



## SCIENCES DE L'INGENIEUR

### SUJET « A »

Qui peut utiliser ce sujet de SCIENCES DE L'INGENIEUR ?

- Profil Violet **OUI** ✓
- Profil Jaune **OUI** ✓
- Profil Vert **NON** ✗

## CONCOURS AVENIR – Samedi 03 mai 2025 – Epreuve de Sciences

**Exercice 1 :** La figure 1, ci-dessous, représente les premiers octets d'une image bitmap (format BMP), obtenue d'une caméra, et visualisée avec un éditeur hexadécimal.

img24.bmp x																	
00000000	42	4D	36	00	1B	00	00	00	00	00	36	00	00	00	28	00	BM6.....6... (.
00000010	00	00	00	04	00	00	40	02	00	00	01	00	18	00	00	00	.....@.....
00000020	00	00	00	00	1B	00	74	12	00	00	74	12	00	00	00	00	.....t...t.....
00000030	00	00	00	00	00	00	70	93	A1	71	94	A2	71	94	A2	71	.....pôíqööóqööóq
00000040	94	A2	70	91	A0	70	91	A0	72	92	A1	74	93	A2	76	95	ööóæáæárÆítôönò

**Figure 1 : Contenu du fichier BMP.**

Ce fichier est constitué de plusieurs parties distinctes : un en-tête de fichier, un en-tête d'image, suivis des pixels (ici non représentés) constituant l'image proprement dite.

**1. Les deux premiers octets (0x42 pour 'B' et 0x4D pour 'M') signifient BMP. Ces octets sont représentés sous forme :**

- A. décimale
- B. binaire
- C. hexadécimale
- D. décimale et hexadécimale

Le tableau suivant donne la structure partielle (limitée aux 30 premiers octets) des en-têtes du fichier BMP.

Nombre d'octets	Signification
42 4D (2 octets)	Caractères B (0x42) et M (0x4D) pour BMP
4 octets	Taille du fichier (en octets)
4 octets	Toujours à 0
4 octets	Offset de l'image
4 octets	Taille de l'en-tête
4 octets	Largeur de l'image (nombre de pixels)
4 octets	Hauteur de l'image (nombre de pixels)
2 octets	Nombre de plans utilisés
2 octets	Bits par pixel

**2. La taille du fichier étant stockée sur 4 octets, quelle est la taille maximale pouvant être définie dans l'en-tête ci-dessus ?**

- A. Environ 4 méga-octets (Mo)
- B. Environ 4 octets
- C. Environ 4x256 octets
- D. Environ 4 giga-octets (Go)

**3. Quels sont les 4 octets de l'en-tête qui déterminent la largeur de l'image ?**

- A. 00 00 00 04
- B. 00 04 00 00
- C. 40 02 00 00
- D. 28 00 00 00

## CONCOURS AVENIR – Samedi 03 mai 2025 – Epreuve de Sciences

Dans le fichier présenté figure 1, une donnée définie sur plusieurs octets est enregistrée de telle sorte que l'octet le moins significatif (ou "little end") soit à l'adresse mémoire la plus faible (format "little endian").

**4. Quelle est la largeur de l'image dont l'en-tête est donnée figure 1 ?**

- A. 1024 pixels
- B. 400 pixels
- C. 4048 pixels
- D. 4 pixels

**Exercice 2 :** La caméra doit être alimentée sous une tension nominale de 18V. On utilise pour cela une batterie 18V / 4000mAh, constituée de cellules LiPo (Lithium-Polymère) de tension nominale 3,6V.

**5. A pleine charge, quelle quantité d'énergie est stockée dans la batterie ?**

- A. 4000J
- B. 22Wh
- C. 72W
- D. 72Wh

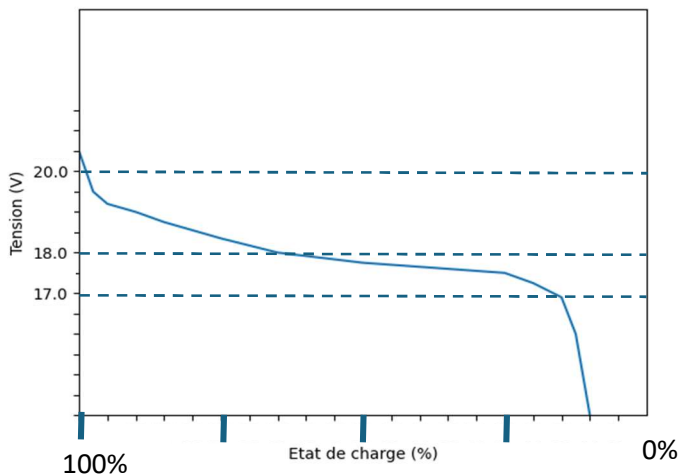
**6. Quel branchement faut-il réaliser pour obtenir la tension désirée ?**

- A. 5 cellules branchées en série
- B. 5 cellules branchées en parallèle
- C. 2 branches parallèles, chaque branche étant constituée de 10 cellules branchées en série
- D. 10 cellules branches en série

**7. Des cellules LiPo 3,6V / 2000mAh pourraient-elles convenir pour réaliser cette batterie ?**

- A. Non
- B. Oui, à condition de brancher 10 cellules en série
- C. Oui, à condition d'utiliser deux branches parallèles, chaque branche ayant 5 cellules en série
- D. Oui, mais avec 5 branches parallèles de 2 cellules en série

La tension aux bornes de la batterie dépend aussi de son état de charge, comme le montre la figure 2 ci-dessous. **Figure 2 : Tension à vide en fonction de l'état de charge.**



**8. Quelle est la tension à vide quand la batterie est chargée à 100% (voir figure 2) ?**

- A. Environ 22V
- B. Environ 18V
- C. Environ 21V
- D. Environ 20,5V

**9. La tension mesurée aux bornes d'une batterie dépend-t-elle du courant délivré ?**

- A. Non, la tension mesurée est toujours égale à la tension nominale de la batterie
- B. Oui, la tension mesurée diminue quand l'intensité du courant augmente
- C. Non, la tension mesurée ne dépend que de l'état de charge de la batterie
- D. Oui, la tension mesurée augmente quand l'intensité du courant augmente

**10. Si la batterie de 4000mAh (donc chargée à 100%) délivre un courant de 100mA, quel est son état de charge au bout de 10 heures ?**

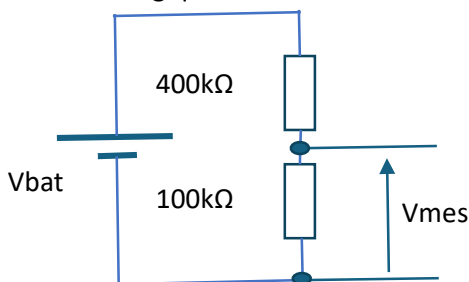
- A. 25 %
- B. 80 %
- C. 75 %
- D. 10 %

Un microcontrôleur est utilisé pour mesurer la tension aux bornes de la batterie et surveiller son état de charge (voir figure 2).

**11. Que permet de faire un microcontrôleur ?**

- A. Un traitement analogique de l'information
- B. Un traitement logique de l'information
- C. Un traitement numérique de l'information
- D. Un traitement analogique et numérique de l'information

Le montage suivant (figure 3) est utilisé pour adapter la tension de la batterie ( $V_{bat}$ ) à la gamme 0/5V des entrées analogiques du microcontrôleur.



**Figure 3 : Montage utilisé.**

**12. La tension  $V_{mes}$  est donnée par :**

- A.  $V_{bat} \cdot \frac{100\ 000}{400\ 000}$
- B.  $V_{bat} \cdot \frac{400\ 000}{100\ 000}$
- C.  $\frac{V_{bat}}{\frac{1}{5}}$
- D.  $V_{bat} \cdot \frac{1}{5}$

**13. Si  $V_{bat}$  vaut au maximum 21V, quelle est la plus grande valeur possible de  $V_{mes}$  ?**

- A. 4,2V
- B. 18V
- C. 4,2mV
- D. 5V

**14. Quel est l'intérêt d'utiliser des valeurs de résistances en  $k\Omega$  ?**

- A. Aucun, nous pourrions tout aussi bien utiliser des résistances mille fois plus petites ( $400\Omega$  et  $100\Omega$ )
- B. Ces résistances en  $k\Omega$  permettent de limiter l'intensité du courant débité dans le pont diviseur
- C. Des résistances en  $k\Omega$  permettent d'augmenter la tension dans le pont diviseur
- D. Des résistances en  $k\Omega$  sont moins chères et plus performantes

**15. La tension  $V_{mes}$  obtenue à la sortie du pont diviseur est-elle une grandeur :**

- A. analogique
- B. numérique
- C. logique
- D. arithmétique

Un convertisseur CAN 0/5V - 10 bits est utilisé à l'entrée du microcontrôleur.

**16. Quel est l'intervalle de valeurs pouvant être délivré par ce CAN ?**

- A. De 0 à 255
- B. De 0 à 1024
- C. De 0 à 1023
- D. De 0 à 256

**17. Sa résolution vaut environ :**

- A. 5mV
- B. 20mV
- C. 1mV
- D. 5V

**18. Quand la valeur numérique délivrée par le CAN vaut  $N=600$  (en décimal), le taux de charge de la batterie est :**

- A. Supérieur à 80%
- B. Proche de 50%
- C. Inférieur à 15%
- D. Proche de 30%

**Exercice 3 :** Des moteurs à courant continu, pouvant résister à de sévères conditions d'utilisation - pour des systèmes de surveillance en aérospatial par exemple - sont parfois utilisés pour motoriser des caméras.

**19. Dans une chaîne de puissance, un moteur est appelé :**

- A. Un effecteur
- B. Un actionneur
- C. Un pré-actionneur
- D. Un réducteur

**20. Si la puissance absorbée  $P = U \times I$  (où  $U$  représente la tension appliquée et  $I$  représente l'intensité du courant absorbé) alors:**

- A.  $U$  est une grandeur de flux et  $I$  est une grandeur d'effort
- B.  $U$  et  $I$  sont toutes deux des grandeurs d'effort
- C.  $U$  et  $I$  sont toutes deux des grandeurs de flux
- D.  $U$  est une grandeur d'effort et  $I$  est une grandeur de flux

Le modèle RL du rotor d'un moteur à courant continu est figuré ci-dessous.

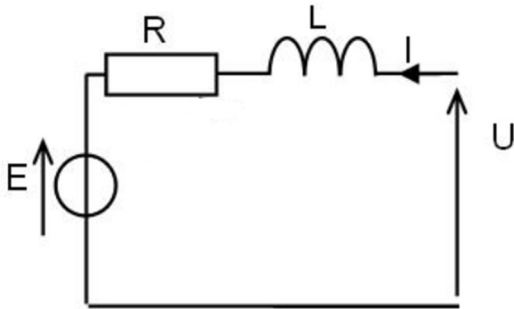


Figure 4 : Modèle RL du rotor.

**21. En régime permanent, quelle est la relation qui relie la tension appliquée ( $U$ ), le courant absorbé ( $I$ ) et les grandeurs caractéristiques du moteur :**

- A.  $U = R \cdot I$
- B.  $U = E - R \cdot I$
- C.  $E = U - R \cdot I - L \cdot \frac{dI}{dt}$
- D.  $U = E + R \cdot I$

La force électromotrice (fem)  $E$  est proportionnelle à la vitesse de rotation :  $E = k \cdot \omega$ ,  $k$  désignant une constante caractéristique du moteur.

**22. En quelle unité s'exprime la constante  $k$  ?**

- A.  $N \cdot s$
- B.  $V \cdot s$
- C. La grandeur  $k$  n'a pas d'unité
- D.  $V \cdot \text{rad}^{-1}$

**23. Au démarrage (moteur mis sous tension au temps  $t = 0s$ ), la relation entre la tension appliquée  $u(t)$  et le courant  $i(t)$  qui apparaît ( $\tau$  : constante de temps) est :**

- A.  $i(t) = K \cdot u(t) + \tau \cdot \frac{du(t)}{dt}$
- B.  $K \cdot u(t) = \tau \cdot \frac{di(t)}{dt} + i(t)$
- C.  $u(t) = K \cdot i(t) + \tau \cdot \frac{di(t)}{dt}$
- D.  $i(t) = \tau \cdot \frac{du(t)}{dt}$

24. Avec les symboles de la figure 4, la constante de temps  $\tau$  est donnée par :

- A.  $\frac{L}{R}$
- B.  $\frac{R}{L}$
- C.  $R.L$
- D.  $\frac{1}{R}$

25. En régime permanent, quelle est l'influence de l'inductance  $L$  ?

- A. Elle limite le courant absorbé
- B. Aucune
- C. Elle augmente la puissance du moteur
- D. Elle améliore le rendement du moteur

26. Un réducteur est utilisé à la sortie du moteur. Quel est son rôle ?

- A. Augmenter la puissance délivrée par le moteur
- B. Augmenter la vitesse et diminuer le couple de sortie
- C. Réduire la vitesse de l'axe moteur et augmenter le couple de sortie
- D. Améliorer le rendement de la chaîne de puissance

**Exercice 4 :** Un système télescopique et orientable selon deux axes est utilisé pour déplacer la caméra avec précision.

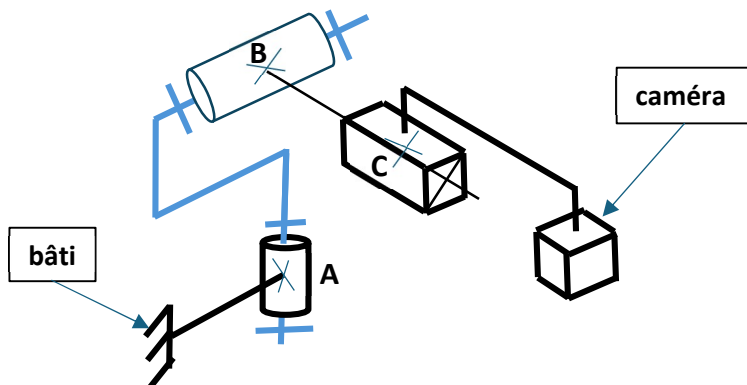


Figure 5 : Schéma cinématique du système de fixation de la caméra.

27. Une liaison pivot possède :

- A. Deux degrés de liberté
- B. Un degré de liberté
- C. Trois degrés de liberté
- D. Six degrés de liberté

28. On peut réaliser une liaison pivot avec :

- A. Deux liaisons glissières
- B. Une liaison sphérique (rotule) et une liaison linéaire annulaire (liaison sphère-cylindre)
- C. Une liaison sphérique
- D. Une liaison sphérique (rotule) et une liaison ponctuelle

La figure 6, ci-dessous, présente le bras télescopique, constitué des solides (2) et (3), faisant un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale. Les repères  $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  et  $(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  sont associés respectivement aux solides (1) et (2).

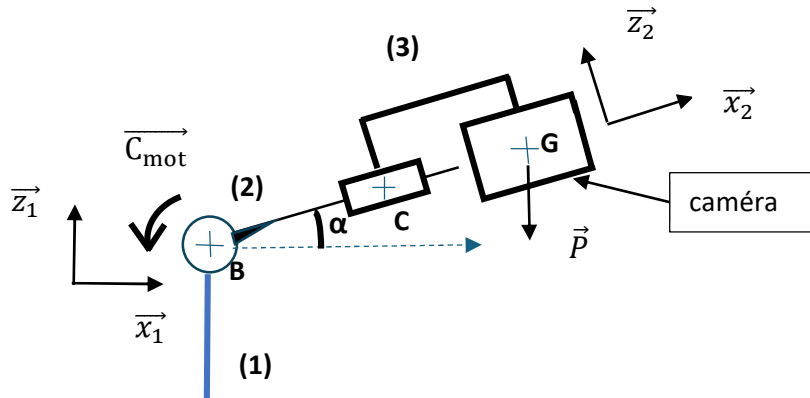


Figure 6 : Caméra inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale.

**29 :** Les coordonnées du vecteur  $\vec{x}_1$  dans le repère  $(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  sont :

- A.  $(\sin(\alpha) ; 0 ; \cos(\alpha))$
- B.  $(\cos(\alpha) ; 0 ; -\sin(\alpha))$
- C.  $(\cos(\alpha) ; -\sin(\alpha) ; 0)$
- D.  $(\sin(\alpha) ; -\cos(\alpha) ; 0)$

On néglige le poids du bras télescopique, la seule force de gravitation en œuvre est le poids  $P = mg$  de la caméra qui s'exerce verticalement (selon la direction  $\vec{z}_1$ ) comme illustré figure 6.

**30 :** Dans le repère  $(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  les coordonnées du vecteur  $\vec{P}$  sont données par :

- A.  $(mg \cdot \sin(\alpha) ; mg \cdot \cos(\alpha) ; 0)$
- B.  $(mg \cdot \cos(\alpha) ; -mg \cdot \cos(\alpha) ; 0)$
- C.  $(mg \cdot \cos(\alpha) ; 0 ; -mg \cdot \sin(\alpha))$
- D.  $(-mg \cdot \sin(\alpha) ; 0 ; -mg \cdot \cos(\alpha))$

**31 :** La forme du torseur des actions mécaniques transmissibles dans une liaison pivot en B d'axe  $\vec{y}$  est :

- A.  $\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & M \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_B$
- B.  $\begin{Bmatrix} L & X \\ 0 & 0 \\ N & Z \end{Bmatrix}_B$
- C.  $\begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_B$
- D.  $\begin{Bmatrix} X & L \\ Y & 0 \\ Z & N \end{Bmatrix}_B$



**32. On veut appliquer le principe fondamental de la statique (PFS). En particulier, la somme des moments en B est :**

- A.  $\overrightarrow{C_{mot}} + \overrightarrow{BG} \wedge \vec{P} = \vec{0}$
- B.  $\vec{P} + \overrightarrow{C_{mot}} = \vec{0}$
- C.  $\vec{P} + \overrightarrow{BG} \wedge \overrightarrow{C_{mot}} = \vec{0}$
- D.  $\overrightarrow{C_{mot}} + \vec{P} \wedge \overrightarrow{BG} = \vec{0}$

**33. On veut appliquer le principe fondamental de la statique (PFS). En particulier, la somme des moments en B sur l'axe  $\vec{y}_1 = \vec{y}_2$  est :**

- A.  $-P + C_{mot} = 0$
- B.  $-C_{mot} + l \cdot \cos \alpha \cdot mg = 0$
- C.  $C_{mot} + l \cdot \cos \alpha \cdot mg = 0$
- D.  $C_{mot} + l \cdot \sin \alpha \cdot mg = 0$

La liaison glissière entre (2) et (3) est assurée par un système pignon-crémaillère. Le diamètre du pignon est de 0,01m.

**34. A chaque tour du pignon, la crémaillère se déplace de :**

- A. Environ 31,4mm
- B. Environ 62,8mm
- C. 20mm
- D. 10mm

**35. Le diamètre primitif du pignon étant noté d, et son nombre de dents Z, son module s'exprime par :**

- A.  $d \cdot Z$
- B.  $\frac{d \cdot Z}{2}$
- C.  $\frac{2 \cdot d}{Z}$
- D.  $\frac{d}{Z}$

**36. Si F est l'effort en sortie de la crémaillère, avec  $\eta$  désignant le rendement de la liaison et d le diamètre primitif du pignon. Comment s'exprime le couple à fournir en entrée ?**

- A.  $\frac{F}{\eta}$
- B.  $\frac{F \cdot d}{\eta}$
- C.  $\frac{F}{d} \cdot \eta$
- D.  $\frac{F \cdot d}{2 \cdot \eta}$

Chaque liaison pivot est commandée par un servo-moteur, constitué d'un moteur est d'un système réducteur de type roue-vis sans fin.

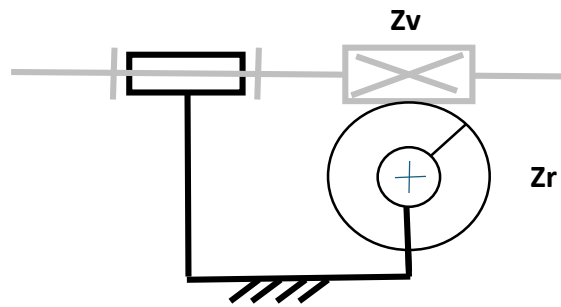


Figure 7 : Système roue dentée - vis sans fin.

**37. Le système roue dentée - vis sans fin est-il réversible ?**

- A. Oui, la roue comme la vis sans fin peuvent être l'organe menant
- B. Non, seule la roue dentée peut être l'organe menant
- C. Non, seule la vis sans fin peut être l'organe menant
- D. Oui, mais tout dépend du couple transmis par l'organe menant

$Z_r$  désigne le nombre de dents de la roue et  $Z_v$  le nombre de filets de la vis.

**38. Quel est le rapport de réduction de l'ensemble roue-vis sans fin ?**

- A.  $Z_r \cdot Z_v$
- B.  $\frac{Z_r}{Z_v}$
- C.  $\frac{Z_v}{Z_r}$
- D.  $\frac{1}{Z_v + Z_r}$

Le mouvement dans la liaison glissière en C est donné par un système du type pignon-crémaillère. Elle est figurée figure 8 ci-dessous

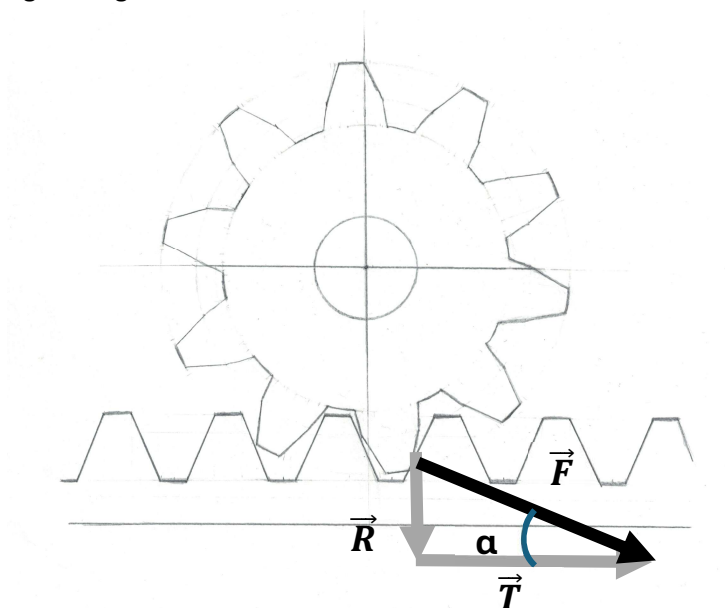


Figure 8 : Système pignon-crémaillère

39. Si  $T$  désigne la composante tangentielle de la force  $\vec{F}$  transmise par le pignon, la composante radiale  $R$  est donnée par :

- A.  $R = T \cdot \tan(\alpha)$
- B.  $R = T \cdot \sin(\alpha)$
- C.  $R = T / \tan(\alpha)$
- D.  $R = T / \cos(\alpha)$

40. En général, l'angle de pression des engrenages est :

- A. De l'ordre de 20 degrés
- B. De l'ordre de 10 degrés
- C. De l'ordre de 35 degrés
- D. De l'ordre de 5 degrés

• • • FIN • • •

**Ce sujet est la propriété intellectuelle exclusive du Concours Avenir. Il ne doit en aucun cas être emporté par les candidats à la fin de l'épreuve. Il doit être rendu à l'équipe surveillante en même temps que sa grille réponses associée.**