Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT Général

Enseignement de spécialité

Sciences de l'Ingénieur

Eléments de correction

Système de compression thoracique LUCAS

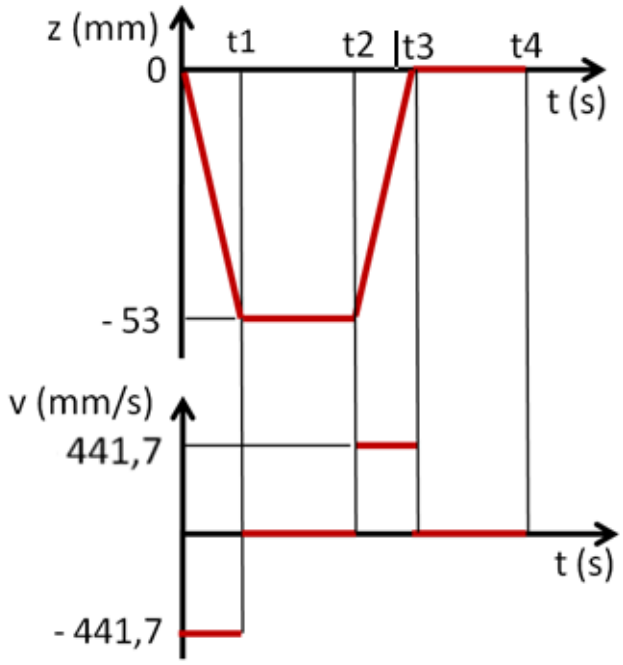
Sous-partie 1 – obligatoire

Question 1 *Les compressions sont efficaces si leur fréquence et leur profondeur sont adaptées. **Préciser** les possibilités de réglage de l'appareil en fréquence et en profondeur de compression.*

Fréquences : 102, 111 ou 120 coups par min
Profondeurs : 45 à 53 mm

Question 2 *En considérant le réglage par défaut des paramètres de compression, **déterminer** t_2 et t_4 en expliquant la démarche. **Indiquer** le type de mouvement pour chaque phase de déplacement du piston et **représenter** à main levée sur la copie, le graphe de la vitesse du piston en fonction du temps sur un cycle complet.*

1 - Paramètre par défaut : 102 compressions / min
60 [s/min] / 102 [comp/min] = 0,588 [s/comp], t4 = 588 ms
Cycle de compression / décompression 50%, t2 = 588 [ms] / 2 = 294 ms
(ou t2 = t3 - durée phase = 414 [ms] – 120 [ms] = 294 ms
2 –
Phase 1 : [t0 t2] mouvement de translation rectiligne uniforme (en descente)
Phase 2 : [t1 t2] pas de mouvement, piston à l'arrêt
Phase 3 : [t2 t3] mouvement de translation rectiligne uniforme (en montée)
Phase 4 : [t3 t4] pas de mouvement, piston à l'arrêt
3 - Calcul de la vitesse de la phase 1 : [t0 t1] V = - 53 [mm] / 0,120 [s] = - 441,7 mm/s (< 0 descente)
Calcul de la vitesse de la phase 3 : [t2 t3] V = 53 [mm] / 0,120 [s] = 441,7 mm/s (> 0 montée)



Question 3 ***Calculer*** *la puissance nécessaire pour déplacer le piston entre* t_0 *et* t_1*. De* t_1 *à* t_4*, la consommation d'énergie a été estimée à 15 J par cycle. En* ***déduire*** *une estimation de l'énergie consommée pour un cycle complet puis pour une RCP de 45 min.*
Comparer *l'estimation de la consommation d'énergie avec l'autonomie de la batterie.*

1 – Translation donc $P_{Comp} = F \times V = 600\ [N] \times 0{,}053\ [m] / 0{,}100\ [s] = 318\ W$
2 - $E_{Comp} = 318\ [W] \times 0{,}100\ [s] = 31{,}8\ J$
$E_{cyclecomplet} = 31{,}8\ [J] + 15\ [J] = 46{,}8\ J$
$E_{Intervention} = E_{cyclecomplet} \times 120\ [Comp/min] \times 45\ [min/intervention] = 252720\ [J] = 70{,}2\ Wh.$
3- < à la capacité de la batterie 86 Wh.
On a considéré l'effort constant et maximal, ce qui majore la consommation. On n'a pas tenu compte des pertes liées au rendement de la chaine de puissance.

Question 4 ***Évaluer*** *l'erreur statique (exprimée en %) pour chaque cas.* ***Indiquer*** *le réglage le plus adapté en justifiant la réponse.*

1 -

$kp = 5$	$kp = 20$
$\varepsilon = 13{,}5\ \%$	$\varepsilon = 3{,}7\ \%$

2 - Les mesures montrent que sur la réponse 2, pour kp=20, l'erreur statique a été réduite et par conséquent la précision augmentée.
Le réglage à privilégier est donc kp = 20 qui permettra d'obtenir une meilleure précision sur la position du piston.

Question 5 ***Comparer*** *ces deux résultats en termes de temps de compression, décompression et de profondeur de compression, puis* ***discuter*** *de la validité du modèle multiphysique.*

1 - La courbe obtenue par simulation fait apparaître à t = 260 ms la fin de la période de compression tout comme sur la mesure réelle. Le cycle ayant une durée de 500 ms, le temps de décompression est le même.
Le rapport compression/décompression est identique.
De même les profondeurs de compression atteintes sont sensiblement du même ordre (53 mm).
Par ailleurs, on peut remarquer que la profondeur de 50 mm est atteinte à t=130 ms sur la courbe de simulation contre t1 = 120 ms sur la courbe mesurée sur le réel.
Le modèle est donc légèrement moins rapide en compression que le système réel.
En revanche, la décompression est plus rapide sur modèle puisqu'à t = t3 = 370 ms, le modèle donne une profondeur restante de 8 mm, alors que la mesure réelle donne encore 15 mm.

2 - Le modèle reflète avec une bonne précision la profondeur de compression et le rapport compression/décompression mesuré sur le Lucas. Les vitesses de compression et de décompression sont moins bien rendues, les réactions de la cage thoracique étant plus délicates à modéliser.

Question 6 *La simulation donne finalement une consommation de 54,9 J sur l'ensemble d'un cycle.* ***Conclure*** *sur la capacité de la batterie retenue à répondre au cahier des charges.*

Energie pour un cycle x nbre de cycles / min x durée d'une intervention = 54,9 x 120 x 45 = 296460 [J] / 3600 [s] = 82,35 Wh.
La batterie d'une capacité de 86 Wh permet de répondre au besoin.

Sous-partie 2

Question 7 DR 1 *L'algorigramme simplifié qui gère l'affichage de l'indicateur d'état de charge de la batterie est proposé sur le document réponse DR 1.* ***Associer*** *chaque branche de cet algorigramme aux valeurs Etat_Batt correspondantes.*

Voir DR1

Question 8 DR 2 ***Compléter*** *sur document réponse DR 2 le programme python correspondant au nouvel affichage (Etat_Batt = 4).*

Voir DR2

Question 9 *Dans cette situation, le corps de trame contient 1,5 kio (1kio = 1024 octets) de données utiles.* ***Calculer*** *pour une trame complète le ratio, données utiles/données transmises.*

ratio = données utiles / données transmises = 1,5 x 1024 / (32 + 2312) = 65.5 %

Question 10 *Le fichier pdf envoyé par le LUCAS a une taille moyenne de 273 kio (contre 3,5 kio pour les données brutes non formatées). En considerant le ratio de 35% précédent,* ***calculer*** *le volume des données transmises. Le débit réel du WIFI (norme 802.11n) utilisé est de 100 Mbit·s^{-1}.* ***Calculer*** *le temps nécessaire pour transférer le fichier pdf émis par le LUCAS.*

1 - Volume des données transmises = 273 [kio] / 0.35=780 kio

*2 - Données à transmettre : 780 [kio] soit 780 * 1024 = 798720 octets*
*soit 798720 * 8 = 6389760 bits*
t = nb bits / débit = 6389760 / 100.10^6 = 63,8 ms

Question 11 *Calculer le temps nécessaire pour transférer le fichier pdf émis par le LUCAS.*

t = nb bits / débit = 6389760 / 100.10^6 = 63,8 ms

Question 12 **Conclure** sur l'intérêt du dispositif de contrôle de l'état de charge et sur la capacité à transmettre les informations post-intervention au regard de l'exigence Id21.

1 - Affichage de l'état de charge permettant d'anticiper un changement de batterie ou de source d'alimentation tout en assurant une continuité de l'intervention.

2 - Le temps de transfert (63,8 ms) obtenu est extrêmement faible au regard du temps de prise en charge d'un patient. Il est très inférieur au critère de 5 s du diagramme des exigences.
Le choix est pertinent car il permet d'envoyer un compte rendu au format pdf reconnu par une grande diversité d'appareils. Des données brutes auraient nécessité une mise en forme au niveau de l'utilisateur et donc l'installation d'un logiciel spécifique.

Sous-partie 3

Question 13 DR 3 ***Compléter*** *le schéma de principe partiel modélisant le mécanisme de compression du LUCAS en représentant, dans les zones en pointillé, sur le document réponse DR 3, la liaison entre la vis (2) et le boîtier (7) et la liaison entre la vis (2) et l'écrou (3).*

Voir DR3

Question 14 DR 3 Isoler le piston (8) en situation de compression et compléter le document réponse DR 3 en représentant graphiquement les actions mécaniques extérieures (sont déjà représentés $\overrightarrow{C_{4\to 8}}$ action du ressort de rappel 4 sur le piston 8 en C).

Voir DR3
B.A.M.E. -> (8) :

1. *action mécanique de la pesanteur en centre de gravité du piston notée* $\overrightarrow{G_{pesanteur\to 8}}$;
2. *action mécanique du ressort de compression en D notée* $\overrightarrow{D_{6\to 8}}$;
3. *action mécanique de la poitrine (de la ventouse) du patient en D notée* $\overrightarrow{D_{patient\to 8}}$.

Question 15 *Montrer que l'on obtient la relation* $Z_{patient8} \approx -\ k_R\ .\ (\Delta e - \Delta p)$ *en appliquant le théorème de résultante dynamique au piston en projection sur l'axe* $(O, \vec{z})$ *et en considérant que* $k_R >> k_r$.

On applique le théorème de la résultante dynamique au piston en projection sur l'axe $(O, \vec{z})$. *Comme la masse du piston est négligée* $\sum \overrightarrow{F_{Extérieur\to 8}} \cdot \vec{z} = 0$

$- F_0 + k_R.(\Delta e - \Delta p) + F_0 + k_r.(\Delta e - \Delta p) + Z_{patient8} = 0$

$\Leftrightarrow \quad Z_{patient8} = -(k_R + k_r).(\Delta e - \Delta p) \approx -k_R.(\Delta e - \Delta p) > 0$

$k_r = 0{,}001\ .\ k_R$. *On peut donc négliger l'action du ressort de rappel devant celle du ressort de compression.*

Question 16
figure 9

Calculer le pas de la vis à billes (2). Sachant que la position angulaire de la poulie motrice (11) est connue avec une précision de 0,18°, **déterminer** la précision (notée p_{z3}) sur le positionnement de l'écrou (3).

1 - Le modèle donne le rapport k [m/rad] entre la vitesse de translation de l'écrou et vitesse de rotation de la vis.
On en déduit le pas de la vis p = k x 2π = 0,00191 x2.π = 12 mm.
2 - Précision sur la position angulaire de la vis θ° x r
Précision sur la position linéaire de l'écrou $p_{z3} = θ° \times r \times p / 360 = 0,18 \times 0,5 \times 12 / 360 = 0,003$ mm.

Question 17

***Calculer** la sensibilité S_C du capteur de position en $mV \cdot mm^{-1}$. La tension U_{C1} est ensuite convertie en une valeur numérique à l'aide d'un convertisseur analogique numérique de résolution 12 bits. **Calculer** le quantum q. En **déduire** la précision (notée p_{z8}) sur la position du piston (8).*

Sensibilité : Sc = 5 / 206.8 = 24.18 mV/mm.
Quantum : q = Upe / (2^n - 1) = 5 / 4095 = 1,22 mV (Upe est la tension pleine échelle)
p_{z8} = 24.18 mV/mm la précision sur la position est donc 1,22 / 24,18 = 0,05 mm

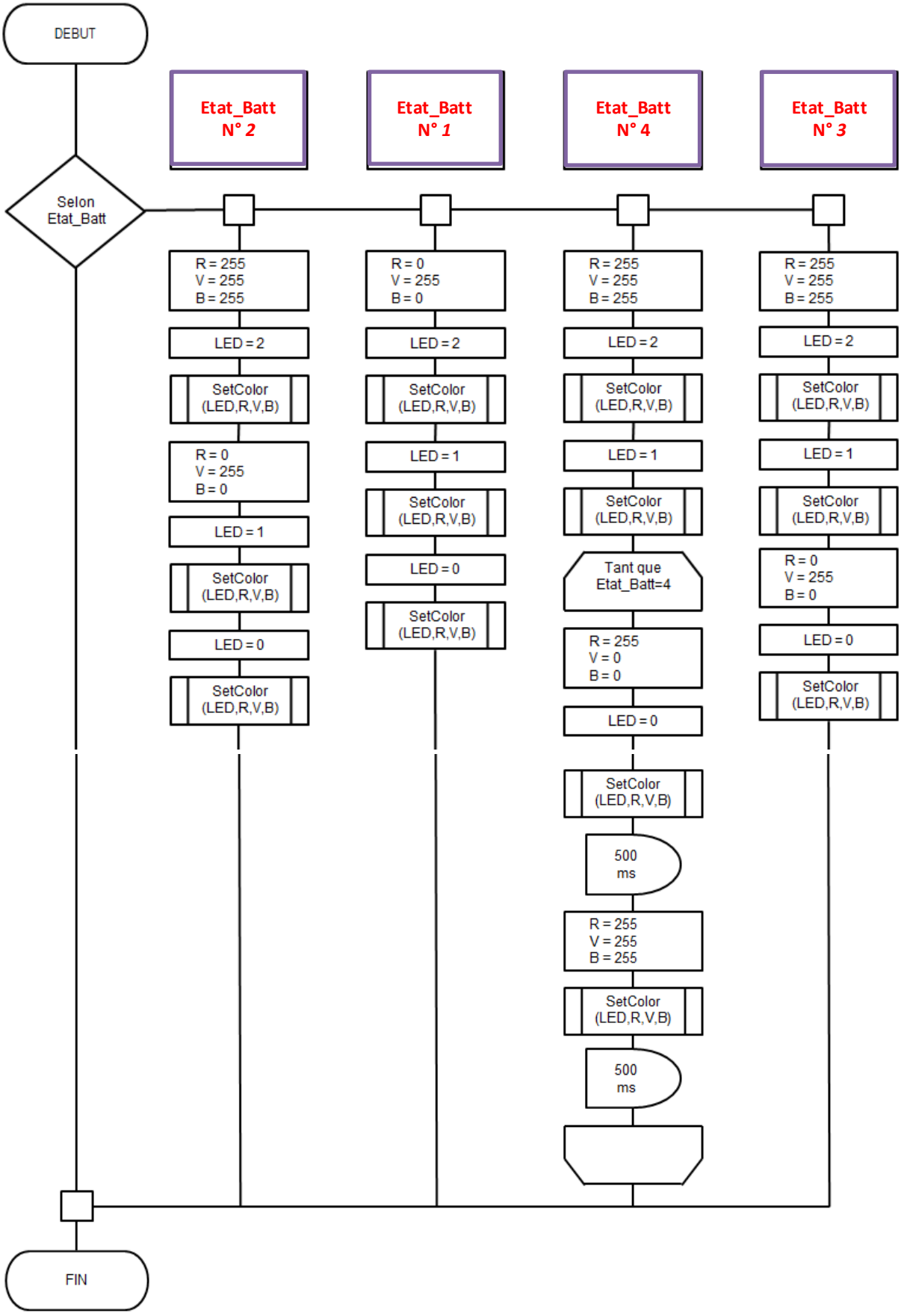
Question 18
figure 5

Déterminer la précision sur la valeur obtenue de la force du ressort de compression et **conclure** quant au respect de l'exigence Id 35.

Incertitude sur Δe = 0,003 mm (négligeable)
Incertitude sur Δp = 0,05 mm
Incertitude sur $\Delta e - \Delta p$ = 0,05 mm
Avec une raideur de 120 $N.mm^{-1}$, l'incertitude sur l'effort de compression est de 6 N, valeur compatible avec la limite de 13 N annoncée dans le diagramme des exigences.

Document réponse 1

Question 7 – choix 1



Document réponse 2

Question 8 – choix 1

```
if Etat_Batt== 4 :

    R=255
    V=255
    B=255

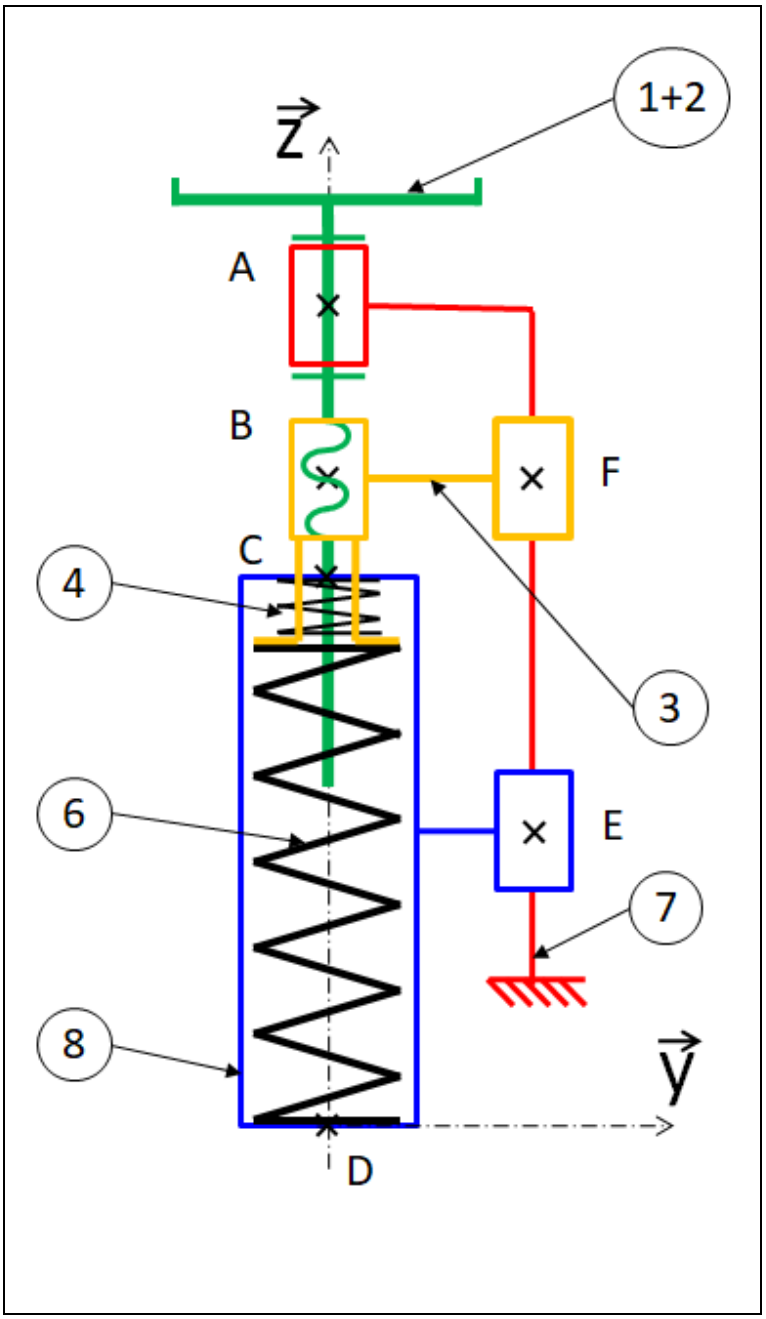
    LED=2
    SetColor(LED,R,V,B)
    LED=1
    SetColor(LED,R,V,B)

    while  Etat_Batt==4 :

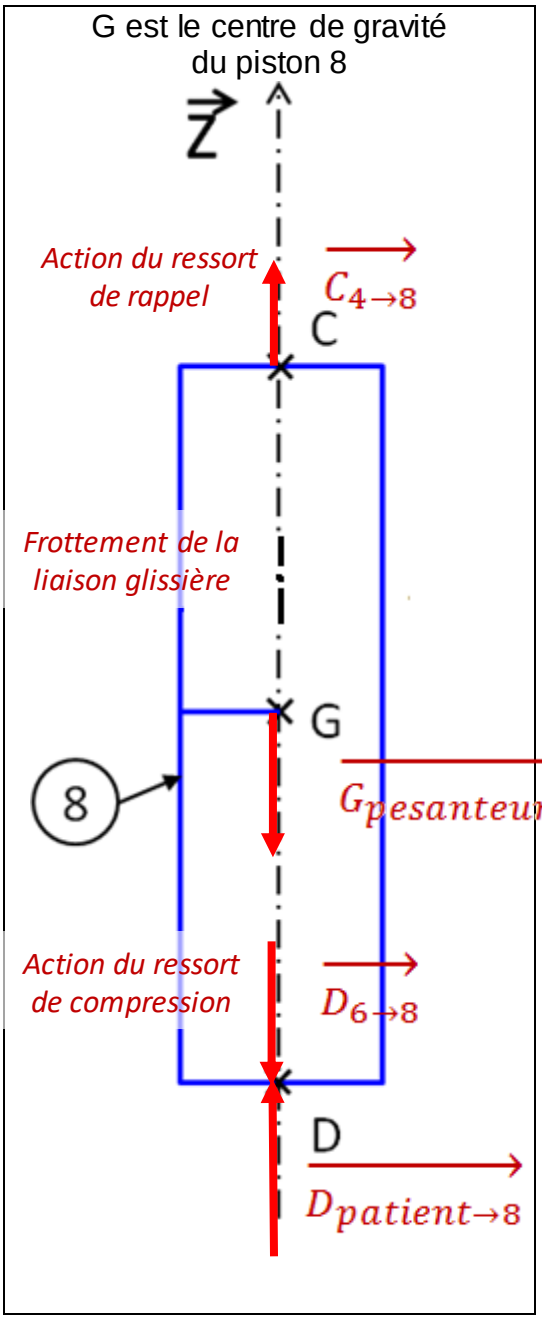
        R=255
        V=255
        B=255
        LED=0
        SetColor(LED,R,V,B)
        time.sleep(0.250)
        R=255
        V=255
        B=0
        SetColor(LED,R,V,B)
        time.sleep(0.250)
```

Document réponse 3

Question 13 – choix 2



Question 14 – choix 2



Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.