



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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## Conception et Industrialisation en Microtechniques

### ÉPREUVE E3

#### Mathématiques et sciences physiques appliquées

#### UNITÉ U32

#### SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Documents à rendre avec la copie :

- DOCUMENT RÉPONSE DR1 page 13/15
- DOCUMENT RÉPONSE DR2 page 14/15
- DOCUMENT RÉPONSE DR3 page 15/15

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet et comporte 15 pages numérotées de 1/15 à 15/15.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 1 sur 15

## TAPIS DE COURSE INTERACTIF

*Le tapis de course permet la pratique de la course à pied en salle, sans contrainte météorologique et avec un meilleur amortissement pour l'utilisateur que sur le revêtement citadin. Il peut être utilisé en salle de gymnastique spécialisée ou dans un logement personnel, en toute sécurité.*

*L'utilisateur court sur une courroie mobile qui est entraînée dans le sens inverse de la course. La vitesse de déplacement de la courroie mobile est réglable pour permettre au coureur de rester sur place.*

*Le sujet portera sur l'étude des fonctions techniques « dérouler la courroie mobile » et « incliner la plateforme de marche ».*



*Le tapis de course interactif*

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 2 sur 15

Le sujet comporte quatre parties indépendantes :

Partie A : comment justifier le choix du moteur du tapis ? (8 points) ;

Partie B : comment faire varier la vitesse du tapis ? (6 points) ;

Partie C : comment régler l'inclinaison du tapis ? (3 points) ;

Partie D : comment afficher la position d'inclinaison du tapis ? (3 points).

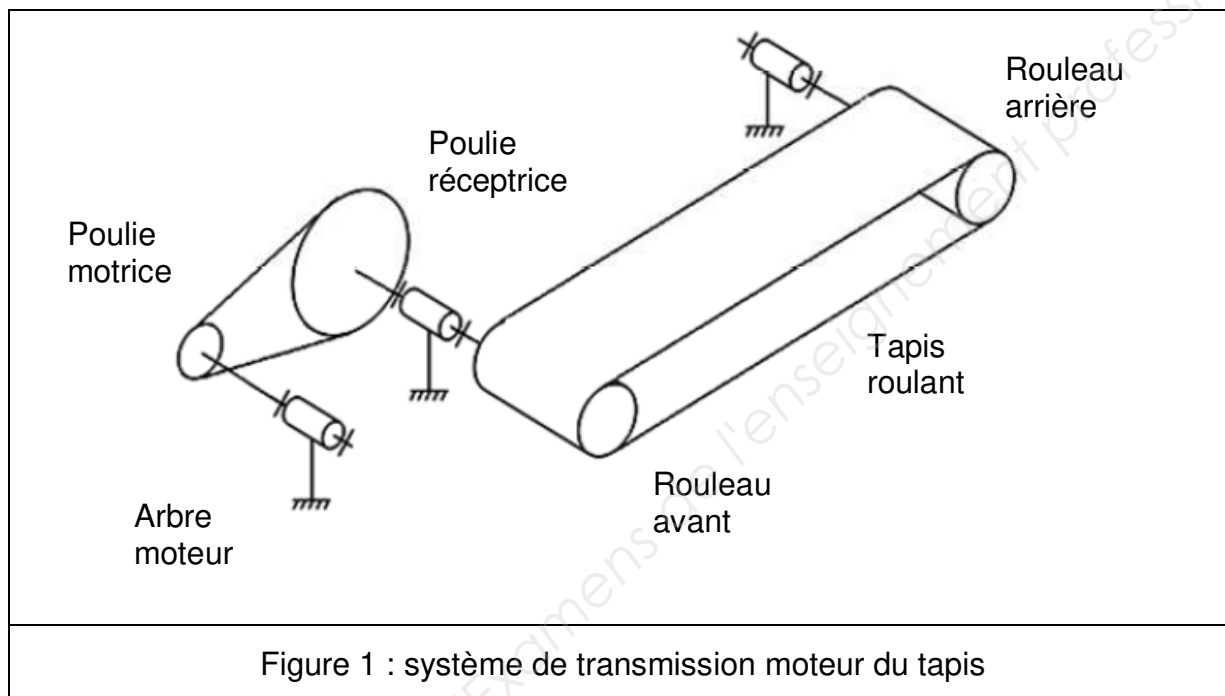
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 3 sur 15

## Partie A : comment justifier le choix du moteur du tapis ? (8 points)

Nous voulons déterminer dans cette partie la vitesse et les caractéristiques du moteur pour entraîner le tapis avec sa charge à la vitesse de  $16,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

### Étude du système poulies-courroie pour adapter la vitesse du moteur à celle du tapis



Données techniques :

- diamètre de la poulie motrice  $D_m = 52,0 \text{ mm}$  ;
- diamètre de la poulie réceptrice  $D_r = 88,0 \text{ mm}$  ;
- diamètre des rouleaux  $D = 50,0 \text{ mm}$ .

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 4 sur 15

On admet que la courroie des poulies et le tapis roulant sont inextensibles (il y a entraînement sans glissement), et que la vitesse linéaire du tapis, notée  $v$ , vaut  $16,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

- Q1.** Montrer que  $\Omega_{\text{pr}}$  vaut  $178 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$  sachant que la vitesse de rotation  $\Omega_{\text{pr}}$  de la poulie réceptrice est égale à la vitesse de rotation  $\Omega_{\text{av}}$  du rouleau avant.
- Q2.** Vérifier que le rapport de réduction de la transmission poulie motrice - poulie réceptrice, notée  $r$ , vaut 0,591.
- Q3.** Calculer la vitesse angulaire de rotation  $\Omega_{\text{pm}}$  (en  $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ) de la poulie motrice.
- Q4.** Dédurre la vitesse de rotation  $n_m$  (en  $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ ) du moteur.

### Vérification de la puissance nominale du moteur à courant continu.

Le tapis est entraîné par un moteur à courant continu à aimant permanent dont les caractéristiques nominales sont les suivantes :

Tension : $U_n = 130 \text{ V}$	Puissance utile : $P_n = 1840 \text{ W}$
Courant : $I_n = 17,6 \text{ A}$	Couple utile : $T_n = 5,76 \text{ N}\cdot\text{m}$
Résistance d'induit : $R = 1,10 \Omega$	Vitesse de rotation : $N_n = 3050 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$

- Q5.** Représenter le circuit comportant le modèle électrique équivalent de l'induit du moteur et sa source d'alimentation électrique.
- Q6.** Nommer l'élément de votre modèle permettant de représenter les pertes par effet Joule.
- Q7.** Calculer la puissance de ces pertes au point de fonctionnement nominal.
- Q8.** Vérifier que la puissance utile nominale, notée  $P_n$ , vaut  $1840 \text{ W}$  sachant que les pertes collectives, notées  $P_c$ , valent  $107 \text{ W}$ .

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 5 sur 15

## Validation du choix du moteur

Pour entraîner un coureur à la vitesse  $v$  de  $16,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , le rouleau moteur exerce sur le tapis une force, notée  $\vec{F}$ , de valeur  $230 \text{ N}$  (figure 2).

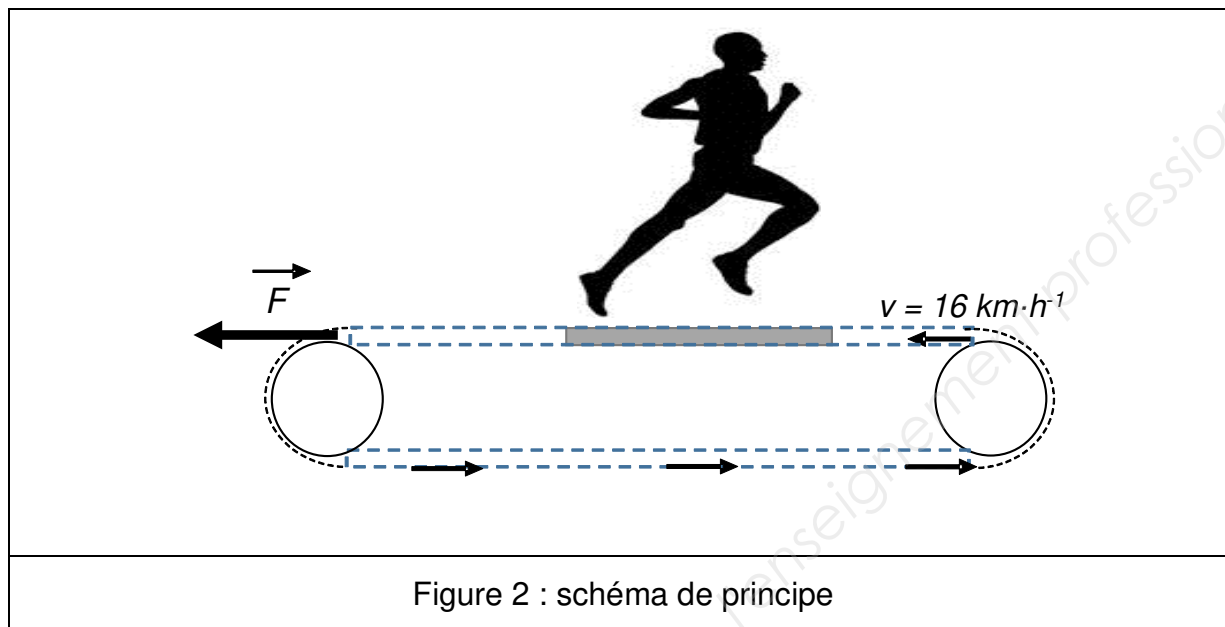


Figure 2 : schéma de principe

- Q9.** Montrer que la valeur de la puissance transmise au tapis roulant est  $P_{\text{ent}} = 1022 \text{ W}$ .
- Q10.** En déduire la puissance mécanique, notée  $P_M$ , que doit fournir le moteur sachant que le rendement global de la transmission entre le moteur et le tapis vaut  $0,90$ .
- Q11.** Justifier que le moteur choisi par le constructeur est bien adapté.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 6 sur 15

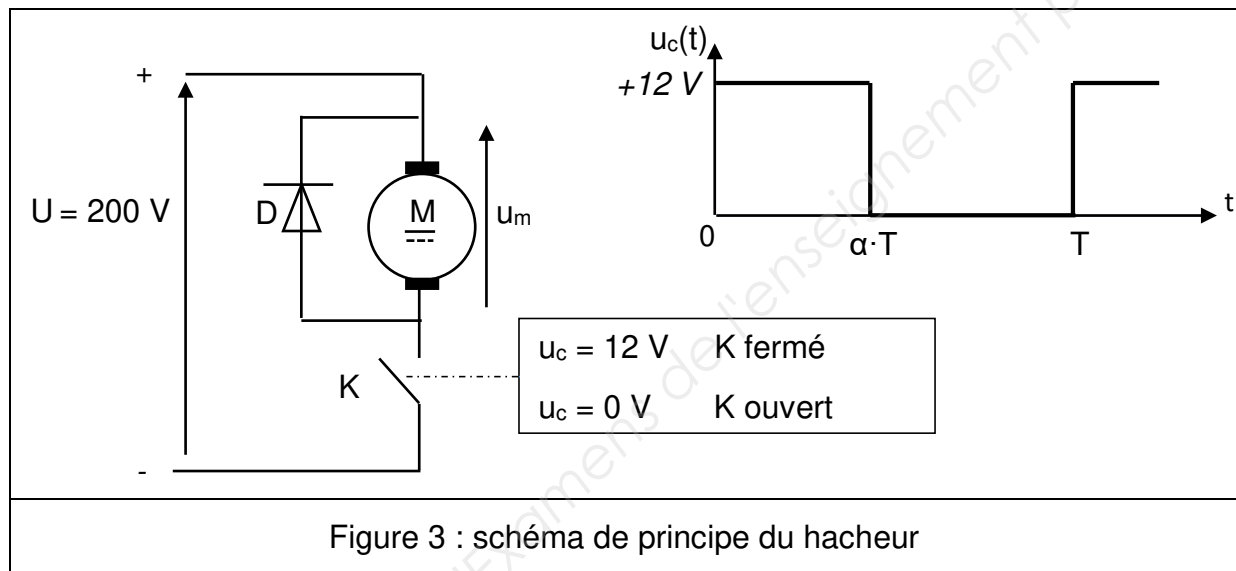
## Partie B : comment faire varier la vitesse du tapis ? (6 points)

Le moteur est alimenté par l'intermédiaire d'un convertisseur continu-continu délivrant une tension moyenne  $\langle u_m \rangle = 116 \text{ V}$ .

### Étude du hacheur série permettant d'obtenir la vitesse souhaitée

Le réglage de la valeur moyenne  $\langle u_m \rangle$  de la tension est obtenu par un signal  $u_c(t)$  qui commande l'interrupteur  $K$  du hacheur suivant le schéma de la figure 3.

On applique la tension de commande  $u_c(t)$  à l'interrupteur  $K$ .



**Q12.** Préciser le rôle de la diode  $D$ .

**Q13.** Compléter sur le DOCUMENT RÉPONSE DR1, le chronogramme de la tension  $u_m(t)$  aux bornes de l'induit du moteur.

**Q14.** Donner l'expression de la valeur moyenne de la tension  $u_m(t)$ , notée  $\langle u_m \rangle$ , en fonction du rapport cyclique  $\alpha$  et de  $U$ .

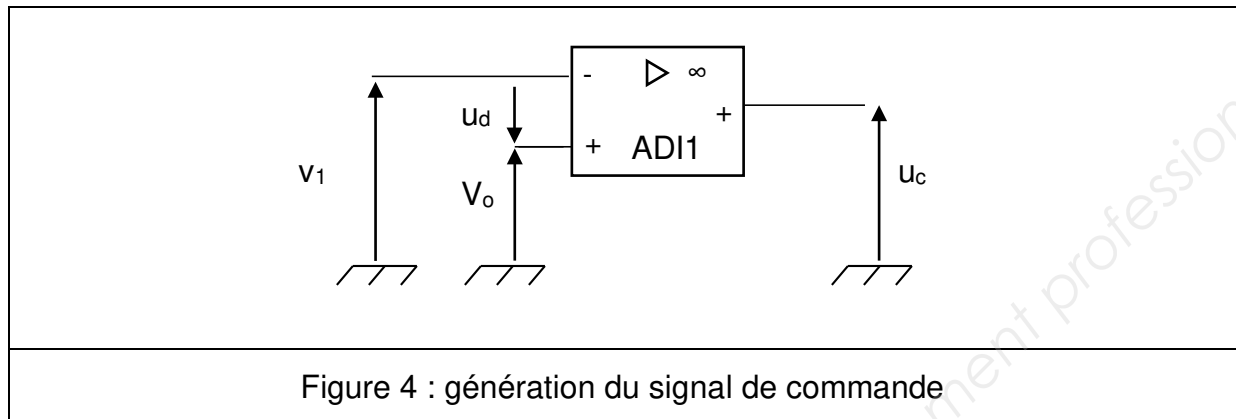
**Q15.** Calculer la valeur du rapport cyclique  $\alpha$  pour obtenir une tension moyenne  $\langle u_m \rangle = 116 \text{ V}$ .

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 7 sur 15



## Étude du circuit de commande de l'interrupteur K

La figure 4 représente le schéma du circuit permettant de générer la tension  $u_c$  de commande de l'interrupteur.



$V_0$  est une tension continue image de la vitesse souhaitée.

L'amplificateur différentiel intégré ADI1 est considéré comme parfait et alimenté entre 0 V et 12 V.

**Q16.** Donner le régime de fonctionnement de l'ADI1 en justifiant votre réponse. Préciser la fonction réalisée par le circuit.

**Q17.** Donner la valeur que peut prendre  $u_c$  suivant le signe de  $u_d$ .

La tension  $v_1$  est un signal triangulaire alternatif d'amplitude 10 V.

**Q18.** Représenter la tension  $u_c$  sur le DOCUMENT RÉPONSE DR2 pour la valeur  $V_0 = 1,6$  V.

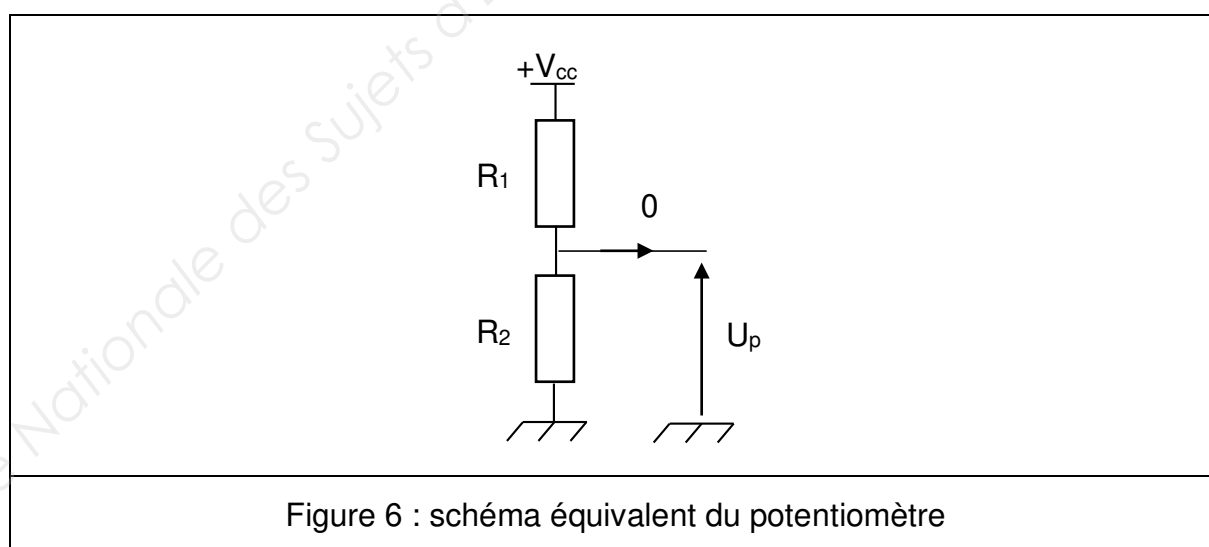
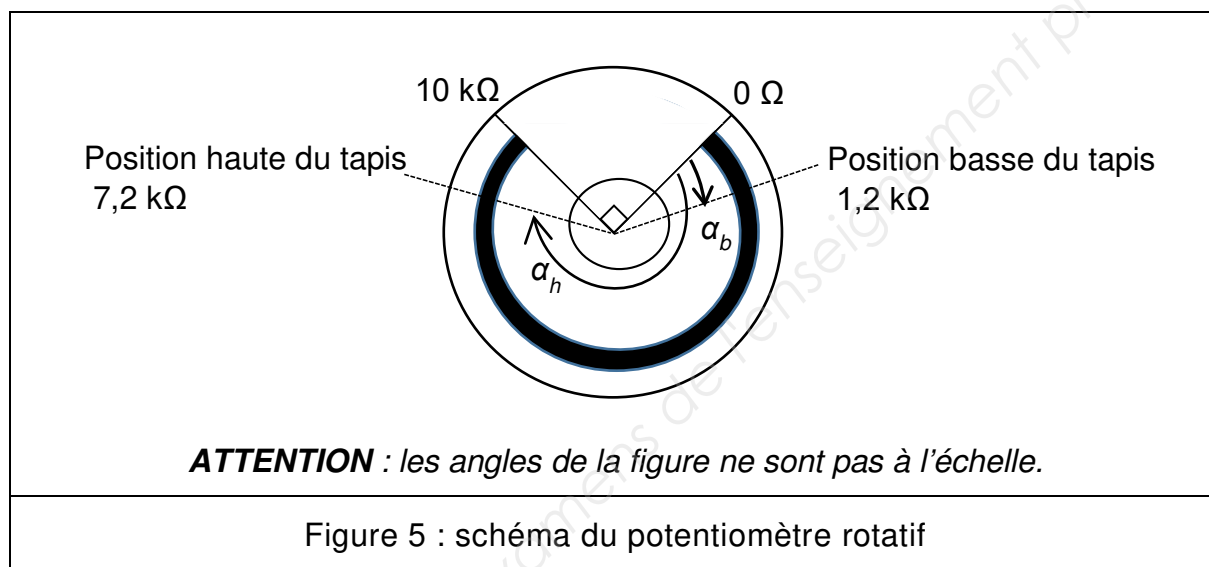
**Q19.** Vérifier graphiquement que la valeur du rapport cyclique  $\alpha$  de la tension de commande  $u_c$  vaut environ 0,58.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 8 sur 15

## Partie C : comment régler l'inclinaison du tapis ? (3 points)

L'inclinaison permet de modifier la difficulté de l'effort et de solliciter davantage certains muscles. La marche en forte inclinaison procure davantage de confort au niveau des articulations et du dos. Une commande par impulsions (de 0 à 12) incrémente ou décrémenté l'inclinaison du tapis suivant 13 positions.

La position de l'inclinaison du tapis est contrôlée par un potentiomètre rotatif monotour linéaire (figure 5). La résistance prise aux bornes du potentiomètre est proportionnelle à l'angle de rotation de celui-ci. La valeur maximale de la résistance ( $10\text{ k}\Omega$ ) est obtenue pour un angle de rotation égal à  $270^\circ$ .



BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 9 sur 15

Lorsque le tapis est en position basse alors :  $R_1 = 8,8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1,2 \text{ k}\Omega$  et  $U_p = 0,6 \text{ V}$ .

Lorsque le tapis est en position haute alors :  $R_1 = 2,8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 7,2 \text{ k}\Omega$  et  $U_p = 3,6 \text{ V}$ .

**Q20.** Établir l'expression de  $U_p$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $V_{cc}$ .

**Q21.** Calculer la valeur de  $V_{cc}$  dans ces conditions.

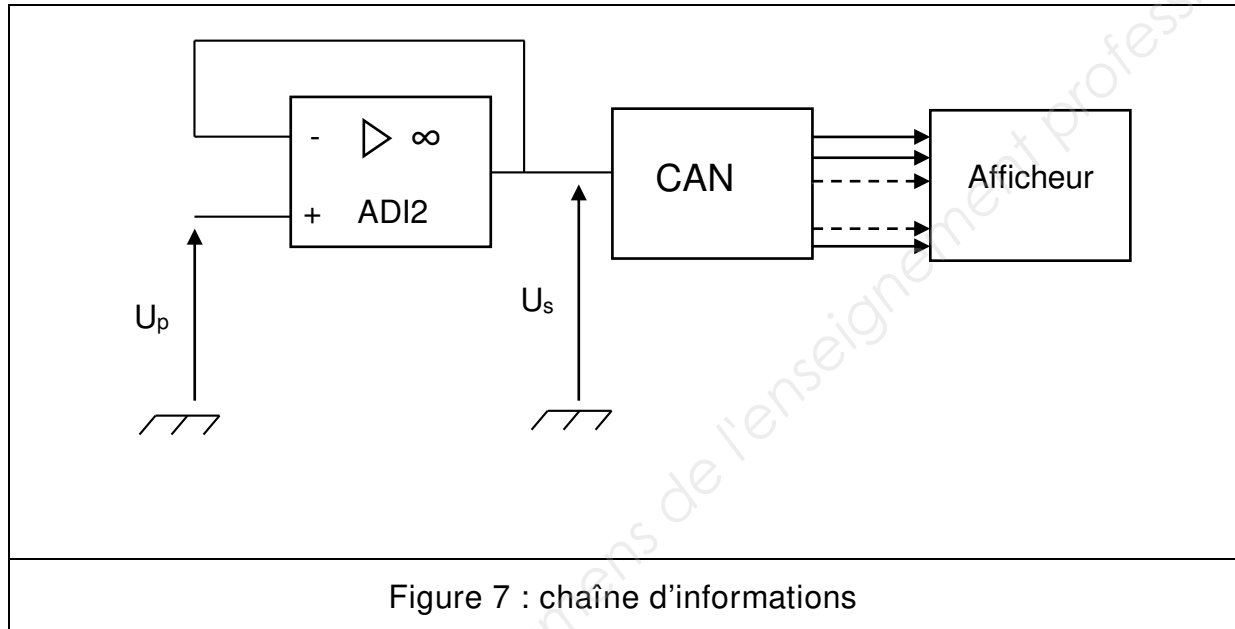
**Q22.** Déterminer la valeur de l'angle de rotation du potentiomètre  $\alpha_b$  qui correspond à la position basse du tapis en vous aidant de la figure 5.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 10 sur 15

## Partie D : comment afficher la position d'inclinaison du tapis ? (3 points)

La tension  $U_p$  issue du montage potentiométrique est l'image de la position d'inclinaison du tapis. Cette tension est appliquée à un convertisseur analogique numérique (CAN) pour être traitée avant affichage.

On schématise le circuit sur la figure 7.



L'amplificateur différentiel intégré ADI2 est considéré comme parfait. Il est alimenté sous deux tensions  $+12\text{ V}$  et  $-12\text{ V}$ . La conversion s'effectue sur 8 bits.

Pour la suite, on considère que la tension  $U_p$  varie entre  $0,60\text{ V}$  (position 0) et  $3,6\text{ V}$  (position 12) par tranche d'égale valeur de tension.

Le quantum est donné par l'expression suivante :  $q = \frac{V_{ref}}{2^n}$  avec  $V_{ref}$  valant  $5,0\text{ V}$  et  $n$  représentant le nombre de bits.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 11 sur 15

**Q23.** Donner le nom du montage réalisé par l'amplificateur AD12. Indiquer son intérêt.

**Q24.** Dédurre la relation entre  $U_s$  et  $U_p$ .

**Q25.** Calculer le quantum en précisant son unité. Vous donnerez la valeur avec 3 chiffres significatifs.

**Q26.** Donner l'expression de la valeur de sortie du CAN notée  $N_{10}$  en fonction de la tension d'entrée  $U_s$  et du quantum.

*Lorsque le sélecteur d'inclinaison par impulsion passe de la position 0 à la position 1, la tension  $U_p$  varie de 0,25 V.*

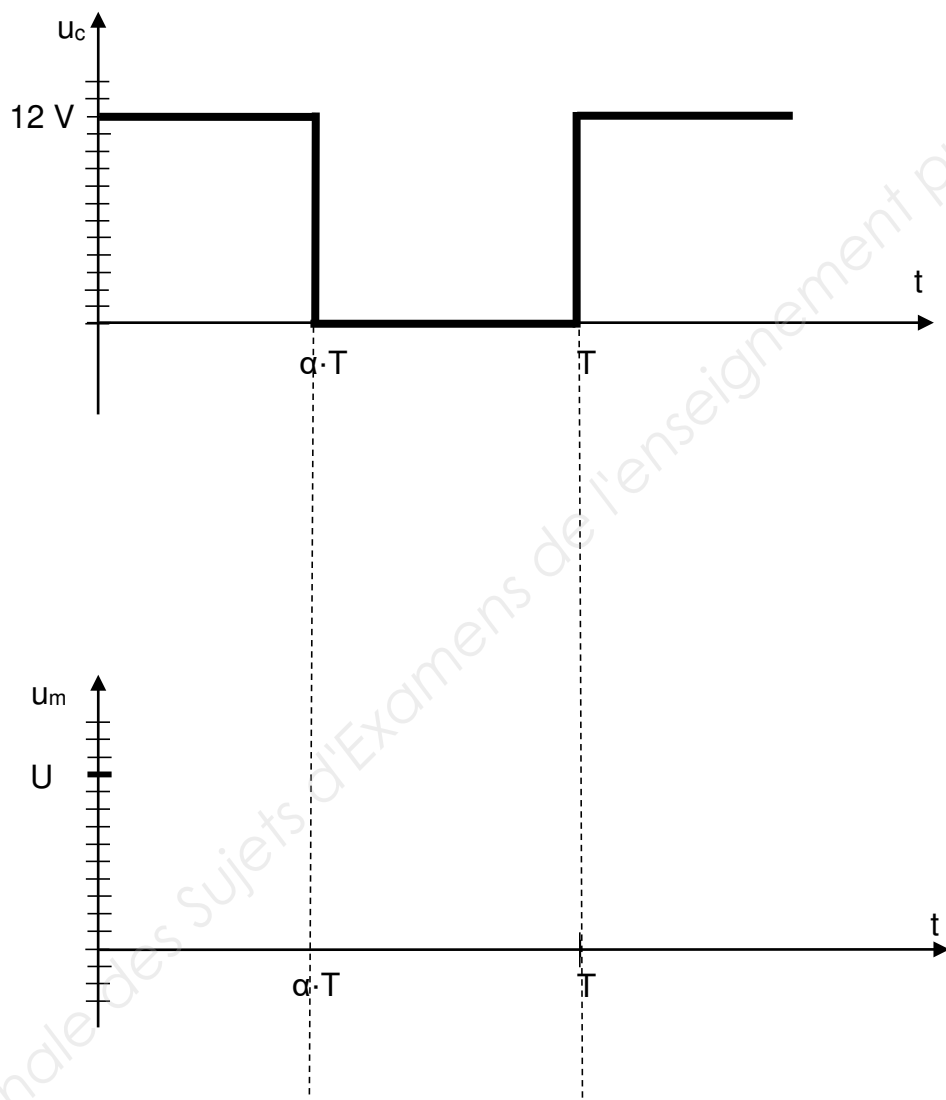
**Q27.** Compléter le tableau de synthèse du DOCUMENT RÉPONSE DR3.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 12 sur 15

# DOCUMENT RÉPONSE DR1

## À rendre avec votre copie

RÉPONSE à la Q13

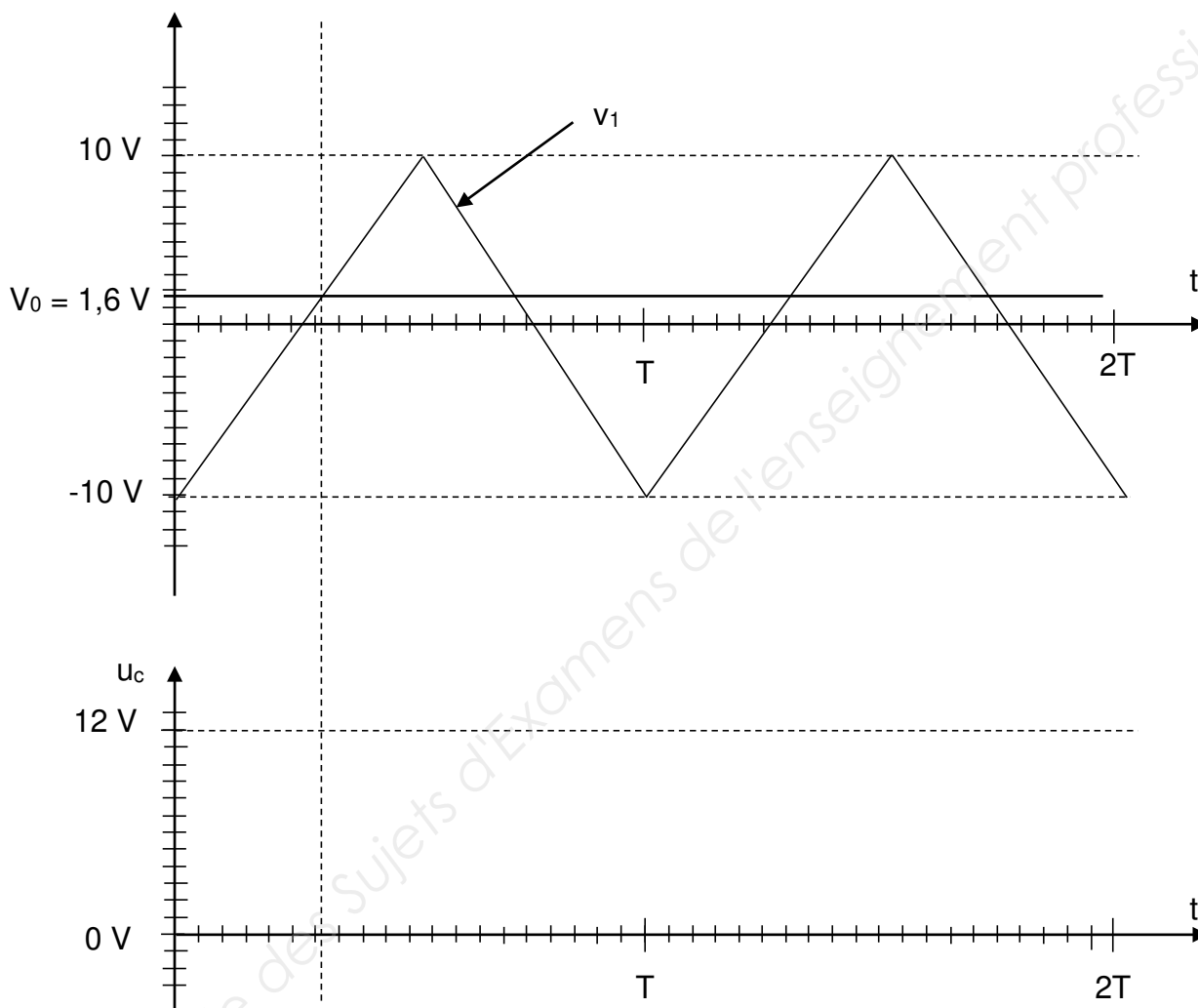


BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 13 sur 15

# DOCUMENT RÉPONSE DR2

## À rendre avec votre copie

RÉPONSE à la Q18



BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 14 sur 15

# DOCUMENT RÉPONSE DR3

## À rendre avec votre copie

RÉPONSE à la Q27

Position	$U_p$	$N_{10}$ en décimal (partie entière)	$N_2$ en binaire
0		30	
1			00101011
12	3,6	184	10111000

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2019
CODE SUJET : 19 - CDE3SC - ME1	Coefficient : 1,5	Page 15 sur 15



Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.