

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Conception et Industrialisation
en Microtechniques

ÉPREUVE E3

Mathématiques
et
sciences physiques appliquées

UNITÉ U32

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

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

Documents à rendre avec la copie :

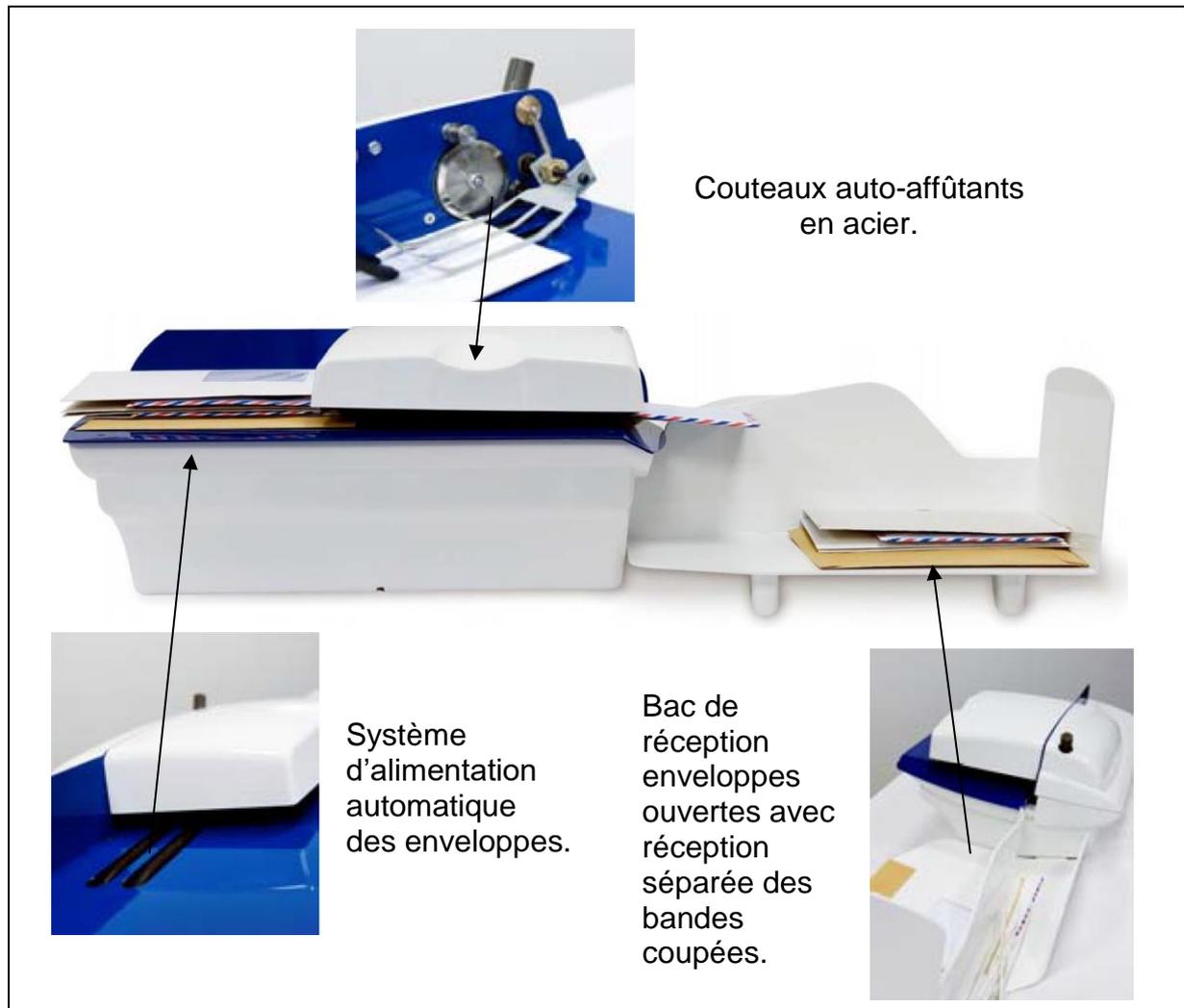
- DOCUMENT RÉPONSE DR1 page 16/18
- DOCUMENT RÉPONSE DR2 page 17/18
- DOCUMENT RÉPONSE DR3 page 18/18

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et comporte 18 pages numérotées de 1/18 à 18/18.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 1 sur 18

Étude d'un ouvre-lettres électrique

Un ouvre-lettres électrique est un appareil permettant d'automatiser une tâche répétitive qui se retrouve dans nombre d'entreprises et d'administrations.



L'ouvre-lettres étudié est alimenté par le réseau 230 V ; 50 Hz et accepte tous les formats d'enveloppes de la série C (norme ISO 216) allant de C10 à C4.

Il ouvre chaque enveloppe en coupant une bande de papier sur le bord supérieur de l'enveloppe, garantissant l'intégrité du contenu de celle-ci, l'empile dans le bac de réception et sépare les déchets pour un traitement simple et rapide.

L'ouvre-lettres dispose également d'un bac de stockage d'enveloppes important pour un traitement optimal du courrier entrant. Le modèle étudié permet d'ouvrir jusqu'à 150 lettres de type C5/6 par minute.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 2 sur 18

Le sujet comporte quatre parties indépendantes.

Partie A : comment détecter la présence d'une enveloppe ? (4 points)

Partie B : comment alimenter cet ouvre-lettres et le protéger de tout dysfonctionnement ? (10 points)

Partie C : comment mettre en mouvement une enveloppe et procéder à son ouverture ? (4,5 points)

Partie D : le débit d'ouverture des enveloppes est-il conforme à la présentation du produit ? (1,5 points)

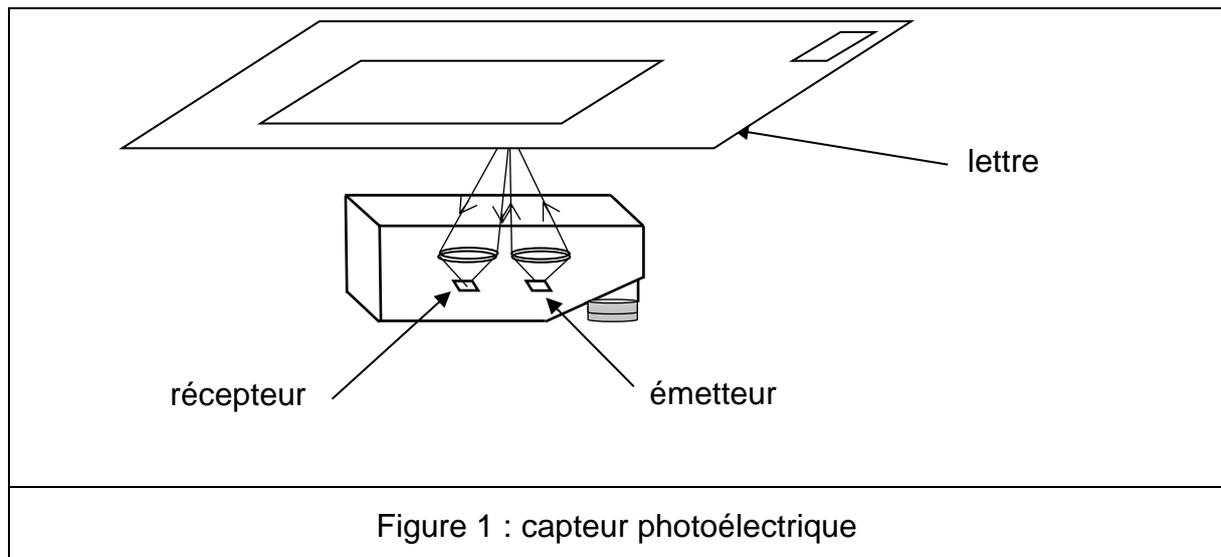
BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 3 sur 18

Partie A : comment détecter la présence d'une lettre ? (4 points)

Pour détecter la présence d'une lettre, on utilise un système photoélectrique dit de proximité.

Il est constitué d'un émetteur et d'un récepteur optiques incorporés dans le même boîtier.

Lorsqu'une lettre est déposée sur l'appareil, elle réfléchit alors le faisceau émis et le capteur génère un signal permettant la mise en route du système d'entraînement et de découpe.



NATURE DU RAYONNEMENT

L'émetteur génère un faisceau lumineux de période T qui vaut $2,17$ fs.

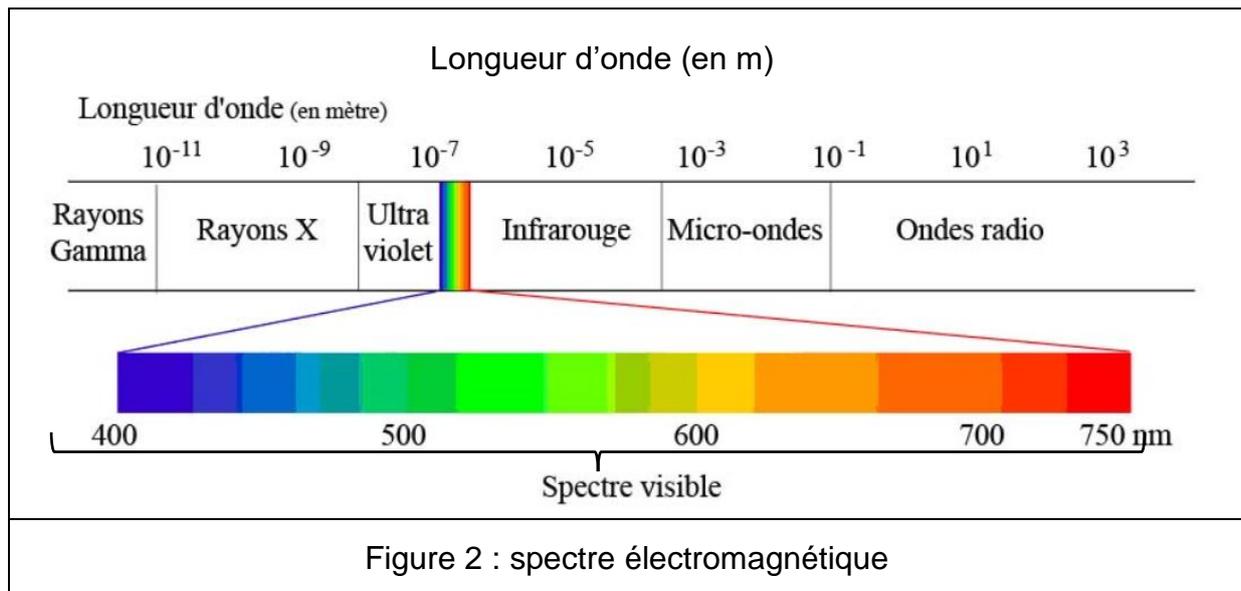
On donne : $1 \text{ fs} = 1 \text{ femtoseconde} = 10^{-15} \text{ s}$
 $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

On rappelle que pour les ondes électromagnétiques : $\lambda = c \times T$ avec λ la longueur d'onde de l'onde électromagnétique.

Q1. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ générée par l'émetteur.

Q2. Préciser le domaine de rayonnement du faisceau émis en utilisant la figure 2.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 4 sur 18



ÉTUDE DU SYSTEME OPTIQUE

Afin de diriger le rayonnement émis par la source sur l'objet réflecteur, une lentille mince a été placée devant celle-ci (DOCUMENT RÉPONSE DR1).

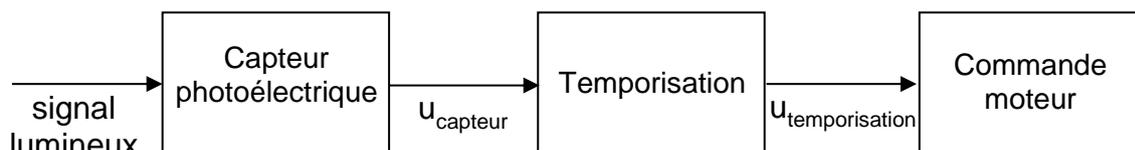
La distance focale f' d'une lentille est définie comme étant la distance $\overline{OF'}$.

- Q3.** Déterminer graphiquement la distance focale f' à l'aide du DOCUMENT RÉPONSE DR1.
- Q4.** Déterminer la nature convergente ou divergente de la lentille en justifiant votre réponse.
- Q5.** Construire, sur le DOCUMENT RÉPONSE DR1, le trajet suivi par les deux rayons A et B lorsqu'ils émergent de la lentille.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 5 sur 18

ÉTUDE DE LA TEMPORISATION

Lorsqu'une enveloppe est détectée, le capteur photoélectrique génère un signal u_{capteur} permettant de mettre en marche l'appareil pendant un intervalle de temps Δt_0 .



Cette durée de fonctionnement Δt_0 doit être suffisante pour permettre l'ouverture complète d'une enveloppe quel que soit son format.

On rappelle que les capacités de l'appareil correspondent aux formats allant de C4 à C10.

Q6. Rechercher la longueur maximale des enveloppes acceptées en vous aidant de la figure 3.

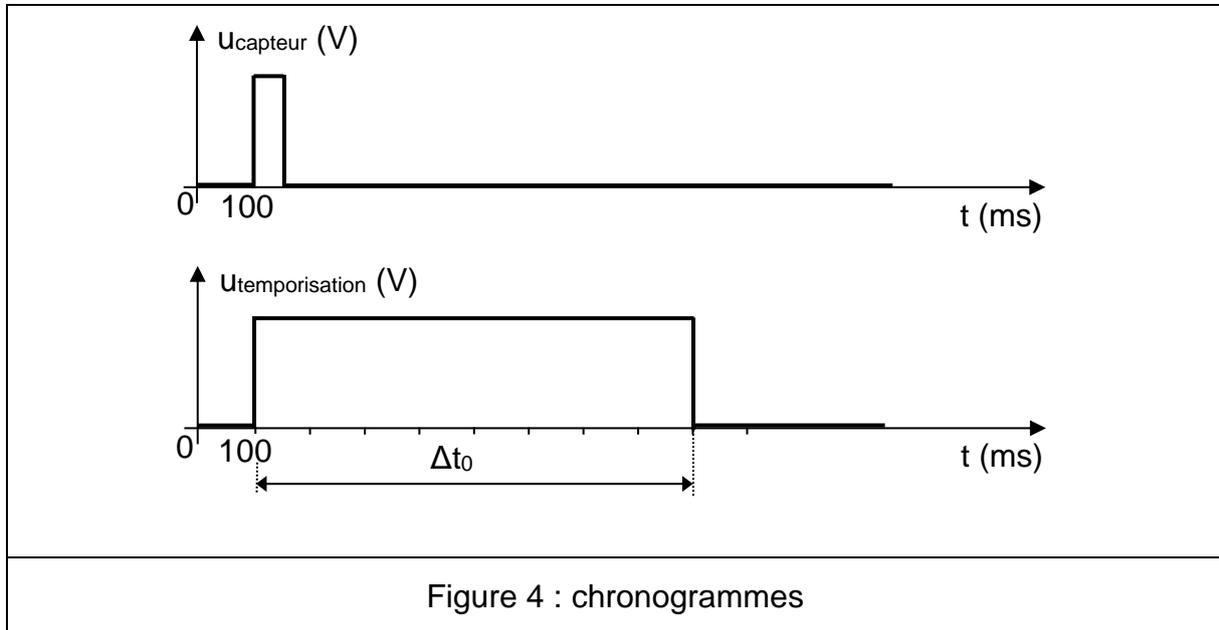
La norme ISO 216 a permis de standardiser de manière internationale la classification des enveloppes.		
NOM	Largeur × Longueur (mm) × (mm)	Feuille adaptée pour le format
C4	229 × 324	Feuille A4. Feuille A3 pliée en deux
C5	162 × 229	Feuille A5. Feuille A4 pliée en deux
C5/6	114 × 229	Feuille A4 pliée en trois Feuille A5 pliée en deux
C6	114 × 162	Feuille A4 pliée en 4 (format carte postale)
C7	81 × 114	Feuille A7. Feuille A5 pliée en quatre
C8	57 × 81	Format de feuille A8
C9	40 × 57	Format de feuille A9
C10	28 × 40	Format de feuille A10

Figure 3 : formats d'enveloppes et norme ISO 216

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 6 sur 18

Q7. Calculer la durée maximale Δt d'une ouverture en considérant qu'une enveloppe est entraînée à la vitesse v de $63 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Sur la figure 4 ci-dessous, on donne en concordance des temps les chronogrammes de U_{capteur} et $U_{\text{temporisation}}$.



Q8. Déterminer, à l'aide des chronogrammes de la figure 4, si une enveloppe de type C4 peut être traitée avec cet appareil.

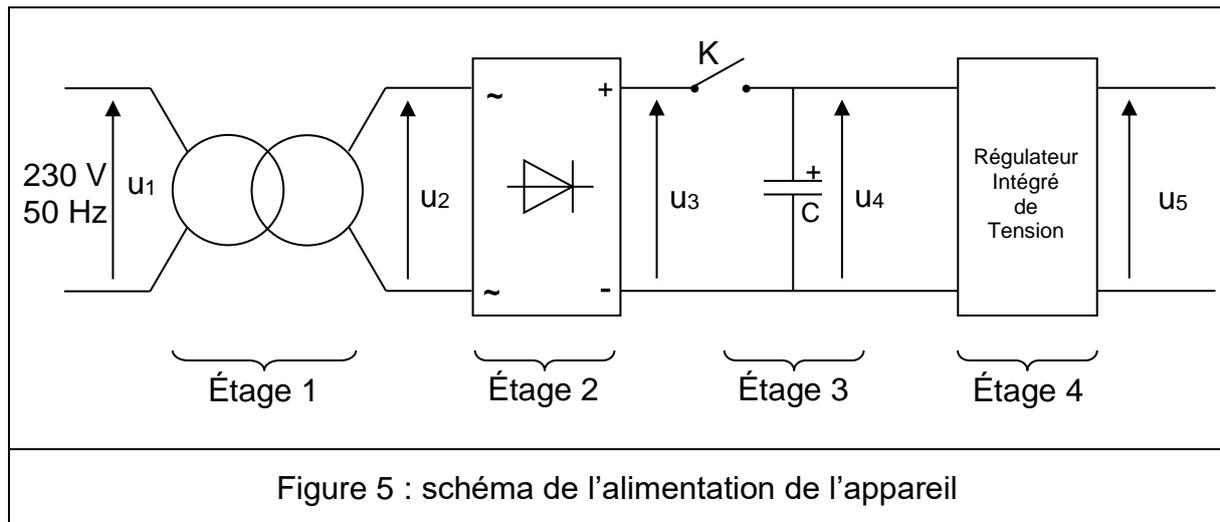
BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 7 sur 18

Partie B : comment alimenter cet ouvre-lettres et le protéger de tout dysfonctionnement ? (10 points)

ÉTUDE DU CIRCUIT D'ALIMENTATION GENERALE

L'alimentation du système d'entraînement de l'appareil permet de générer une grandeur continue à partir de la tension du réseau 230 V ; 50 Hz.

Pour réaliser cette conversion, on associe différents étages comme le montre la figure 5.



Q9. Compléter la deuxième colonne du DOCUMENT RÉPONSE DR1 en choisissant dans la liste ci-dessous le nom des étages rencontrés sur la figure 5 :

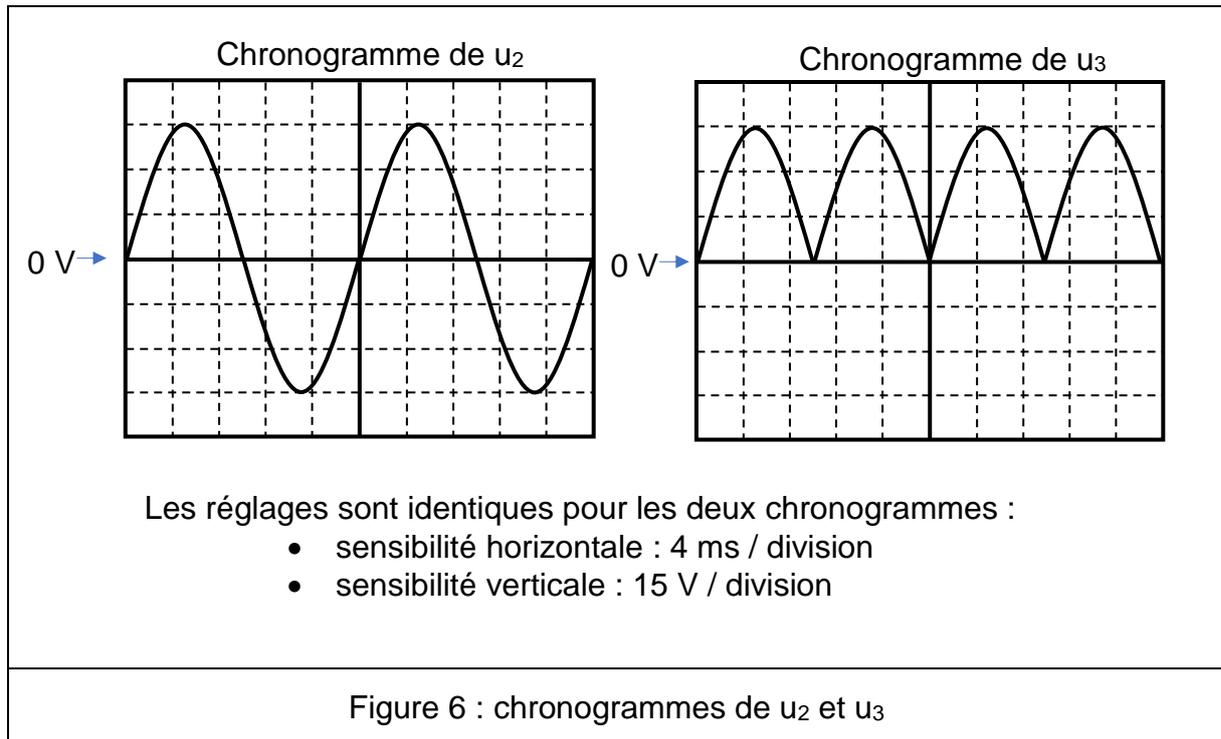
- redresseur ;
- onduleur ;
- transformateur ;
- hacheur.

Q10. Compléter la troisième colonne du DOCUMENT RÉPONSE DR1 en indiquant le type de conversion réalisée (par exemple : continu / alternatif).

Q11. Représenter, sur le DOCUMENT RÉPONSE DR2, le schéma de câblage du système d'acquisition (voie 1 d'un oscilloscope ou d'une carte d'acquisition) permettant de visualiser la tension u_2 .

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 8 sur 18

On donne ci-dessous les chronogrammes des tensions u_2 et u_3 avec l'interrupteur K ouvert.



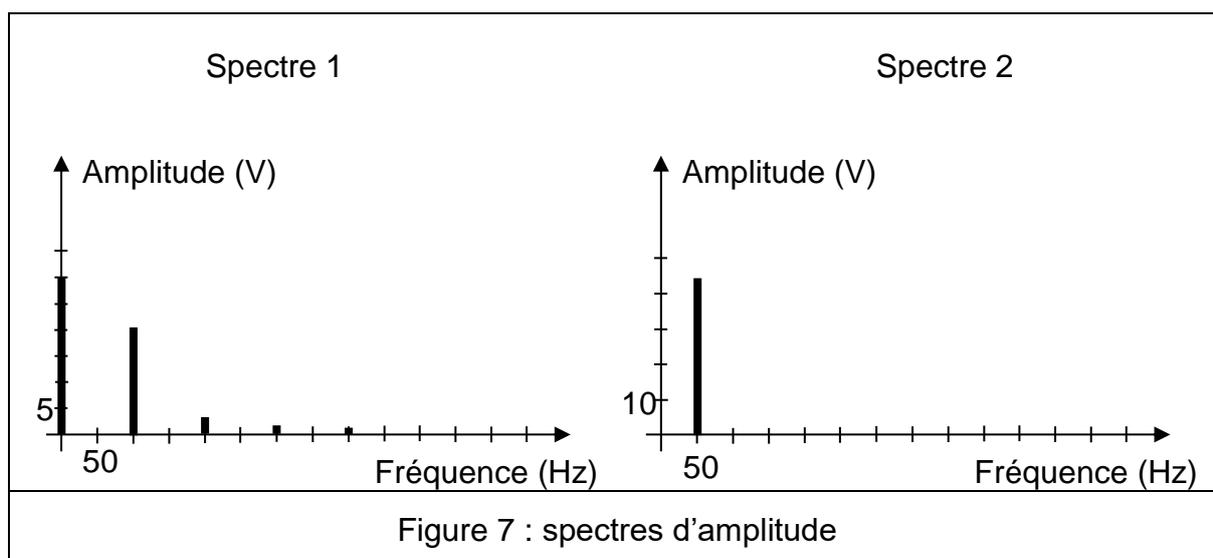
Q12. Déterminer la fréquence de u_3 .

La valeur moyenne d'une tension u redressée par un pont de diodes est donnée par la relation : $\langle u \rangle = \frac{2U_{\max}}{\pi}$ où U_{\max} est la valeur maximale de u .

Q13. Calculer la valeur moyenne $\langle u_3 \rangle$ de u_3 .

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 9 sur 18

On donne, figure 7, la représentation spectrale de tensions u_2 et u_3 .



Q14. Compléter le DOCUMENT RÉPONSE DR2 en associant à chaque raie un des termes suivants :

- harmonique de rang ... ;
- fondamental ;
- composante continue.

Q15. Associer les 2 spectres de la figure 7 aux tensions u_2 et u_3 en justifiant votre réponse.

Pour la suite de l'étude, l'interrupteur K (figure 5) est fermé.

Q16. Préciser le rôle du condensateur C dans le circuit de la figure 5.

On fournit, figure 8, les données constructeur du Régulateur Intégré de Tension (R.I.T.).

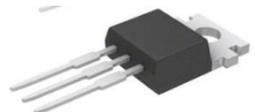
Référence	MC7824CTG	
Type de boîtier	TO-220AB	
Fabricant	ON Semiconductor	
Type de régulation de tension	Linéaire	
Configuration de sortie	Positif	
Type de sortie	Fixe	
Tension de sortie	24 V	
Tension d'entrée max.	48 V	
Tension d'entrée min.	26 V	

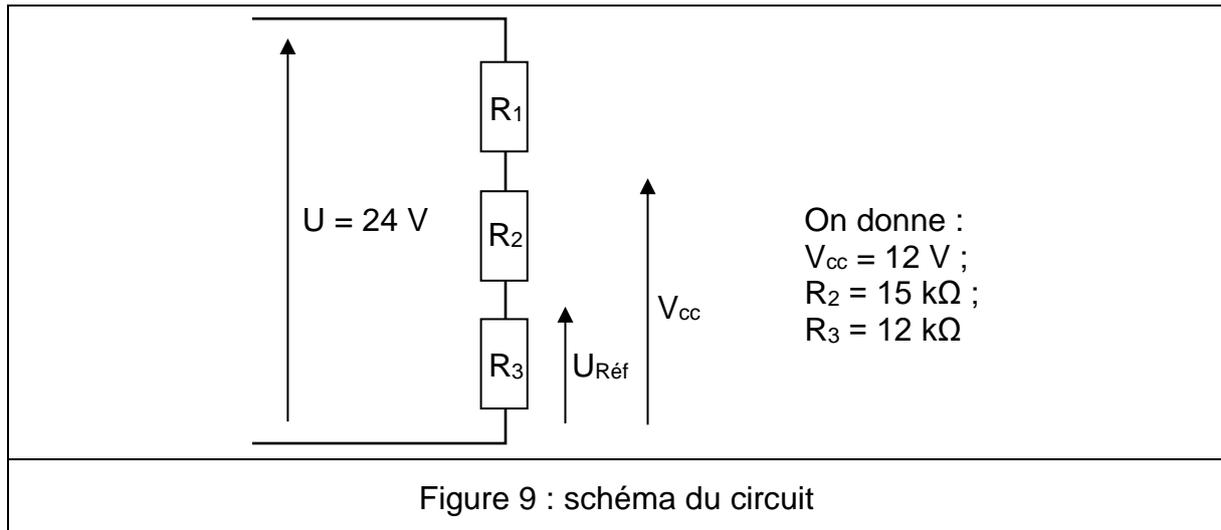
Figure 8 : données constructeur du R.I.T. MC7824CTG

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 10 sur 18

Q17. Représenter sur le DOCUMENT RÉPONSE DR3, l'évolution de la tension u_5 au cours du temps en tenant compte des caractéristiques du régulateur données figure 8.

ÉTUDE DE L'ALIMENTATION DES AUTRES ELEMENTS

Cet appareil contient plusieurs circuits (capteur, A.D.I.) nécessitant des tensions d'alimentation différentes de 24 V. Pour générer ces différentes valeurs, on utilise le circuit donné figure 9.



On donne l'expression de V_{cc} : $V_{cc} = U \times \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$.

Q18. Calculer, après avoir montré que l'expression de R_1 est $\frac{U - V_{cc}}{V_{cc}} \times (R_2 + R_3)$, la valeur de R_1 .

Q19. Calculer, après avoir donné l'expression de $U_{Réf}$ en fonction de V_{cc} , R_2 et R_3 , la valeur de $U_{Réf}$.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 11 sur 18

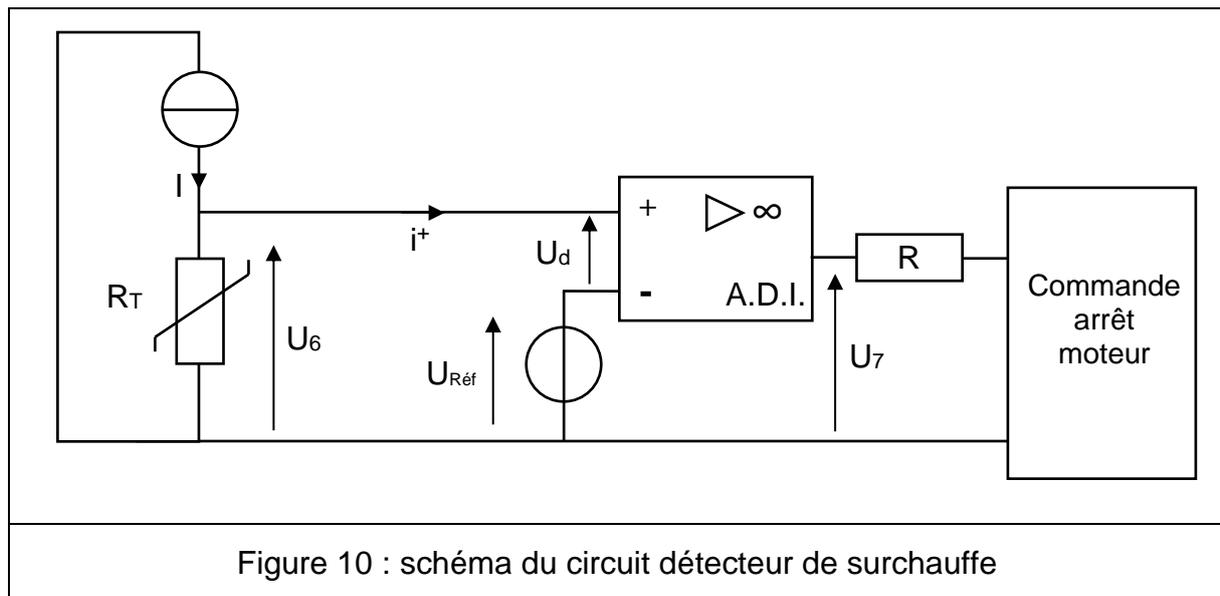
SYSTEME DE PROTECTION DU MOTEUR

La présence éventuelle d'agrafes et de trombones dans le courrier peut provoquer une surcharge du moteur qui entraîne une augmentation de sa température.

Un dispositif (figure 10) détecte alors l'augmentation de température et coupe l'alimentation.

L'amplificateur différentiel intégré (A.D.I.) est considéré comme idéal et ses tensions de saturation sont confondues avec les tensions d'alimentation :

$$V_{\text{sat}}^+ = +V_{\text{cc}} = +12 \text{ V} \text{ et } V_{\text{sat}}^- = 0 \text{ V}$$



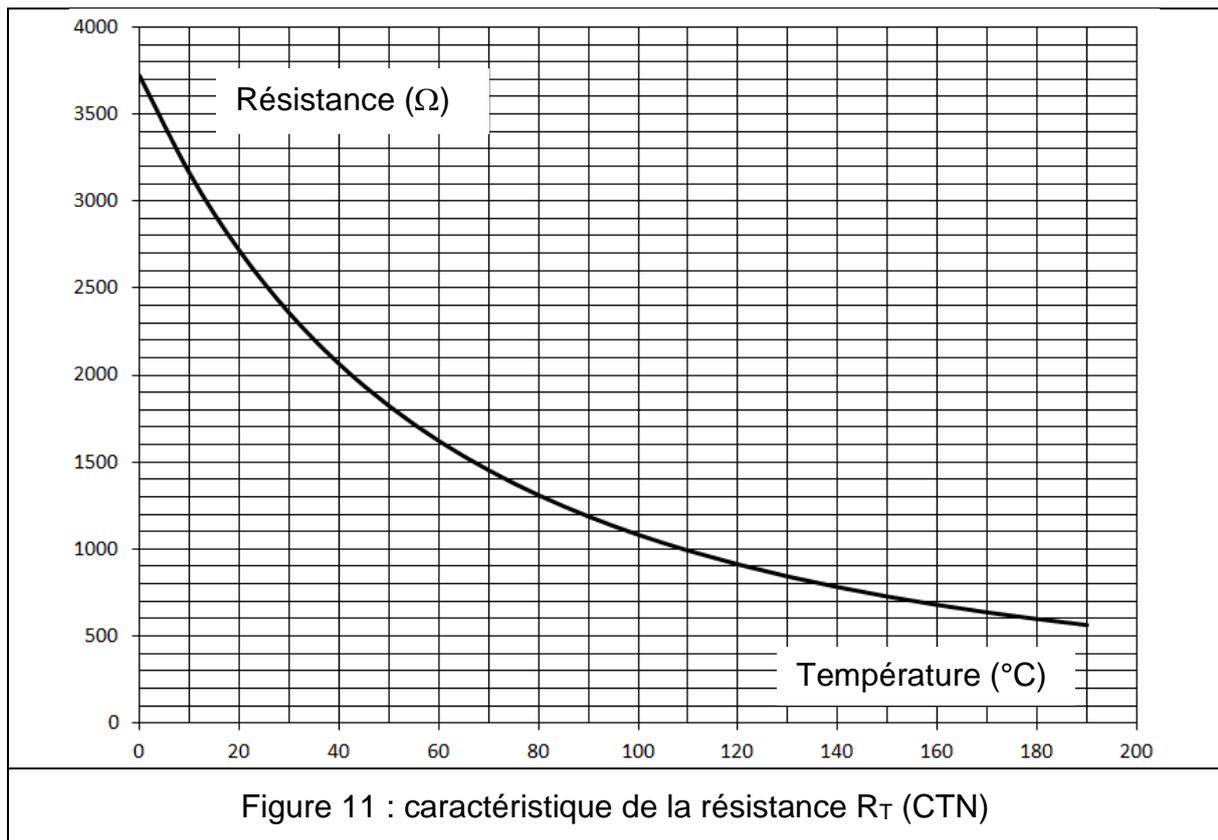
Le constructeur a défini une température maximale de fonctionnement d'environ 80 °C et une tension de référence $U_{\text{Réf}}$ qui vaut 5,3 V.

Le capteur, de résistance R_T , est une thermistance de type CTN dont la caractéristique est donnée figure 11. Il est alimenté par une source de courant débitant une intensité I constante.

La commande du moteur est telle que :

- si $U_7 = 12 \text{ V}$: le moteur est en fonctionnement ;
- si $U_7 = 0 \text{ V}$: le moteur est à l'arrêt.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 12 sur 18



Q20. Donner la relation entre R_T , U_6 et I .

ÉTUDE DE L'A.D.I.

Q21. Préciser le régime de fonctionnement de l'A.D.I.

Q22. Exprimer la tension U_d en fonction de U_6 et $U_{Réf}$.

Q23. Vérifier que la valeur de l'intensité I débitée par la source de courant est de 4,1 mA au moment où le moteur doit s'arrêter.

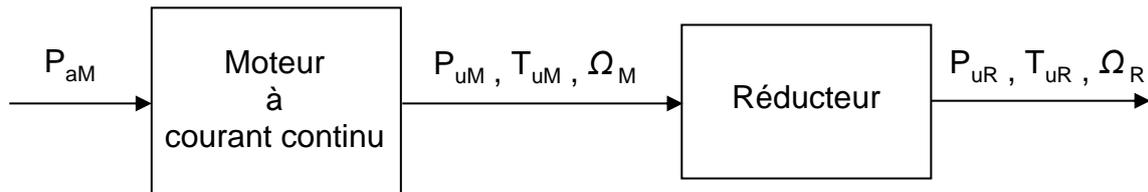
Q24. Compléter le DOCUMENT RÉPONSE DR3 qui permet de justifier le bon fonctionnement du système de protection du moteur.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 13 sur 18

Partie C : comment mettre en mouvement une enveloppe et procéder à son ouverture ? (4,5 points)

L'appareil est équipé d'un motoréducteur ; le moteur est à courant continu et à aimant permanent. Il doit pouvoir mettre en mouvement les enveloppes grâce aux deux courroies présentes sur le plateau de réception du courrier et entraîner en rotation les outils de découpe.

Extrait du cahier des charges : le motoréducteur doit fournir un couple utile dont le moment noté T_{uR} doit être supérieur ou égal à 150 mN·m.



Caractéristiques du réducteur

Il présente un rapport de réduction des vitesses de rotation $r = 1/18$ et un rendement en puissance $\eta_R = 0,85$.

Caractéristiques nominales du moteur :

- tension d'alimentation : $U_N = 24 \text{ V}$;
- intensité du courant d'induit : $I_N = 0,30 \text{ A}$;
- force électromotrice : $E = 6,5 \cdot 10^{-3} \times n_M$ (avec n_M en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ et E en V) ;
- pertes collectives : $P_{\text{Coll}} = 0,70 \text{ W}$;
- résistance d'induit : $R = 2,2 \Omega$.

On se place dans le cas d'un fonctionnement en régime nominal.

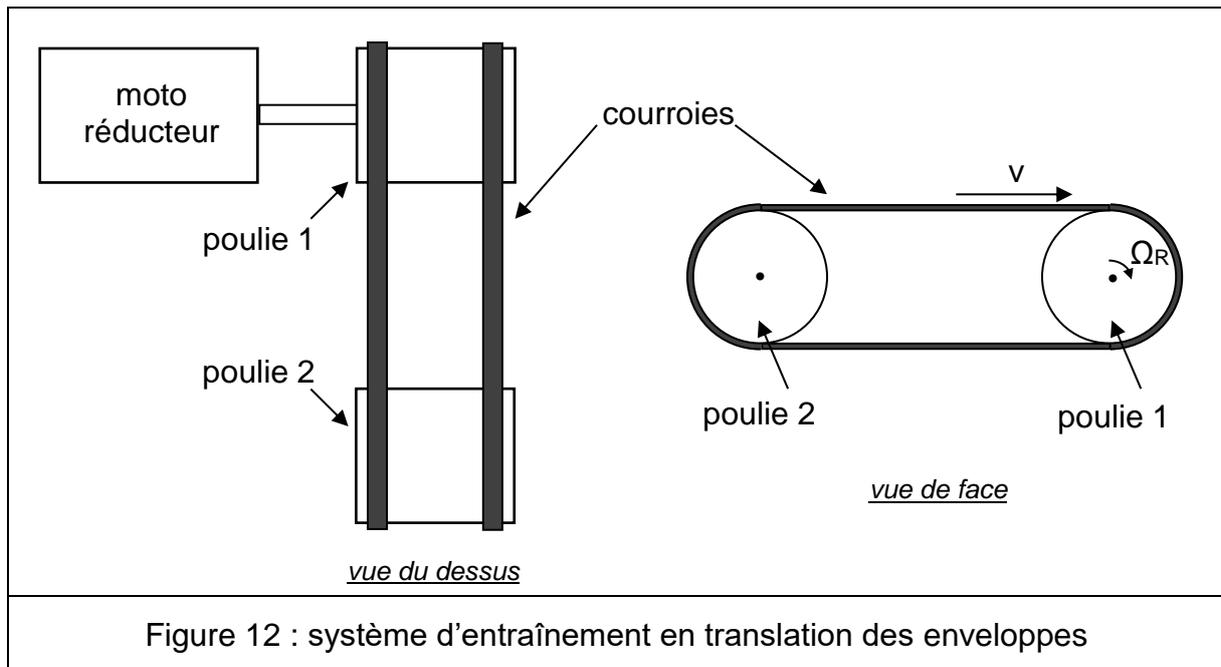
- Q25.** Montrer, après avoir calculé la fem E , que la vitesse angulaire Ω_M en sortie du moteur est égale à $370 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Q26.** Calculer la puissance électrique absorbée par le moteur P_{aM} .
- Q27.** Calculer les pertes par effet Joule dans l'induit P_J .
- Q28.** Montrer, après avoir calculé la puissance utile du moteur P_{uM} , que la puissance utile en sortie du réducteur P_{uR} est égale à $5,4 \text{ W}$.
- Q29.** Vérifier la compatibilité de ce motoréducteur avec le cahier des charges en détaillant votre raisonnement.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 14 sur 18

Partie D : le débit d'ouverture des enveloppes est-il conforme à la présentation du produit ? (1,5 points)

Les courroies, entraînant en translation les enveloppes, sont mises en mouvement par la poulie 1 de diamètre D égale à 60 mm.

La poulie 1 est reliée à l'axe de sortie du motoréducteur ; la poulie 2 est entraînée par la poulie 1.



Hypothèses :

- *il n'y a aucun glissement entre une enveloppe et les courroies ;*
- *l'épaisseur des courroies est négligée devant le diamètre D des poulies.*

Q30. Déterminer la vitesse linéaire v de déplacement d'une enveloppe, en considérant qu'elles arrivent les unes derrière les autres, sans espace, et sachant que la vitesse en sortie du réducteur Ω_R est de $21 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$.

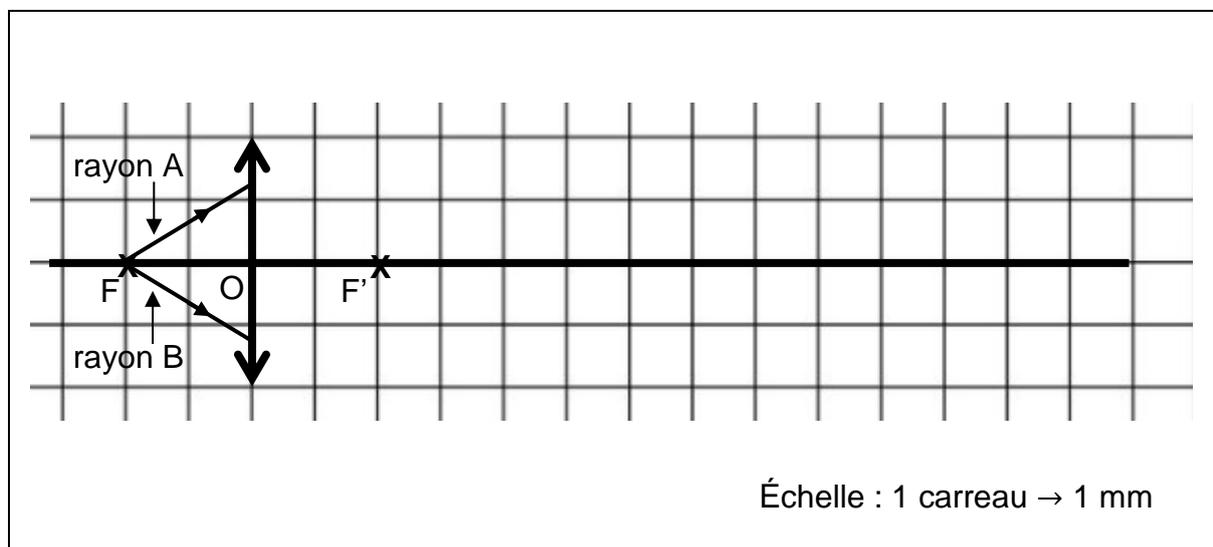
Q31. Montrer que le débit annoncé par le constructeur dans la présentation du dispositif est atteint.

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 15 sur 18

DOCUMENT RÉPONSE DR1

À rendre avec votre copie

RÉPONSE à Q5.



RÉPONSES aux Q9. et Q10.

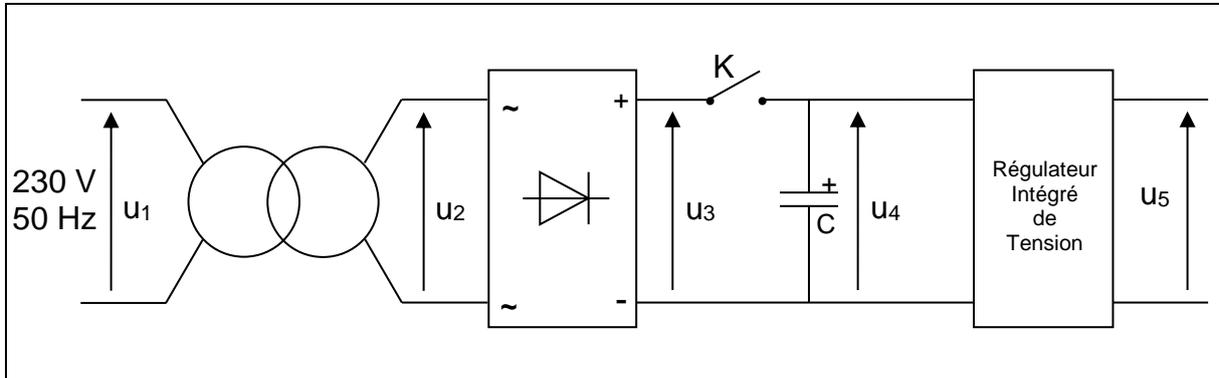
	Nom	Type de conversion
Étage 1		
Étage 2		
Étage 3	Filtre	

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 16 sur 18

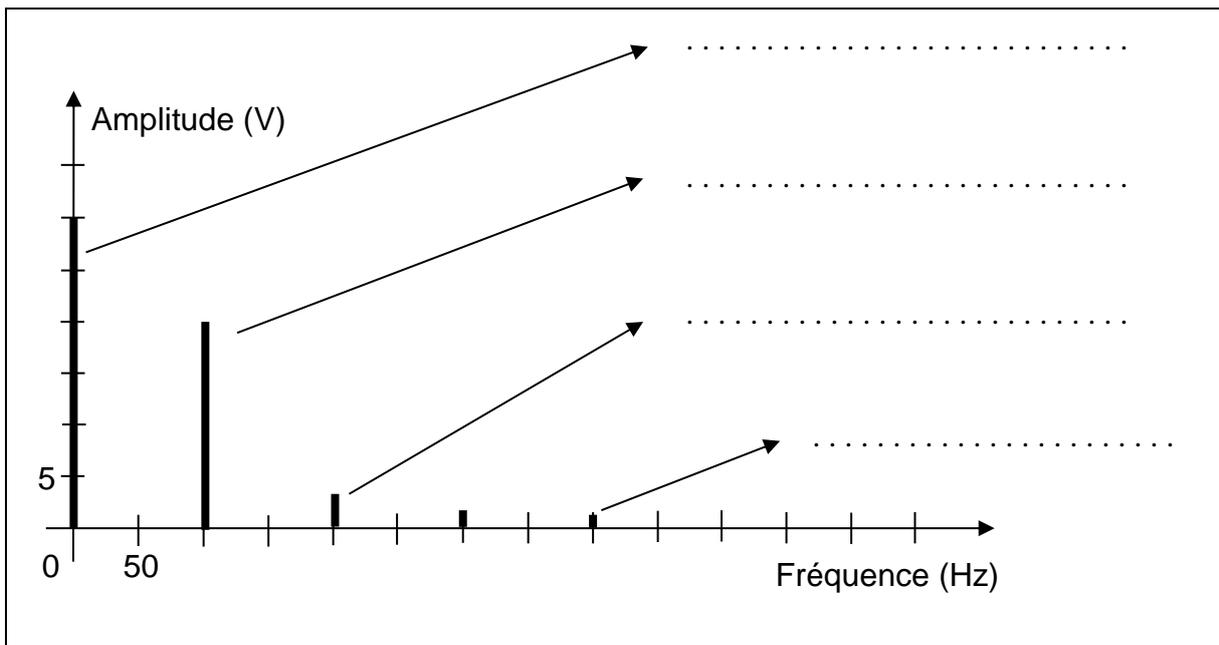
DOCUMENT RÉPONSE DR2

À rendre avec votre copie

RÉPONSE à Q11.



RÉPONSE à Q14.

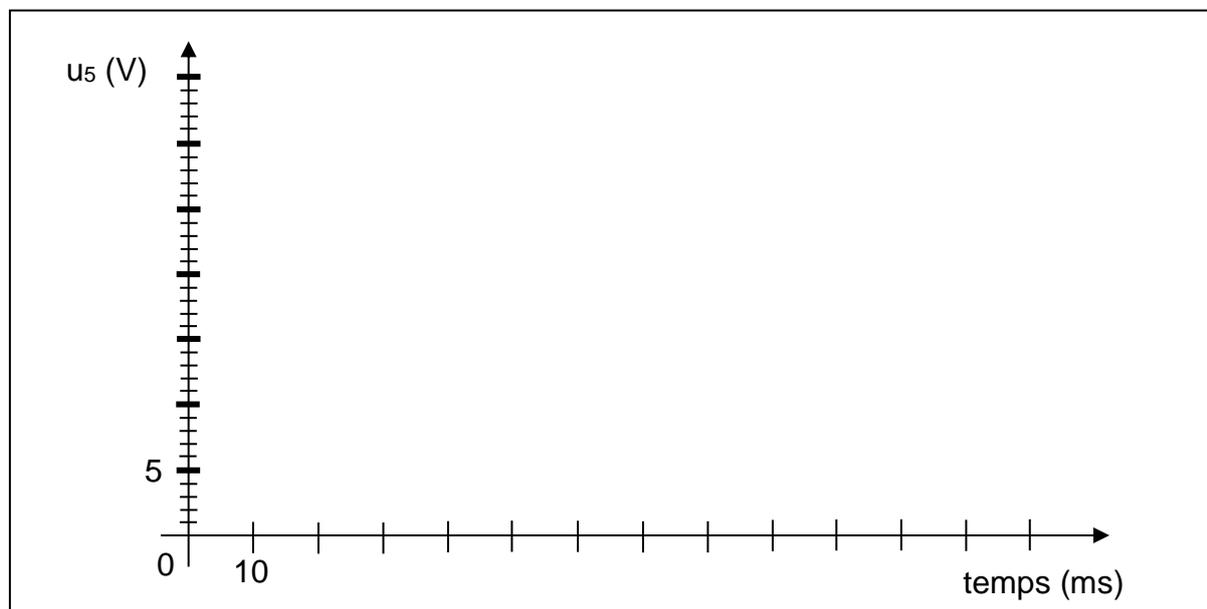


BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 17 sur 18

DOCUMENT RÉPONSE DR3

À rendre avec votre copie

RÉPONSE à Q17.



RÉPONSE à Q24.

Température du moteur (°C)	R_T (Ω)	U_6 (V)	$U_{\text{Réf}}$ (V)	U_d (V)	U_7 (V)	État du moteur
20			5,3			
85			5,3			

BTS CIM Unité U32 : sciences physiques appliquées	Durée : 2 h	Session 2022
CODE SUJET : 22CDE3SC	Coefficient : 1,5	Page 18 sur 18