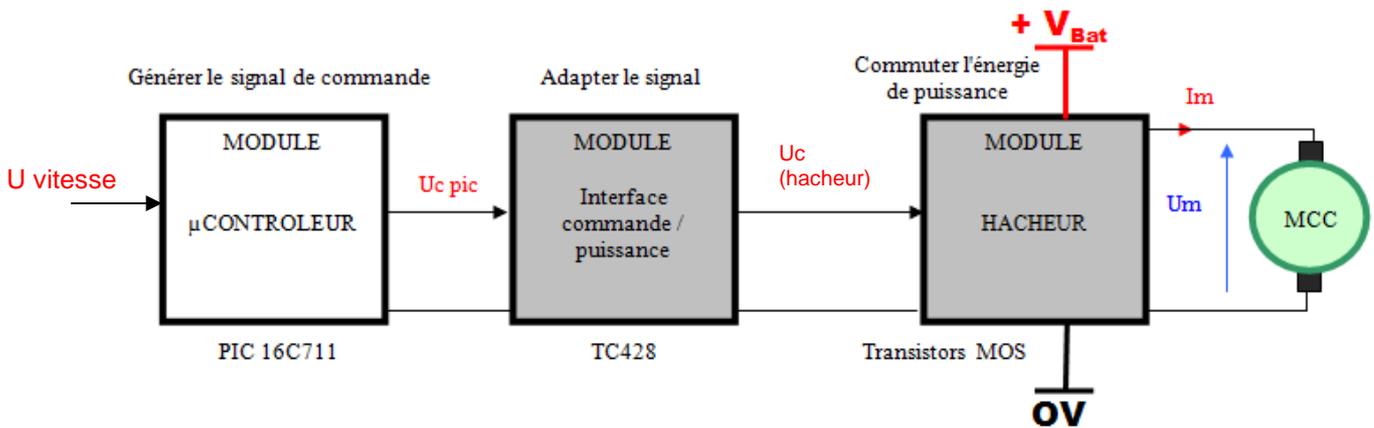
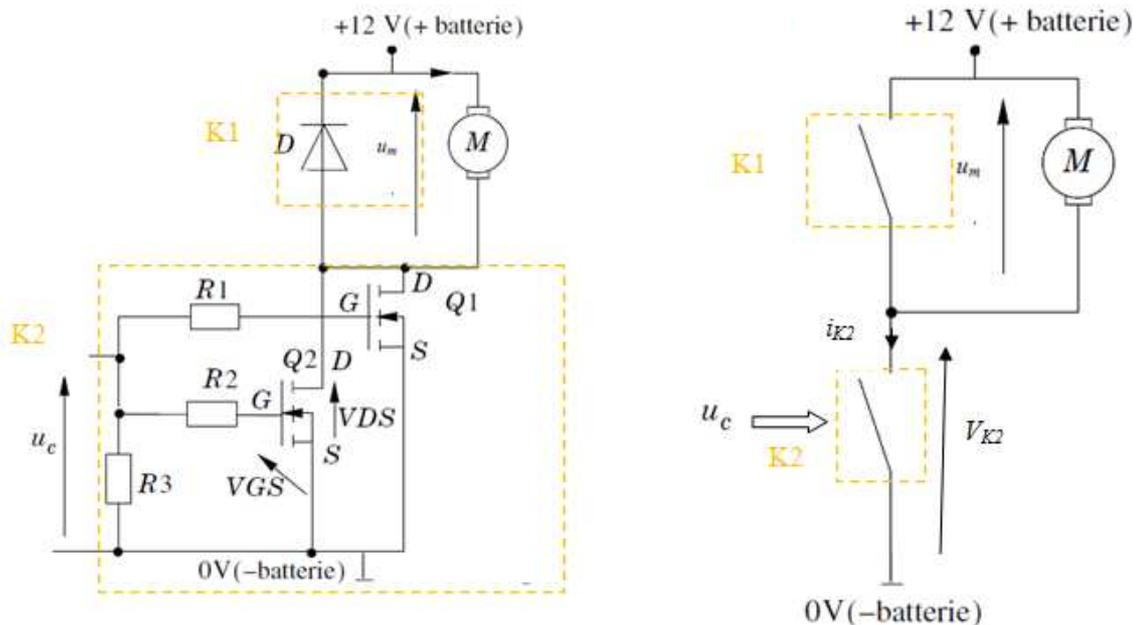
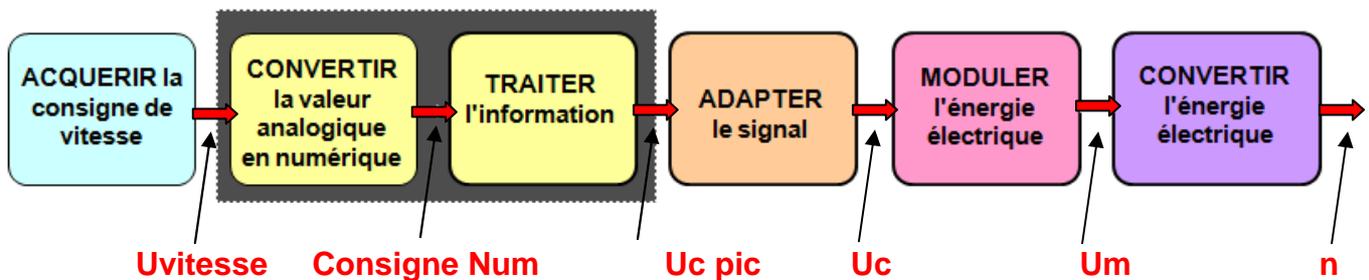
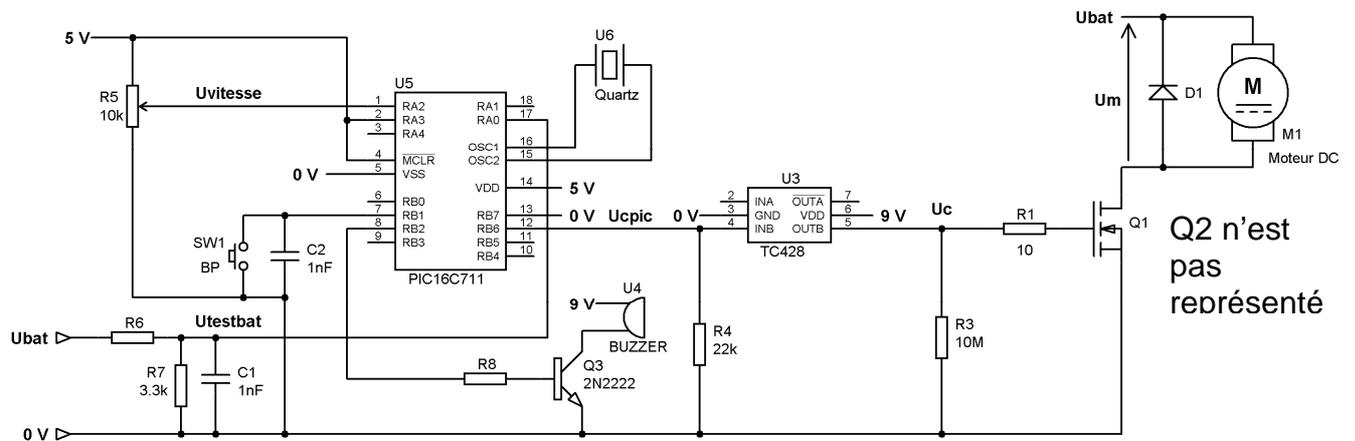


Schéma partiel du hacheur



Transistors MOS référencés VNP49N04

Schéma de commande du hacheur



Uvitesse : Tension de consigne.

Consigne Num : Consigne numérique de vitesse sur 8 bits.

Uc pic : Signal modulé en largeur d'impulsions en sortie du microcontrôleur.

Uc : Signal de commande des transistors du hacheur.

Um : Tension d'induit de la machine à courant continu.

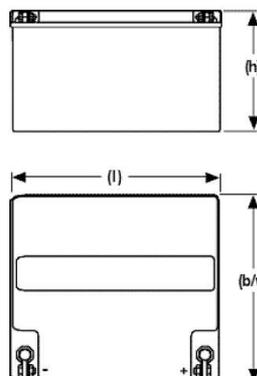
n : Vitesse de rotation de la machine à courant continu.

Annexe 3

Caractéristiques de la batterie

Sonnenschein dryfit série A500C

MODELE 12 volts 24 Ah



Caractéristiques mécaniques

Caractéristiques mécaniques

type	masse (kg)	longueur (mm)	largeur (mm)	hauteur (mm)
08 8 97615 00	9,6	176	167	126

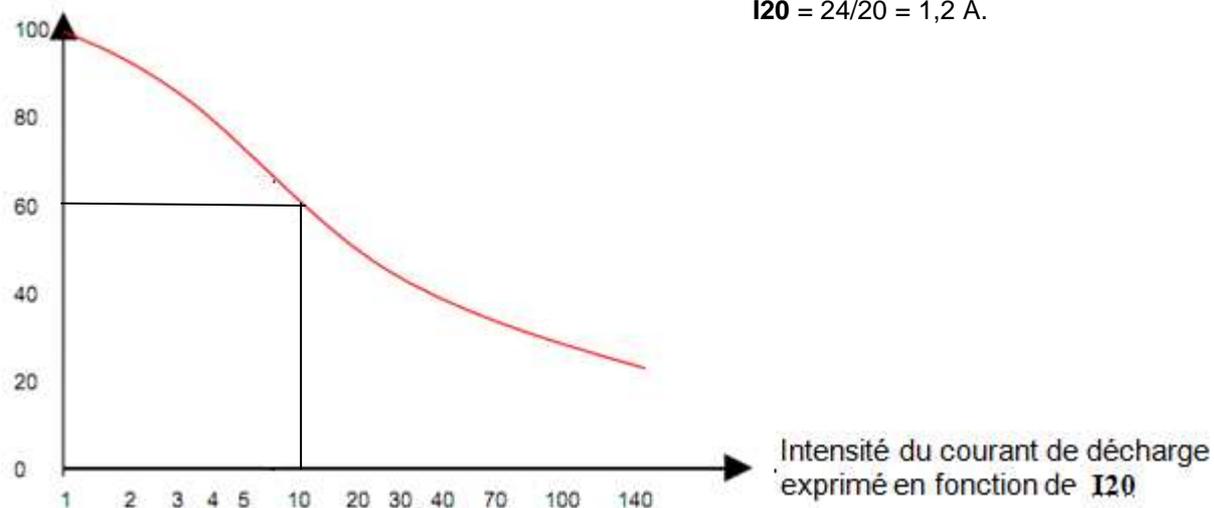
Caractéristiques électriques

référence	tension nominale	nombre de cellules en série	capacité nominale (Ah)			courant (A) de sortie maxi.
			C100	C20*	C5	
A512C/24.0G5	12V	6	27	24	20	200

* C20 est la capacité nominale

Capacité de la batterie d'accumulateurs en fonction de la l'intensité du courant de décharge.

Capacité en % de C20



Exemple : Pour un courant de décharge de 12 A soit $10 \times I_{20}$, la capacité réelle de la batterie est de 60% de la capacité nominale soit 14,4 A.h (voir tracé ci-dessus).

Annexe 4

Notice du tachymètre

Le tachymètre combine dans un même boîtier une détection lumineuse et une prise de mesure par contact. Un microprocesseur gère une mémoire qui enregistre les valeurs maxi, mini et la dernière lecture effectuée. Ce microprocesseur élimine également les zéros non significatifs et le changement des gammes automatiquement.

AFFICHAGE : 5 digits à cristaux liquides, hauteur 10 mm

MESURE PAR FAISCEAU LUMINEUX : dans la gamme 5 à 100 000 tr.min⁻¹

MESURE PAR CONTACT : dans la gamme 0.5 à 20 000 tr.min⁻¹

PRECISION : 0.05% de la lecture + 1 digit

TEMPS DE PRISE DE MESURE : < 1s

DISTANCE DE DETECTION de 50 mm à 300 mm selon luminosité ambiante

Autres caractéristiques

Base de temps à quartz

4 piles de 1,5V standard

Dimensions : 215 x 65 x 28 mm 300g

Livré dans une mallette antichocs comprenant un ruban réfléchissant, un embout caoutchouté conique (8), un embout caoutchouté plat (non représenté sur le dessin) et un disque caoutchouté pour vitesse de défilement.



MISE EN SERVICE

Placer les piles en dévissant les vis à l'arrière de l'appareil.

Placer le switch (7) sur la position « PHOTO »

Appuyer sur le bouton latéral (5) de prise de mesure. La lampe (2) doit s'allumer. Diriger le faisceau vers un tube fluo, à environ 1m. Le tachymètre doit afficher 6000.

UTILISATION EN DETECTION LUMINEUSE

Coller du ruban réfléchissant sur l'arbre en rotation. A défaut un trait de peinture blanche conviendra. Diriger le faisceau vers l'arbre et prendre la mesure.

Nota : le voyant (3) dans le coin de l'afficheur doit clignoter pendant la prise de mesure

UTILISATION EN DETECTION PAR CONTACT

Placer le switch (7) sur « CONTACT » et appuyer l'embout conique (8) ou l'embout plat sur l'extrémité de l'axe en rotation. Appuyer sur (5) pour effectuer la mesure. Le résultat est donné en tr.min⁻¹

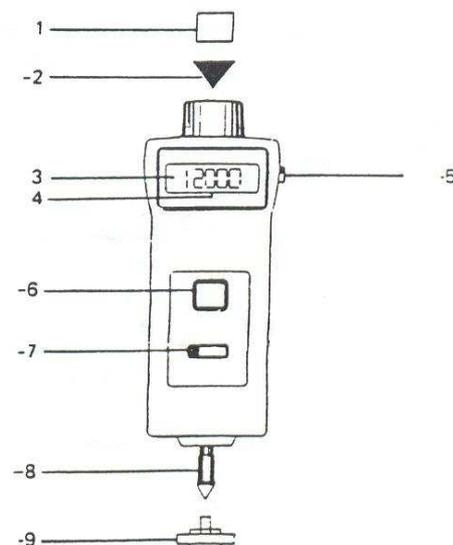
MESURE D'UNE VITESSE LINEAIRE

Placer le switch (7) sur m/mn et enfoncer l'embout caoutchouté (9) à l'extrémité du tachymètre et l'amener en contact léger avec la surface dont on désire mesurer la vitesse. Prendre la mesure en enfonçant le bouton (5).

MÉMOIRE

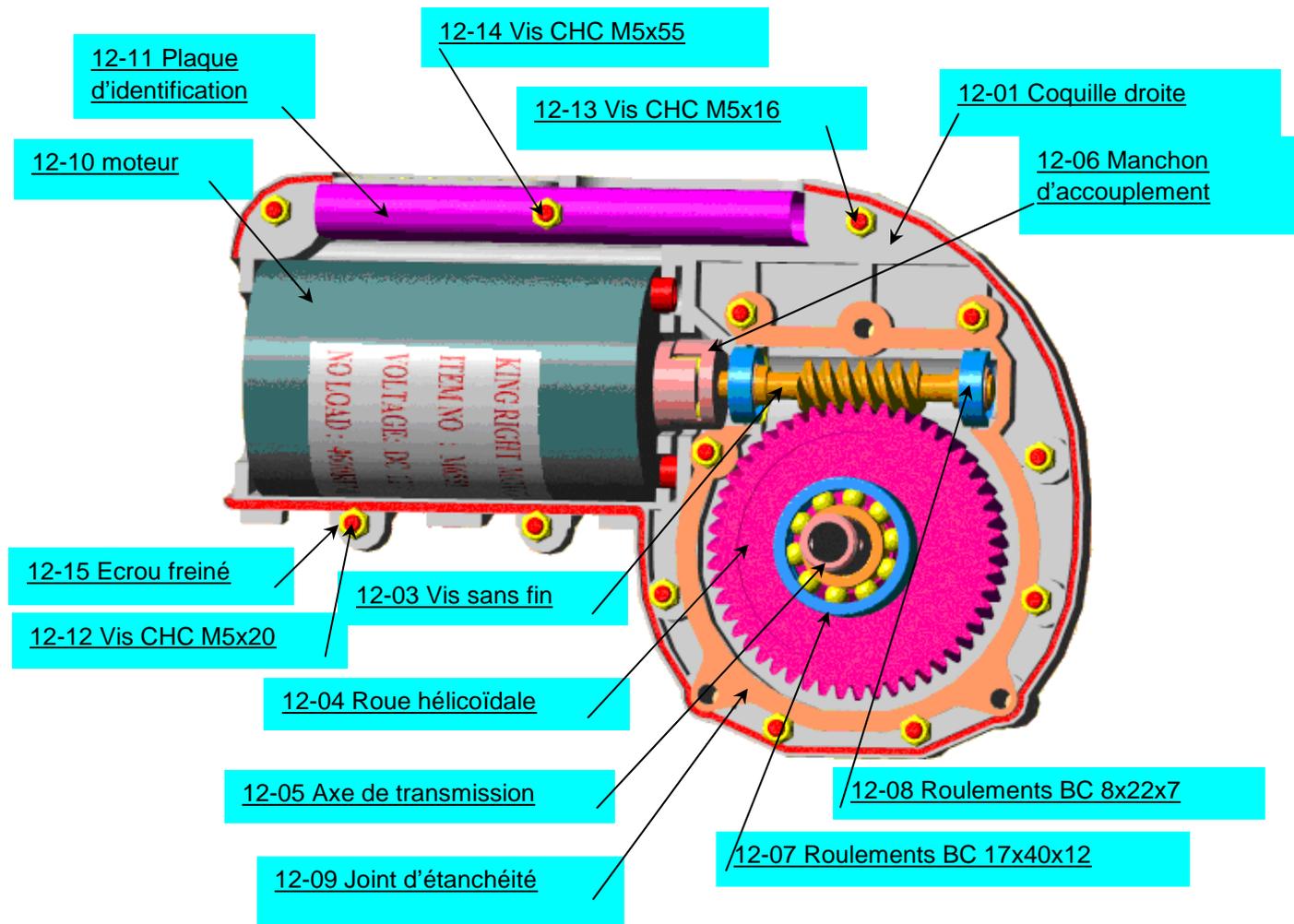
Une mesure ayant été enregistrée, appuyer sur le bouton MEMORY (6) pour rappeler la dernière lecture effectuée. Une deuxième pression sur MEMORY appelle la valeur MAX enregistrée au cours de la mesure. Une troisième affiche la valeur MINI.

PILES Changer les piles lorsque s'affiche le signal LO.



Annexe 5

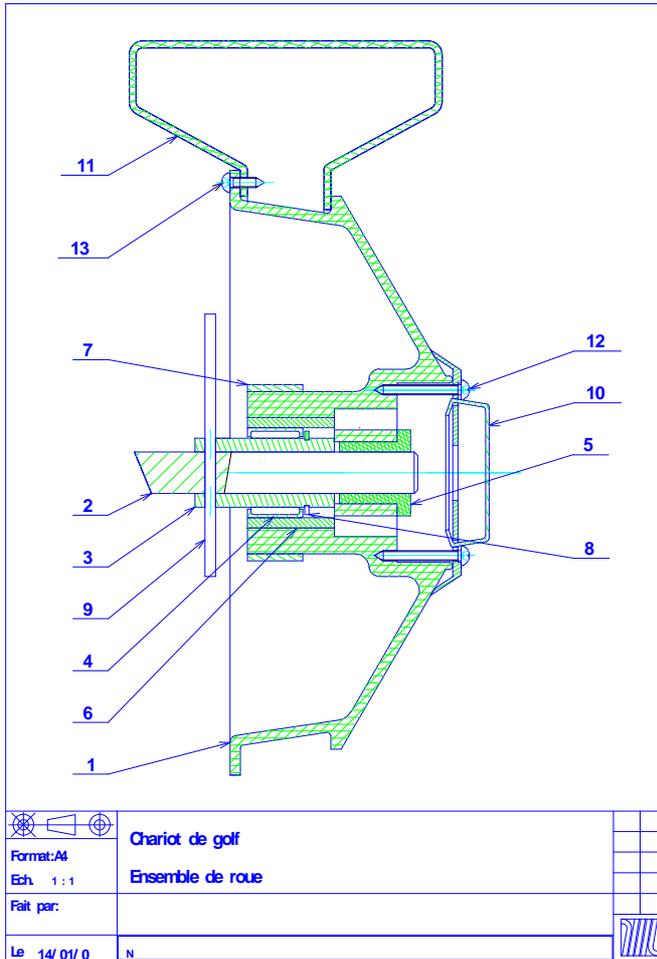
Motoréducteur



12-15	13	Ecrou freiné M5		
12-14	1	Vis C HC M5x55		
12-13	2	Vis C HC M5x16		
12-12	10	Vis C HC M5x20		
12-11	1	Plaque d'identification	Aluminium	
12-10	1	Moteur		$U= 12; K_e = 0,026 \text{ rad.s}^{-1}, K_t=0,026 \text{ N.m.A}^{-1}$
12-09	1	Joint d'étanchéité		
12-08	2	Roulement BC 8x22x7 PP		
12-07	2	Roulement BC 17x40x12 PP		
12-06	1	Manchon d'accouplement		
12-05	1	Axe de transmission		
12-04	1	Roue hélicoïdale		50 dents, $m = 1,6$ Béta = $15,466^\circ$
12-03	1	Vis sans fin		2 filets, $m = 1,6$ Gamma = $74,534^\circ$
12-02	1	Coquille gauche		
12-01	1	Coquille droite		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations
Format: A4	N°			

Annexe 6

Roue



		Chariot de golf	
Format: A4		Ensemble de roue	
Ech. 1 : 1			
Fait par:			
Le 14/01/0	N		

13	2	Vis CLS M2,9-9,5		
12	2	Vis CLS M3-25		
11	1	Pneu		
10	1	Capuchon		
09	1	Goupille épingle 3-76		
08	1	Anneau élastique Ø 20		
07	1	Bague extérieure		
06	1	Bague intérieure		
05	1	Coussinet		
04	1	Roue libre INA		
03	1	Entretoise		
02	1	Axe de transmission		Ø 12 h12
01	1	Jante		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

Ech : 1



Format: A4

Annexe 7 : catalogue INA

Annexe 8 : Data book Transistor MOS VNP49N04

Annexe 9 : Data book Circuit TC428

Rapport du jury de l'épreuve d'admission de Travaux Pratiques

1. Présentation de l'épreuve

La durée de cette épreuve est de 6 heures. Elle consiste à évaluer les compétences permettant de mettre en œuvre différents types d'équipements. Les critères d'évaluations concernent :

- l'appropriation du système dans son environnement (réel ou didactisé) ;
- l'organisation du poste de travail (fonctionnement normal ou dégradé, mise en sécurité, prélèvement de mesures) ;
- l'utilisation d'un équipement informatique dédié au système ;
- la conduite d'une expérimentation (par simulation numérique, par essais avec mesures) ;
- l'utilisation et la justification de l'emploi d'un modèle (théorique, numérique, physique) ;
- la pertinence de la (ou des) solution(s) au problème technique ;
- la qualité des documents pour présenter et analyser les résultats ;
- la description fonctionnelle et structurelle d'un système ;
- la justification et la pertinence des choix proposés ;
- la formulation et la validité des conclusions ;
- l'élaboration de documents d'accompagnement.

Les supports utilisés sont des systèmes pluritechniques actuels :

- un chariot de golf motorisé électrique ;
- un attacheur de végétation ;
- une machine à corder les raquettes de tennis ;
- une machine à enrubanner les faisceaux de câbles ;
- un arceau autonome de réservation de place de parking ;
- un pilote automatique de bateau ;
- une barrière de péage.

L'évaluation des compétences est indépendante des supports.

Les postes de travaux pratiques sont dotés des matériels usuels de mesures des grandeurs physiques, par exemple des oscilloscopes numériques, des voltmètres, des ampèremètres, des dynamomètres, des tachymètres, éventuellement des cartes d'acquisition associées à un ordinateur. Cette liste n'est pas exhaustive.

Le système pluritechnique, support du sujet de travaux pratiques, est à disposition du candidat pendant toute la durée (6 heures) de l'épreuve. L'épreuve se déroule en quatre temps.

Un premier temps d'environ trente à quarante minutes permet aux candidats de s'approprier le système. Les premiers échanges avec le jury permettent aux candidats de démontrer leur compréhension fonctionnelle et structurelle du système.

Le deuxième temps est consacré à la mise en œuvre du système. Il inclut les réglages et paramétrages nécessaires. Il permet également l'acquisition des grandeurs physiques caractéristiques du fonctionnement et de l'usage du système et les simulations informatiques éventuelles.

Au cours d'un troisième temps, il est demandé aux candidats de résoudre un ou plusieurs problèmes techniques.

Un quatrième temps permet d'organiser la présentation des résultats et de produire des analyses visant à justifier et valider les résultats et les modèles.

Le jury accompagne les candidats pour valider les protocoles expérimentaux, discuter de la validité des résultats et de leur corrélation avec les modèles et/ou les valeurs simulées.

2. Analyse globale des résultats

L'épreuve de travaux pratiques vise à évaluer les compétences et les connaissances scientifiques et technologiques des candidats qui doivent permettre de proposer et conduire des expérimentations dans un contexte de résolution de problème technique. Ces compétences et ces connaissances sont indispensables pour mettre en œuvre les programmes de technologie au collège et permettront également aux futurs professeurs de suivre les évolutions technologiques.

Pour la session 2010, cette épreuve de travaux pratiques était organisée de façon analogue à la session 2009. Les candidats ont pour la grande majorité d'entre eux bien pris en compte cette approche systémique pluritechnique des systèmes complexes proposés. Le jury est satisfait de la prestation d'un grand nombre de candidats parmi lesquels certains ont atteint l'excellence.

3. Commentaires et recommandations à l'attention des candidats

Les candidats ayant bien réussi :

- possédaient des outils d'analyse et de description appropriés et une terminologie rigoureuse associée, notamment en ce qui concerne la description de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'information ;
- étaient capables de corrélérer les modèles théoriques avec les résultats expérimentaux ;
- s'exprimaient oralement avec concision et précision lors la présentation des résultats ;
- maîtrisaient les compétences et les connaissances nécessaires à l'analyse et à la description des systèmes pluritechniques et leur mise en œuvre.

Lors de l'épreuve, il est conseillé aux candidats :

- de prendre le temps de lire l'ensemble du sujet et des ressources associées puis de mettre en œuvre le système pour s'approprier son fonctionnement. Ce temps d'appropriation est important car il conditionne le bon déroulement de la suite de l'épreuve. On peut noter que les meilleurs candidats prennent l'initiative de mettre en œuvre le système dès le début de l'épreuve ce qui leur permet de valider leurs hypothèses en réalisant des expérimentations au plus tôt ;
- de préciser clairement les hypothèses préalables à un protocole expérimental et utilisées par la suite pour analyser les résultats. Une attention particulière doit être portée au respect des unités ;
- de définir clairement les mesures qu'ils souhaitent effectuer en portant une attention particulière à la sécurité des personnes et des biens ;
- de choisir les appareils adaptés aux grandeurs à mesurer et définir leurs réglages ;
- de solliciter le jury à bon escient. L'autonomie et l'esprit d'initiative sont des qualités appréciées. Cependant, ils s'exercent dans le cadre d'un respect rigoureux des règles de sécurité, en prévention des risques inhérents aux expérimentations, quelle qu'en soit la nature. On peut noter que les échanges entre les candidats et les membres du jury sont trop peu souvent à l'initiative des candidats ;
- de gérer le temps à consacrer à chaque partie de l'épreuve.

Pour bien se préparer à cette épreuve, il est conseillé aux candidats :

- d'enrichir la diversité de leurs connaissances pour aborder les systèmes dans leur globalité ;
- de pratiquer des investigations sur des systèmes pluritechniques complexes en vue de développer des compétences expérimentales ;
- d'utiliser les outils informatiques de simulation, de programmation, de description et de présentation des résultats expérimentaux.

4. Conclusions

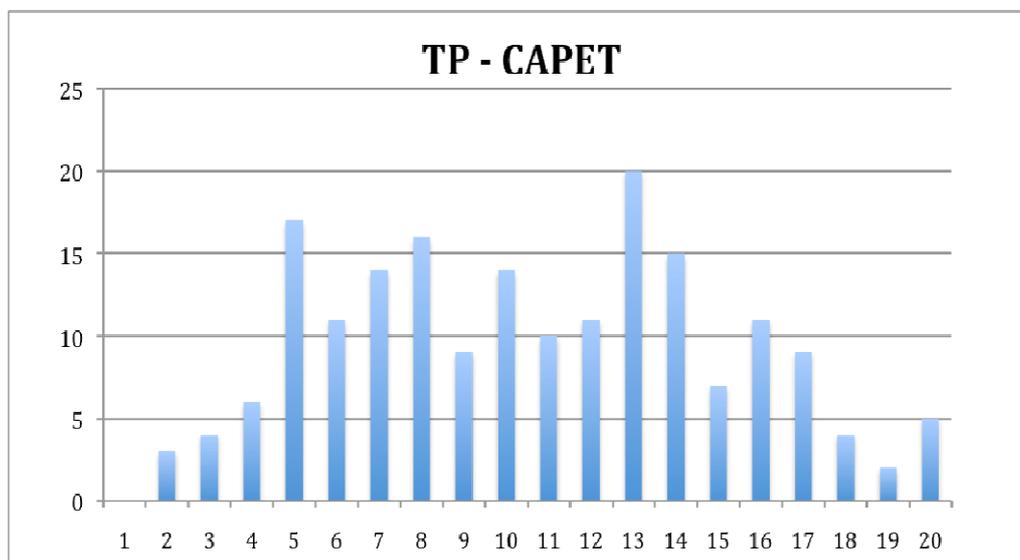
Les candidats admis sont d'un bon niveau général. Ils ont su intégrer dans leur formation les évolutions initiées par les programmes. Cependant certains sont encore experts d'un seul domaine scientifique et technologique, ce qui constitue un handicap pour aborder les expérimentations sur les systèmes pluritechniques complexes. Pour réussir l'épreuve de travaux pratiques, les candidats doivent développer une culture scientifique et technologique élargie permettant d'appréhender le fonctionnement d'un système pluritechnique dans sa globalité, tant pour maîtriser sa mise en œuvre, comprendre sa structure, que pour valider ses solutions constructives.

Le jury fait remarquer que cette épreuve de travaux pratiques n'existera plus en tant que telle dans la prochaine session du concours. En revanche, les investigations scientifiques et techniques seront bien présentes dans l'une des deux épreuves d'admission qui s'intitule « Leçon portant sur les programmes des collèges ». Celle-ci prendra appui sur des investigations et des analyses à effectuer au préalable par le candidat au cours de travaux pratiques sur un système technique. Le jury conseille aux futurs candidats de prendre connaissance de la définition des épreuves dans l'arrêté du 28 décembre 2009 et rappelle qu'une bonne maîtrise des programmes de technologie collège est indispensable.

5. Résultats

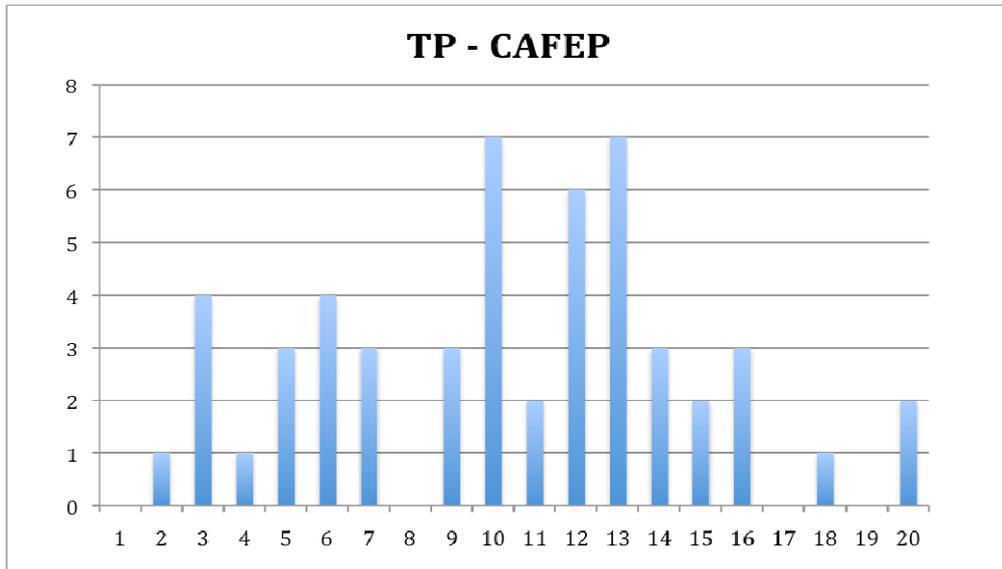
188 candidats ont composé pour cette épreuve du CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 10,66 avec :

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



52 candidats ont composé pour cette épreuve du CAFEP, la moyenne des notes obtenues est de 10,35 avec :

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



Rapport du jury de l'épreuve d'admission de Dossier

1. Analyse globale des résultats obtenus

Concernant la composition, la rédaction et la présentation du dossier technique et pédagogique le jury constate très souvent une rédaction superficielle voire quelquefois hors sujet et des productions qui ne respectent pas toujours le travail demandé. Les dimensions scientifiques et technologiques du dossier technique sont très souvent insuffisantes et très peu argumentées. La préparation de cette partie d'épreuve a donc été, pour certains, très insuffisante. Quant à l'exposé, le jury a apprécié les prestations dynamiques et argumentées des candidats qui ont appuyé leur intervention sur des ouvrages ou des objets techniques industriels capables d'offrir un champ d'étude pertinent pour l'enseignement de la technologie. L'interactivité entre le support de l'étude et le média de présentation est à encourager. Ces mêmes candidats ont su exprimer pleinement les enjeux, le sens et l'esprit des nouveaux programmes de formation. Cependant, de nombreux candidats ne maîtrisent pas les démarches pédagogiques d'investigation et de résolution de problème technique utilisées dans l'enseignement de la technologie au collège, ainsi que des outils didactiques employés. Le jury note également dans certains cas, une incohérence entre le support technique d'étude envisagé, les objectifs de formation de la discipline et les développements pédagogiques induits.

2. Recommandations à l'attention des candidats

Il est demandé aux candidats de lire attentivement les textes relatifs à ce concours afin de s'informer, d'appréhender et de respecter les modalités et les contenus à mettre en œuvre pour chaque partie de l'épreuve. Il est impératif de prendre connaissance des nouveaux programmes des formations de l'enseignement de la technologie au collège, ainsi que toutes les dispositions consécutives à l'adoption de la nouvelle loi d'orientation pour l'avenir de l'école. (Socle commun, droit à l'expérimentation, accueil des élèves en situation de handicap, ...). Les informations qui en découleront doivent permettre d'appréhender le niveau minimal exigé pour se présenter à ce concours.

Par cette démarche, ils seront en mesure de déterminer une réelle problématique professionnelle pour élaborer le développement technique du dossier et de mener une réflexion dans le but d'établir une organisation pédagogique cohérente et structurée en fonction des exigences de cette partie d'épreuve. Pour conduire cette réflexion, une étude et une analyse des contenus techniques et technologiques doivent être effectuées au préalable afin de prendre appui sur un support cohérent et représentatif des thèmes d'étude clairement identifiés dans les programmes. Puis, il est nécessaire de situer le niveau des connaissances à transmettre aux élèves en fonction du programme et de hiérarchiser les objectifs ciblés pour l'acquisition des compétences.

Une fois ce travail effectué, l'organisation pédagogique de séquences structurées peut être échafaudée.

Sur le plan de cette organisation pédagogique, les activités des élèves doivent être au centre des préoccupations du candidat. La réflexion à engager pourrait être la suivante :

- définition d'objectifs de formation en adéquation avec le programme, en prenant en compte les acquis des élèves et la continuité des travaux réalisés ;
- démarche utilisée (leçon, application, expérimentation, démonstration...), méthodologie envisagée pour atteindre les objectifs visés (démarche d'investigation, démarche de résolution de problème technique) ;
- mise en activités des élèves, niveau d'autonomie ;
- utilisation et exploitation des productions des élèves et de leurs savoir-faire ;
- procédure d'évaluation pour les productions écrites et pratiques ;
- remédiations éventuelles.

Les constats effectués ci-dessous, lors de cette session 2010, doivent permettre aux futurs candidats de se préparer au mieux.

2.1 Dossier

Pour mener à bien cette partie d'épreuve, peu de candidats ont effectué une véritable analyse de contenus techniques et technologiques en fonction de données clairement identifiées (problématique posée, cahier des charges rédigé, critères établis, ...)

Les objets techniques inventés pour l'épreuve, et qui ne sont pas commercialisés, sont considérés hors sujet. Les candidats doivent veiller à proposer une étude prenant appui sur un objet technique réel commercialisé ou un ouvrage resitué dans son contexte.

Le jury invite les futurs candidats à orienter le temps consacré à la préparation de cette épreuve vers :

- le transfert de technologie de l'industrie vers l'enseignement ;
- une réflexion les conduisant à concevoir des séquences pédagogiques à partir d'objet techniques réels.

Cet objet technique réel ne doit pas être un support pédagogique commercialisé par les fabricants de matériels pédagogiques.

En revanche, il ne semble pas souhaitable que ces futurs candidats consacrent leur temps à la réalisation de maquettes qui ne sont pas évaluées et qui souvent sont très éloignées du réel.

Dans plusieurs cas, l'analyse scientifique et technologique reste très succincte. Les contenus développés par les candidats restent très globaux et théoriques et pas assez orientés d'un point de vue des solutions technologiques. Le jury apprécie le développement d'une solution technique au regard des performances attendues ou une explication approfondie du principe scientifique mobilisé. Le lien entre la partie technique et la portée pédagogique est souvent ténu. Dans ces conditions, il est difficilement envisageable d'obtenir une certaine cohérence dans les démarches pédagogiques.

2.2 Partie pédagogique

La partie pédagogique est toujours présentée à partir d'un objet ou système technique, ou ouvrage et jamais, à partir des savoirs que l'on doit enseigner.

De nombreux candidats ont eu de grandes difficultés à cibler les compétences, savoirs et attitudes à développer pour une classe donnée. Certains ne possèdent même pas les concepts pédagogiques de base attendus pour ce type d'épreuve.

Les documents pédagogiques présentés (document de préparation professeur, activité des élèves, fiche de formalisation du savoir) ne sont pas toujours maîtrisés. Les compétences liées à la rédaction

et à l'opportunité d'utiliser de tels outils pédagogiques ne sont pas acquises et le jury a constaté un manque de cohérence dans leur exploitation.

Les documents issus du programme et des ressources pour faire la classe qui ne sont pas remis dans le contexte de l'étude ne sont pas nécessaires dans le dossier présenté par le candidat.

L'évaluation des acquis est trop souvent succincte ou même parfois inexistante, ou alors prend appui sur une même activité sans transfert possible.

Les documents de synthèse qui doivent être fournis aux élèves au cours ou au terme de séances pédagogiques sont très rarement cités.

Le travail d'équipe pluridisciplinaire n'est quasiment jamais abordé, pourtant des thèmes d'études exposés par des candidats rendent souvent nécessaire ce travail transversal sur des contenus d'enseignement qui intéressent des enseignants de disciplines différentes (exemple : santé, sécurité, énergie, environnement et développement durables,...)

2.2.1. Exposé

Le temps imparti pour cette partie d'épreuve est toujours utilisé et rend la présentation du dossier argumentée. Attention cependant, à garder un temps suffisant pour présenter l'exploitation pédagogique.

La plupart des candidats a utilisé de manière opportune un diaporama de qualité. Toutefois, pour quelques uns, il sera nécessaire de veiller à la lisibilité des informations projetées et de numéroter les diapositives afin de faciliter les échanges avec le jury.

2.2.2. Entretien

Au niveau de la partie technique, de nombreux candidats éprouvent des difficultés à justifier et argumenter les solutions techniques retenues, ce qui démontre un manque d'approfondissement de leur support technique.

Pour le volet pédagogique, les candidats doivent démontrer qu'ils maîtrisent les démarches pédagogiques (investigation et résolution de problème technique) utilisées dans l'enseignement de la technologie au collège, ainsi que des outils didactiques employés.

Les enjeux généraux de la discipline ne sont pas toujours cernés par les candidats, ceux de l'école, du collège et des formations sont souvent mal connus. Certains méconnaissent les différentes poursuites d'études possibles et les voies de formations ainsi que la différenciation : statut scolaire, apprentissage, formation continue, ...

La connaissance du rôle de l'enseignant est limitée à la simple transmission du savoir. Le travail en équipe pluridisciplinaire n'est pas souvent abordé et les interactions entre les enseignants de différentes disciplines ne sont pas perçues.

Les dispositifs d'individualisation et de validation des compétences restent trop souvent méconnus

2.2.3. Aspect communication et savoir-être des candidats

Le jury a apprécié le comportement de certains candidats. Il a relevé une véritable écoute de leur part afin de répondre de la manière la plus complète aux questions posées. Le jury a également noté un effort dans l'expression et le vocabulaire utilisés. Pour certains candidats, des lacunes ou un manque de rigueur dans ce registre persistent (terminologie technique, expressions galvaudées). C'est dans le domaine de l'argumentation que les candidats ont éprouvé les plus grandes difficultés. Par ailleurs,

quelques uns se sont présentés devant le jury avec des tenues peu acceptables. Il conviendra de se montrer plus rigoureux et respectueux de quelques principes.

3. Conclusions

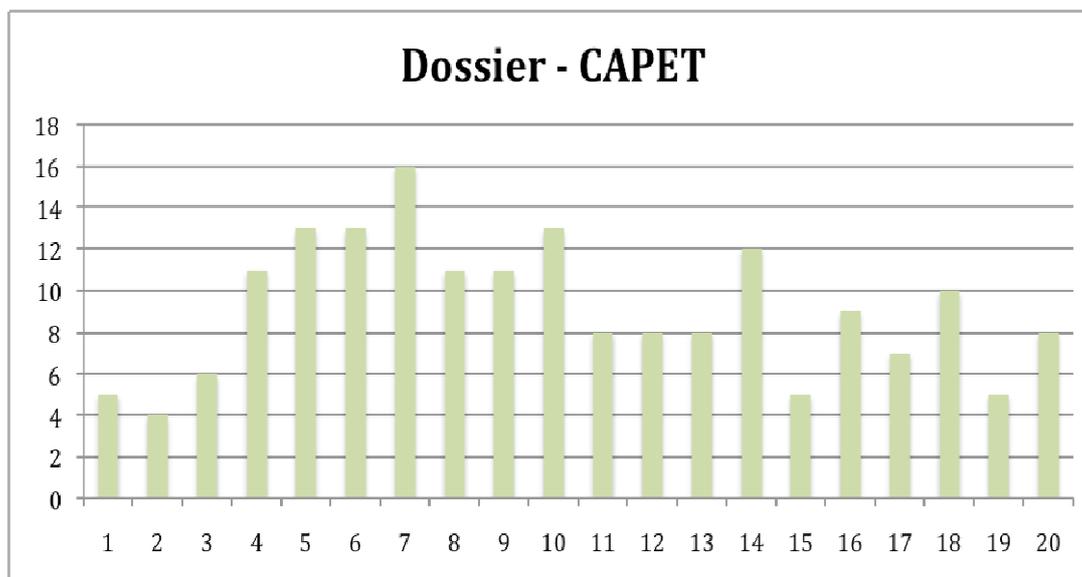
En résumé, il est vivement souhaité que les candidats s'appliquent à :

- rédiger leur dossier conformément aux directives données par les textes de références ; il est indispensable de respecter le plan de travail préconisé et les productions à fournir (dossier technique et pédagogique) ;
- actualiser leurs connaissances technologiques ;
- connaître l'origine des sources et des informations citées dans le dossier ;
- faire la différence entre les ressources pédagogiques officielles de celles qui ne le sont pas ;
- ne pas négliger l'exploitation pédagogique en présentant des démarches pédagogiques abouties ;
- se préparer à l'exercice de l'exposé ;
- ne pas limiter leurs connaissances à leur simple discipline, mais de connaître également les poursuites d'études possibles, les modes de formations offertes. Cela entre dans leur rôle lié à l'orientation des élèves ;
- s'informer sur leur responsabilité en qualité d'enseignant dans le domaine de la sécurité, de l'orientation, de la gestion à l'évaluation, de l'individualisation des parcours, et des compétences du socle commun ;
- choisir des supports commercialisés qui répondent à un besoin.

4. Résultats

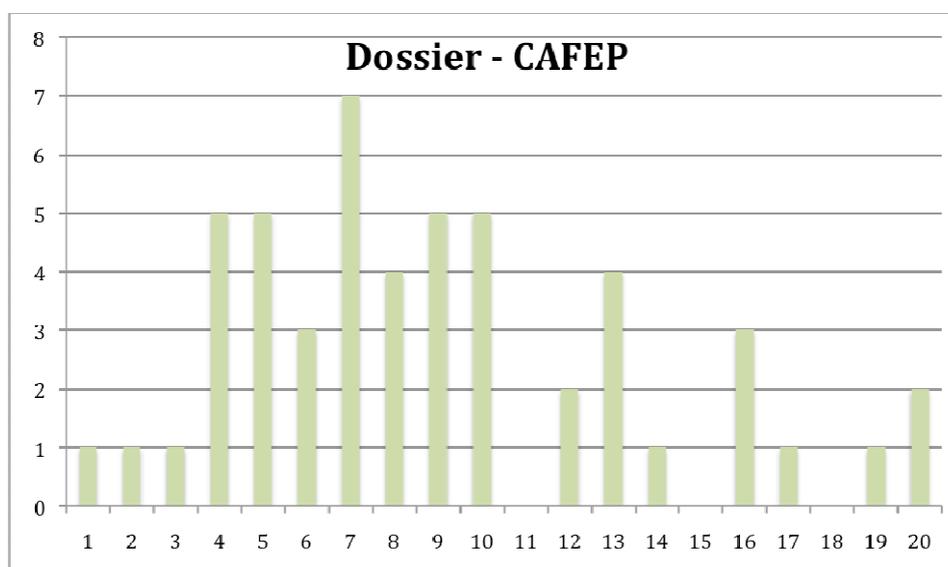
183 candidats ont composé pour le CAPET, la moyenne des notes obtenues est de 10,25 avec :

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



51 candidats ont composé pour le CAFEP, la moyenne des notes obtenues est de 9,00 avec :

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



Le jury attire l'attention des futurs candidats sur l'évolution des textes réglementaires concernant cette épreuve : JORF n°0004 du 6 janvier 2010.

Présentation de la nouvelle épreuve :

À partir de la session 2011 du concours, l'épreuve sur dossier comportera deux parties

- Durée de la préparation : 1 heure 30 minutes
- Durée totale de l'épreuve : 1 heure
- Coefficient : 3

Première partie : soutenance devant le jury d'un dossier technique et scientifique réalisé par le candidat dans un des domaines de la spécialité préparée, suivie d'un entretien (14 points)

- Présentation : 20 minutes maximum
- Entretien avec le jury : 20 minutes

Cette partie d'épreuve porte sur les programmes du collège.

L'exposé et l'entretien permettent d'apprécier l'authenticité et l'actualité du problème choisi par le candidat, sa capacité à en faire une présentation construite et claire, à mettre en évidence les questionnements qu'il suscite et à en dégager les points remarquables et caractéristiques de la discipline. Ils permettent également au candidat de mettre en valeur la qualité de son dossier et l'exploitation pédagogique qu'il peut en faire dans le cadre d'un enseignement.

En utilisant les moyens courants de présentation (vidéoprojecteur et informatique associée, en particulier), le candidat présente le support technique qu'il a choisi pour l'épreuve, ainsi que les investigations et développements qu'il a conduits pour s'en approprier le fonctionnement et les évolutions potentielles. Lors de la présentation, le candidat justifiera le choix du support d'étude et les investigations conduites qui pourraient, selon lui, donner lieu à des exploitations pertinentes en collège.

Les dossiers doivent être déposés au secrétariat du jury cinq jours francs avant le début des épreuves d'admission.

Seconde partie : interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable » (6 points)

- Présentation : 10 minutes
- Entretien avec le jury : 10 minutes

Le candidat répond pendant dix minutes à une question, à partir d'un document qui lui a été remis au début de l'épreuve, question pour laquelle il a préparé les éléments de réponse durant le temps de préparation de l'épreuve. La question et le document portent sur les thématiques regroupées autour des connaissances, des capacités et des attitudes définies, pour la compétence désignée ci-dessus, dans le point 3 « Les compétences professionnelles des maîtres » de l'annexe de l'arrêté du 19 décembre 2006.

Tout professeur contribue à la formation sociale et civique des élèves. En tant qu'agent de l'État, il fait preuve de conscience professionnelle et suit des principes déontologiques :

- il respecte et fait respecter la personne de chaque élève ;
- il est attentif au projet de chacun ;
- il respecte et fait respecter la liberté d'opinion ;
- il est attentif à développer une attitude d'objectivité ;
- il connaît et fait respecter les principes de la laïcité, notamment la neutralité ;
- il veille à la confidentialité de certaines informations concernant les élèves et leurs familles ;
- il exerce sa liberté et sa responsabilité pédagogique dans le cadre des obligations réglementaires et des textes officiels ;
- il connaît les droits des fonctionnaires et en respecte les devoirs. L'éthique et la responsabilité du professeur fondent son exemplarité et son autorité dans la classe et dans l'établissement.

Connaissances

Le professeur connaît :

- les valeurs de la République et les textes qui les fondent : liberté, égalité, fraternité ; laïcité ; refus de toutes les discriminations ; mixité ; égalité entre les hommes et les femmes ;
- les institutions (Etat et collectivités territoriales) qui définissent et mettent en œuvre la politique éducative de la nation ;

- les mécanismes économiques et les règles qui organisent le monde du travail et de l'entreprise ;
- la politique éducative de la France, les grands traits de son histoire et ses enjeux actuels (stratégiques, politiques, économiques, sociaux) en comparaison avec d'autres pays européens ;
- les grands principes du droit de la fonction publique et le code de l'éducation : les lois et textes réglementaires en relation avec la profession exercée, les textes relatifs à la sécurité des élèves (obligations de surveillance par exemple) et à la sûreté (obligation de signalement par exemple) ; -
- le système éducatif, ses acteurs et les dispositifs spécifiques (éducation prioritaire, etc.) ;
- la convention internationale des droits de l'enfant ;
- ses droits et recours face à une situation de menace ou de violence ;
- l'organisation administrative et budgétaire des écoles et des établissements publics locaux d'enseignement ;
- ses règles de fonctionnement de l'école ou de l'établissement (règlement intérieur, aspects budgétaires et juridiques) ;
- les caractéristiques et les indicateurs de l'école ou de l'établissement d'exercice ;
- le projet de l'école ou de l'établissement d'exercice ;
- le rôle des différents conseils (conseil d'école, conseil des maîtres, conseil de cycle, d'une part, conseil d'administration, conseil pédagogique, conseil de classe, conseil de discipline, d'autre part).

Capacités

Le professeur est capable :

- d'utiliser ses connaissances sur l'évolution et le fonctionnement du service public d'éducation nationale pour recourir aux ressources offertes ;
- de se situer dans la hiérarchie de l'institution scolaire ;
- de participer à la vie de l'école ou de l'établissement ;
- de repérer les signes traduisant des difficultés spécifiques des élèves dans le domaine de la santé, des comportements à risques, de la grande pauvreté ou de la maltraitance ;
- de contribuer, en coopérant avec des partenaires internes ou externes à l'institution, à la résolution des difficultés spécifiques des élèves ;
- de se faire respecter et d'utiliser la sanction avec discernement et dans le respect du droit.

Attitudes

Agir de façon éthique et responsable conduit le professeur à :

- faire comprendre et partager les valeurs de la République ;
- intégrer, dans l'exercice de sa fonction, ses connaissances sur les institutions, sur l'Etat (son organisation et son budget), sur ses devoirs de fonctionnaire ;
- respecter dans sa pratique quotidienne les règles de déontologie liées à l'exercice du métier de professeur dans le cadre du service public d'éducation nationale ; -
- respecter les élèves et leurs parents ;
- respecter et faire respecter le règlement intérieur, les chartes d'usage des ressources et des espaces communs ; -

- collaborer à la réalisation d'actions de partenariat engagées entre l'établissement et son environnement économique, social et culturel ;
- prendre en compte la dimension civique de son enseignement.