

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
PHOTONIQUE : TECHNOLOGIES ET SCIENCES DE LA
LUMIERE

ÉPREUVE E4 : CONCEPTION DURABLE D’UN SYSTÈME OPTIQUE
PHOTONIQUE

PARTIE 2 : Conception durable d’un système optique photonique

SESSION 2026

Durée : 3 heures - Coefficient : 3

Matériel autorisé :

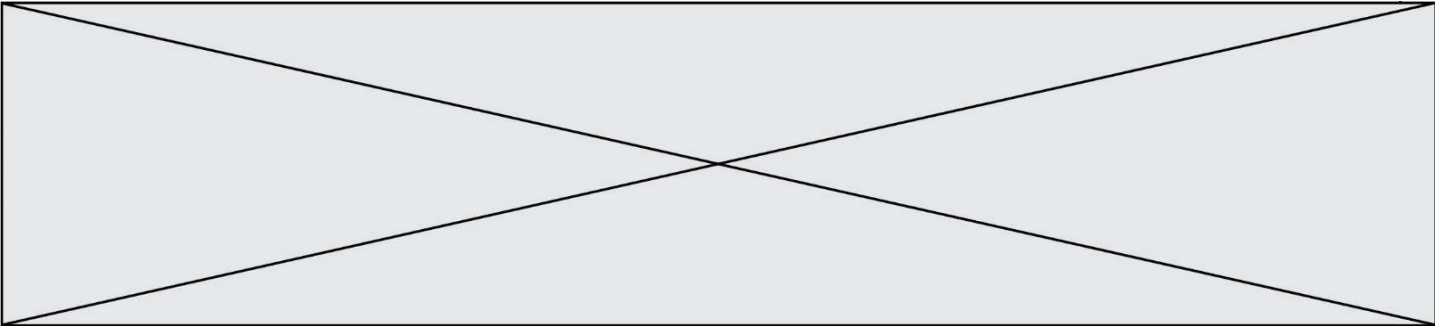
L’usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Constitution du sujet :

- **Dossier Questionnement Réponses à rendre (DQR1 à DQR5)** (mise en situation et questions à traiter par le candidat) Pages 1 à 22
 - **Mise en situation**..... Pages 1 à 2
 - **PROBLÉMATIQUE 1** Page 3
 - **PROBLÉMATIQUE 2** Pages 4 à 9
 - **PROBLÉMATIQUE 3** Page 10
 - **PROBLÉMATIQUE 4** Pages 11 à 14
 - **PROBLÉMATIQUE 5** Pages 15 à 22
- **Livret Ressources (LR1 à LR12)** Pages 1 à 13

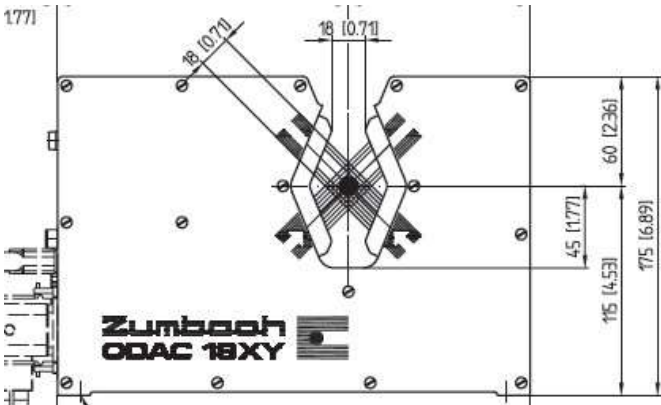
Les différentes parties du sujet sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu’il est complet.



PROBLÉMATIQUE N°2 : Vérifier le centrage et le diamètre de la fibre
(14 Points, Durée conseillée : 60 min)

Objectif 2.1 : Justifier le choix du capteur

Question 3	Le capteur de ODAC18XY est utilisé en 2 endroits sur la tour de fibrage : - Poste 1 : sortie du four (fibre nue) : mesure de centrage afin de fournir l'information pour le contrôle du positionnement de la préforme et mesure de diamètre pour ajuster l'effort de tirage. - Poste 2 : sortie dépôt des revêtements primaire et secondaire : mesure de diamètre.
Ressources LR2 LR4 (tableau comparatif)	 En relevant les exigences de la platine de centrage sur LR2, justifier pourquoi le modèle ODAC18XY est plus adapté que le modèle ODAC14XY-M au poste 1.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

N° d'inscription :

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1s

- CONSIGNES
- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
 - Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

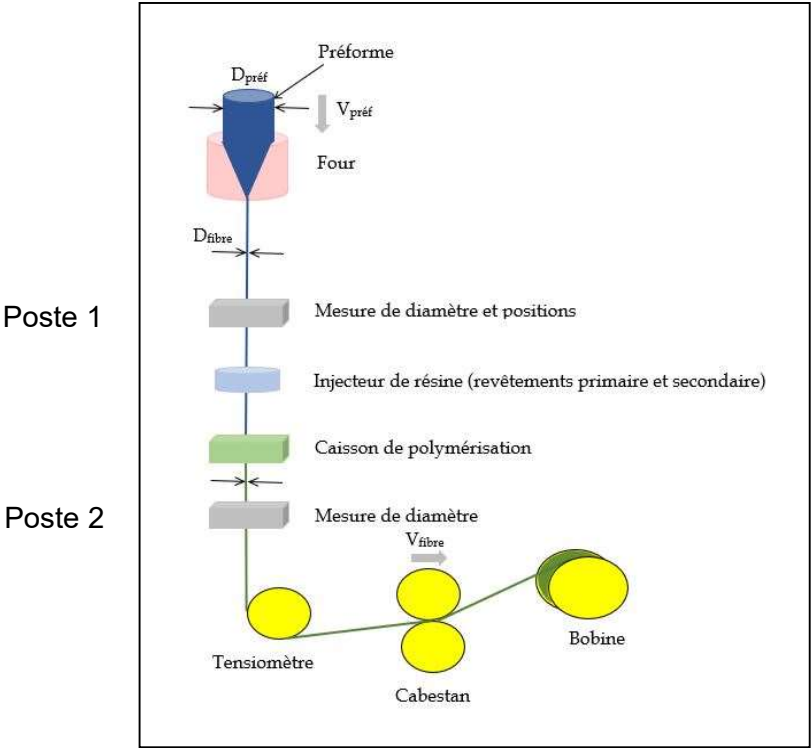
Étude d'une tour de fibrage
Dossier Questionnement / Réponses

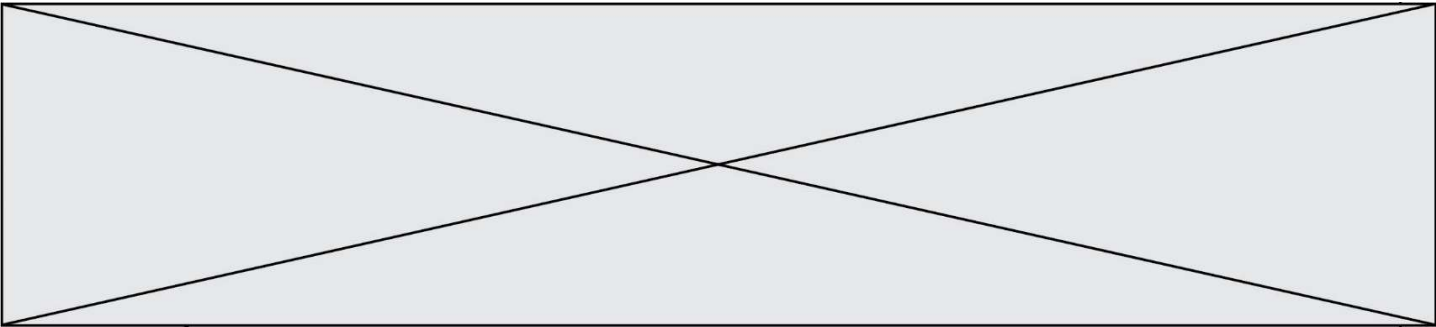
Mise en situation : Principe du fibrage

L'étude porte sur une tour de fibrage permettant la production de fibre optique standard ou spéciale. Dans un premier temps, la préforme est introduite dans le four (four résistif) afin de chauffer sa partie inférieure à une température proche de sa température de fusion (supérieure à 2200°C). La préforme commence à se ramollir et il se forme une goutte de silice. Cette dernière est entraînée par gravité, engendrant un fil de silice. Ensuite, la fibre pénètre dans un mesureur de diamètre (Zumbach), avant d'être enduite d'une résine de protection se trouvant dans le godet. Elle est immédiatement polymérisée par un rayonnement UV (four de polymérisation UV). Le diamètre extérieur de la fibre après revêtement est de l'ordre de 245 µm. On obtient ainsi la fibre optique, il reste à l'enrouler sur la bobine précédée d'un cabestan. Ce dernier assure la traction et le guidage de la fibre et sa vitesse de rotation est asservie par un système de contrôle du diamètre.

Domaine d'étude : les questionnements portent sur le principe de fonctionnement de la tour de fibrage, et certains éléments constitutifs, afin de mettre en évidence leur rôle sur la qualité de la réalisation.

Schéma de principe de la tour de fibrage





Durées conseillées :

- Lecture du dossier : **15 minutes**
- Problématique n°1 « Analyser le fonctionnement de la tour de fibrage » : **15 minutes**
- Problématique n°2 « Vérifier le centrage et le diamètre de la fibre » : **60 minutes**
- Problématique n°3 « Vérifier le respect du cahier des charges » : **20 minutes**
- Problématique n°4 « Valider les caractéristiques de la lampe » : **20 minutes**
- Problématique n°5 « Analyser le système d'enroulement de la fibre » : **50 minutes**

SOMMAIRE

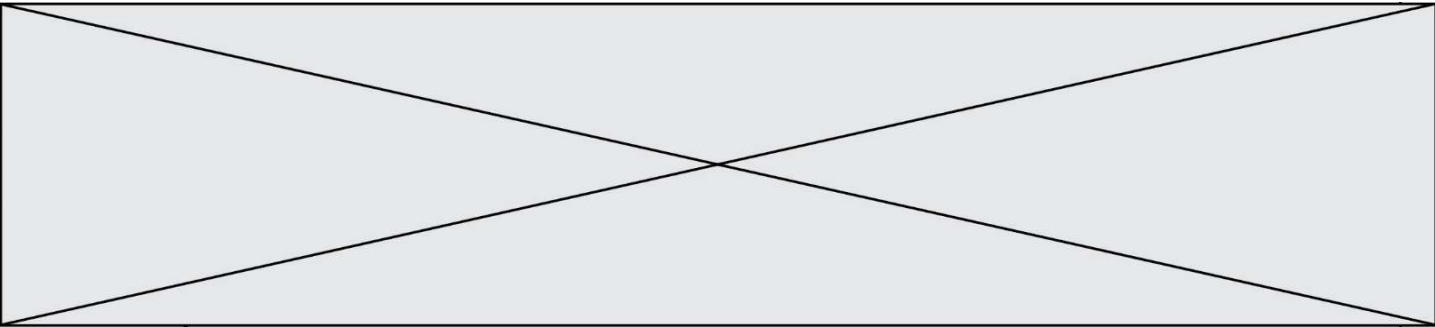
PROBLÉMATIQUE N°1 : Analyser le fonctionnement de la tour de fibrage3

PROBLÉMATIQUE N°2 : Vérifier le centrage et le diamètre de la fibre4

PROBLÉMATIQUE N°3 : Vérifier le respect du cahier des charges10

PROBLÉMATIQUE N°4 : Valider les caractéristiques de la lampe 151

PROBLÉMATIQUE N°5 : Analyser le système d'enroulement de la fibre... 15



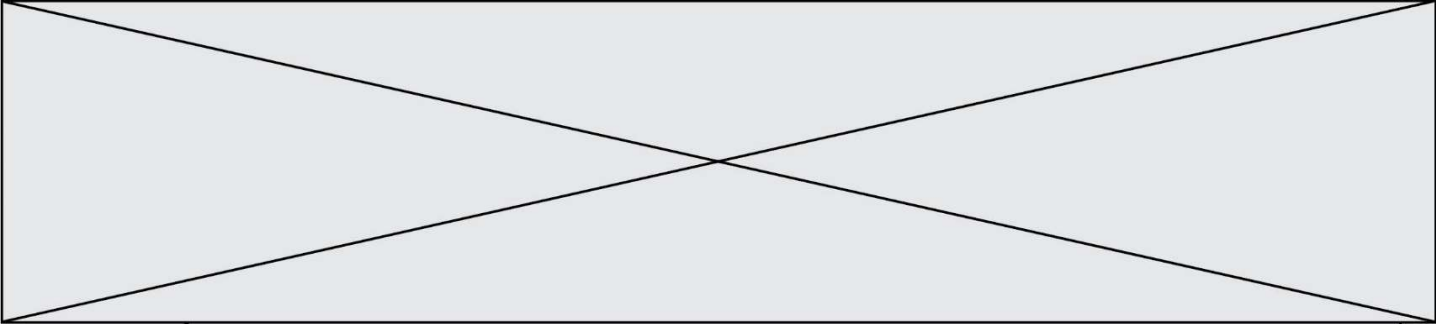
PROBLÉMATIQUE N°1 : Analyser le fonctionnement de la tour de fibrage

(3 Points, Durée conseillée : 15 min)

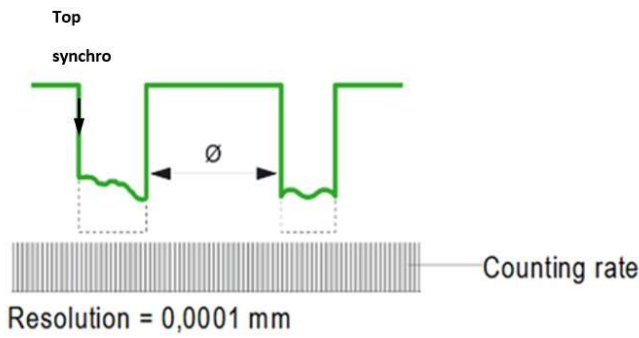
Objectif 1.1 : Cette partie permet de mettre en évidence les éléments constitutifs de la tour de fibrage à travers les diagrammes SysML

Question 1	Identifier, à partir des différents diagrammes SysML, les structures permettant d'enrouler la fibre sur la bobine.
Ressources LR1, LR2	

Question 2	Identifier, à partir des diagrammes SysML, les structures permettant de réaliser les vérifications du diamètre de la fibre.
Ressources LR1, LR2	



Objectif 2.2 : Déterminer les paramètres de l’algorithme de traitement



Le front descendant de l’impulsion Top_synchro est détecté automatiquement et effectue la remise à zéro du compteur puis lance le comptage.

Les fronts montants et descendants suivants (impulsion_mesure) sont détectés et déclenchent la lecture du compteur (nombres N1 et N2).

Question 11	Le traitement informatique du signal repose sur l’utilisation d’un compteur intégré qui compte des impulsions d’horloge de fréquence 45 MHz.
Ressource LR5, LR6	Compléter l’algorithme ci-dessous qui permet d’évaluer la position du centre de la fibre et son diamètre à partir des nombres N1 et N2 d’impulsions comptées.
<pre>Début N1, N2 entiers faire indéfiniment attendre (front descendant Top_synchro) N=0 // réinitialisation du compteur attendre (front montant signal) N1 = lire_compteur() // N1 ← N attendre (.....) N2 = // calcul diamètre Ndiamètre = // calcul centre fibre NcentreFibre= // envoi des informations fin faire Fin</pre>	

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

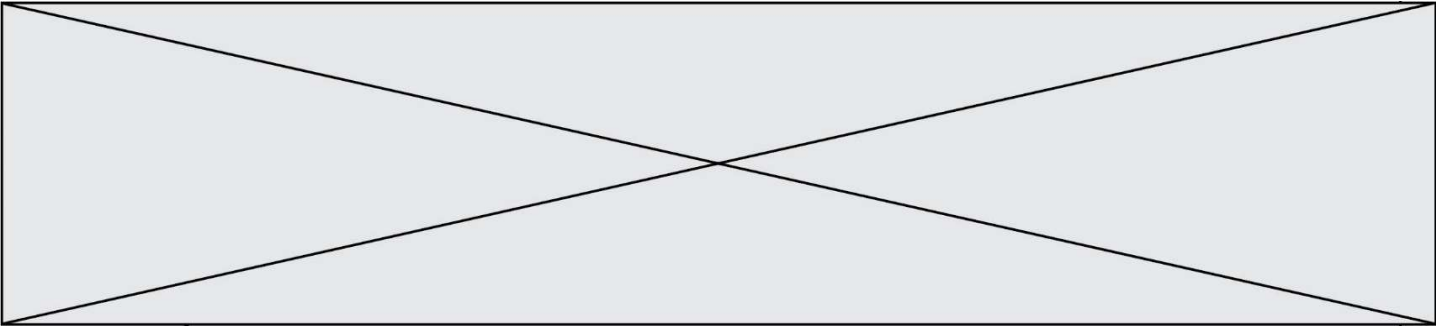
N° d'inscription :

1.1s

- CONSIGNES
- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
 - Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

Question 4	Evaluer pour le modèle ODAC18XY Standard, la durée d'une mesure. Commenter cette valeur en rapport avec la vitesse de tirage (environ 20 m/min).
Ressource LR2, LR3, LR4	

Question 5	Principe du traitement du signal pour 1 axe (la mesure se fait donc sur 1 voie) Compte-tenu des indications fournies sur la fiche présentant le principe de fonctionnement (LR 3) : Déterminer la valeur de la vitesse de rotation nécessaire en rad.s^{-1} du miroir octogonal.
Ressource LR4 et LR3	



Le chronogramme sur LR5 est le signal d’une fibre centrée, il est obtenu pour une fibre nue bien centrée et de diamètre 125 µm.

Début d’un balayage : front descendant de l’impulsion Top_syncro

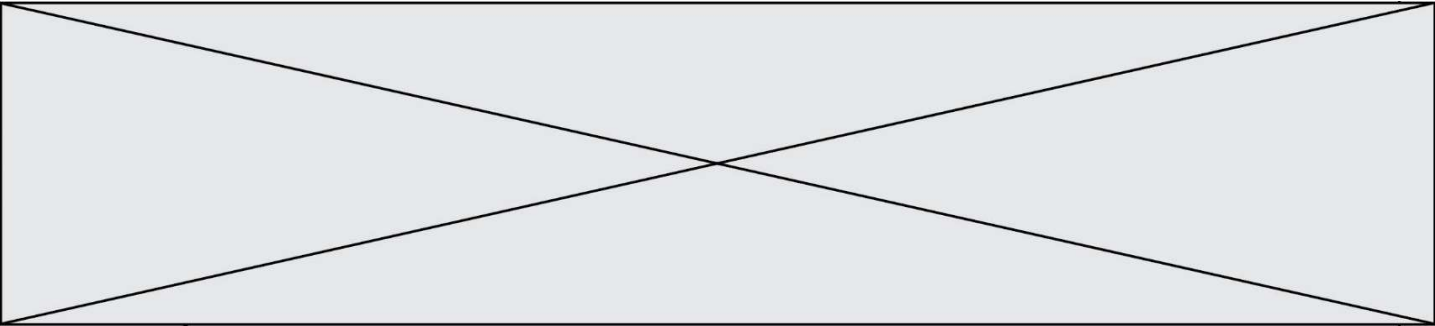
Fin du balayage : front montant de l’impulsion suivante.

Les chronogrammes sur LR6A et LR6B sont les détails de l’impulsion, zoom de la partie impulsion_ombre_portée due à la fibre dans 2 cas de figure :

- Fibre bien centrée et de diamètre 125 µm (impulsion_référence)
- Fibre non centrée et de diamètre différent de 125 µm (impulsion_mesure)

Question 6	Evaluer la durée effective de balayage.
Ressource LR5	

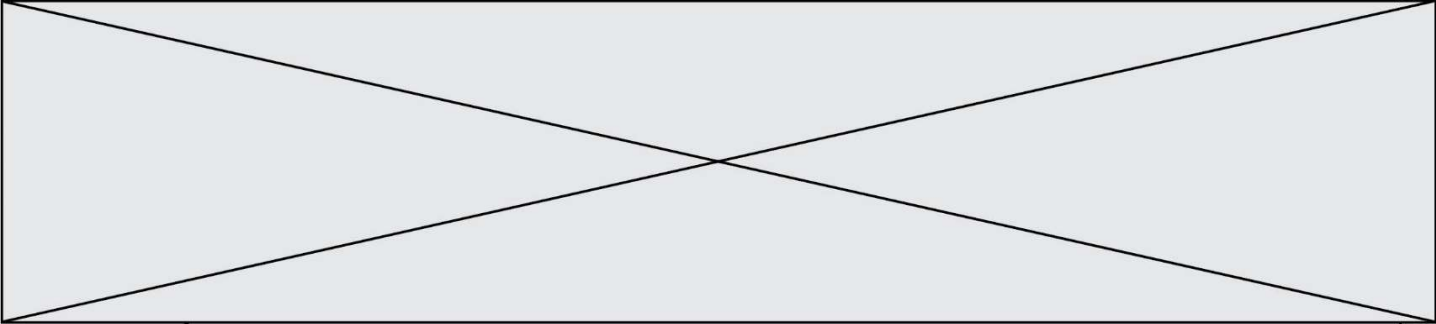
Question 7	Justifier que sur le document LR5, la fibre est bien centrée sur le capteur.
Ressource LR5, LR6A	



Question 8	Justifier que le signal de référence correspond à une fibre de diamètre 125 µm. La distance parcourue lors d'un balayage est de 18 mm.
Ressource LR4 + LR5	

Question 9	Déterminer la valeur de l'excentrement de la fibre. Vous ferez apparaitre vos calculs.
Ressource LR6A, LR6B	

Question 10	Déterminer le diamètre de la fibre et choisir s’il faut augmenter ou diminuer la vitesse de tirage de la fibre.
Ressource LR6A, LR6B	



Question 18	A partir de la documentation du polymère utilisé et des lampes UV proposées, choisir et justifier le numéro de lampe UV qui convient.
Ressource LR9	

Objectif 4.2 : Vérifier la stabilité en puissance de la lampe

Le responsable de la tour de fibrage souhaite étudier **la stabilité** de la lampe car cette dernière influence la qualité du coating (revêtement de protection de la fibre). Une photodiode sera insérée au plus proche de la fibre.

Question 19	D'après les documents constructeurs des 4 photodiodes proposés, de l'étude faite sur la lampe UV et du prix : justifier le choix de la photodiode.				
Ressources LR10a à LR10d	Référence	BPV 10NF	BPW21R	LD-A275-050T	SG01D-18
	Fabricant	Vishay	Vishay	Lida optical	Sg lux
	Prix	0.8 €	10.9 €	17.8 €	51 €

BTS PTSL	Épreuve écrite E4 partie 2	Session : 2026	
Conception durable d'un système optique photonique	Code : 26_PTSLE42CDS	Coefficient : 3	Page 12 / 22

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

N° d'inscription :

Né(e) le :



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1s

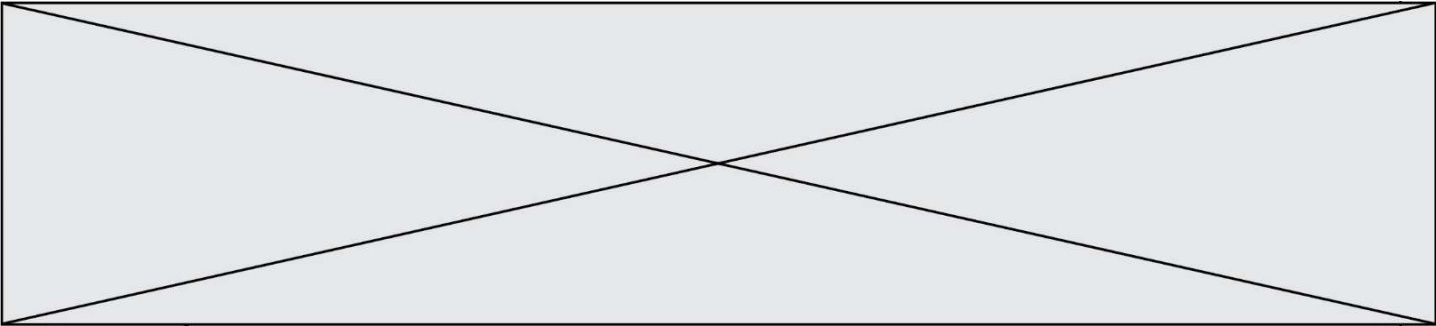
- CONSIGNES
- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
 - Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

Question 12	Dans le cas d'une fibre bien centrée et de diamètre 125 μm, déterminer quelles seront les valeurs attendues pour N1 et N2 de l'algorithme. Prendre en compte que le début du comptage a lieu à t =33 μs.
Ressource LR5, LR6A, LR6B	

Question 13	Choisir et justifier, un nombre de bits pour les nombres N1 et N2 de l'algorithme (8, 16 ou 32).
LR5	

Question 14	D'après vos réponses aux questions 3 à 13, valider que les différents éléments étudiés permettent le contrôle du centrage et du diamètre de la fibre en respect du cahier des charges.

BTS PTSL	Épreuve écrite E4 partie 2	Session : 2026	
Conception durable d'un système optique photonique	Code : 26_PTSLE42CDS	Coefficient : 3	Page 9 / 22



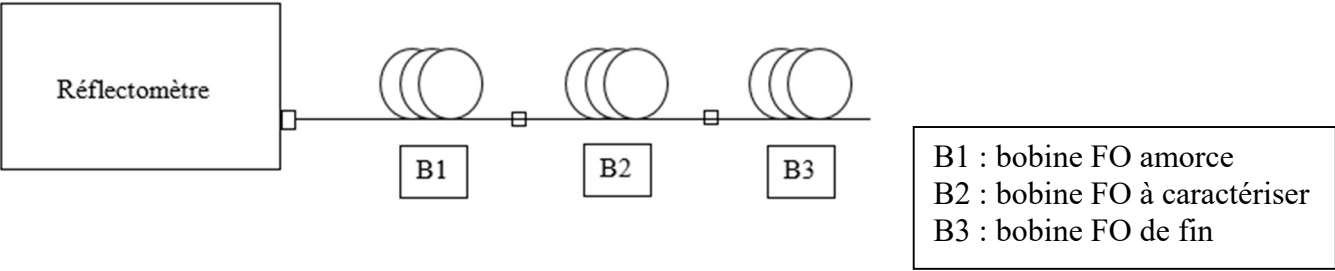
PROBLÉMATIQUE N°3 : VÉRIFIER LE RESPECT DU CAHIER DES CHARGES

(3 Points, Durée conseillée : 20 min)

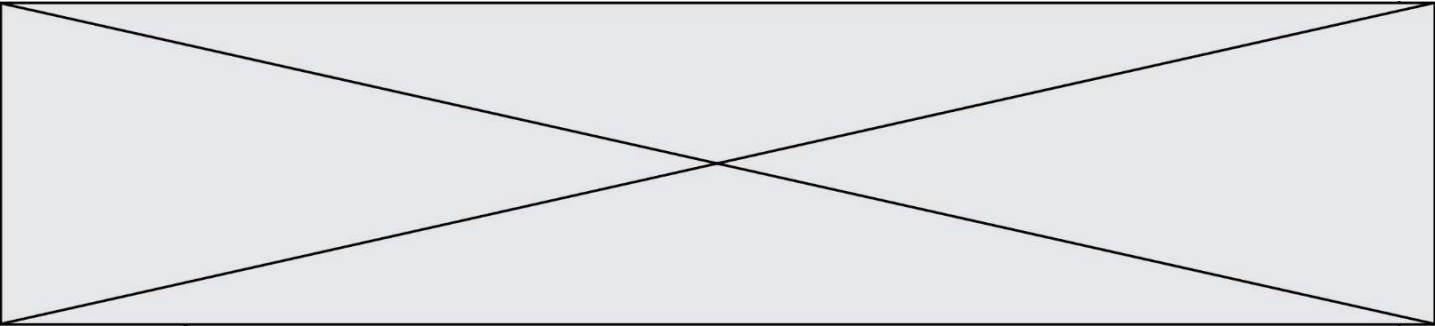
Objectif 3.1 : Valider les caractéristiques de la fibre.

- Il s'agit de caractériser par réflectométrie la fibre fabriquée :

En sortie de fabrication, la fibre optique produite est caractérisée pour vérifier le respect des spécifications demandées, en termes de longueur et d'atténuation linéique (en dB/km). Dans le cas présent le client demande une bobine de fibre de longueur 30 km et d'atténuation linéique maximale de 0,22 dB/km.



Question 15	En analysant le réflectogramme LR7, déterminer la longueur de la fibre à caractériser et son atténuation linéique.
Ressources LR7	



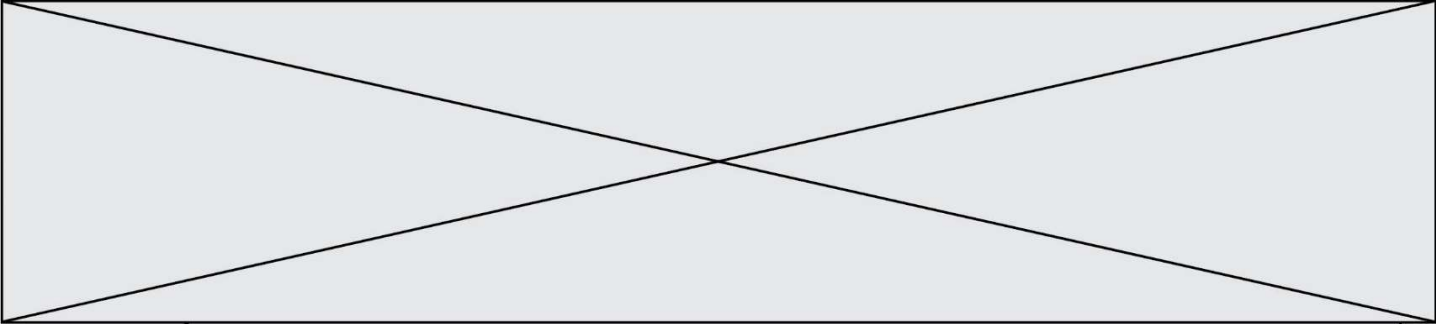
PROBLÉMATIQUE N°4 : VALIDER les caractéristiques de la lampe
(6 Points, Durée conseillée : 25 min)

Objectif 4.1 : Nous nous intéressons dans cette partie au choix du type de lampe pour la polymérisation du revêtement (coating).

L'objectif de cette activité est de valider le type de lampe choisi.

Question 16	Trouver dans la documentation technique de la fibre l'épaisseur du polymère (coating). La fibre étudiée dans notre cas est de type Unimodale .
Ressources LR8	

Question 17	Le cahier des charges est le suivant : La pose du revêtement polymère doit se faire en moins d'une seconde.
Ressources LR2	A partir de la vitesse de défilement de la fibre disponible sur le diagramme des exigences, déterminer le temps de passage d'un point de la fibre sous la surface de la lampe U.V. La distance parcourue sous la lampe est de 273 mm.



Question 26

On admettra que la longueur de fibre obtenue est égale à 25 km.

A l'aide du schéma ci-dessous de la bobine et la vitesse de tirage de la fibre, **déterminer** la vitesse de rotation du moteur d'enroulement et le temps nécessaire pour pouvoir enrouler les 25 km de fibre.

On utilisera le diamètre moyen de la bobine, les pertes dues aux frottements et glissement seront négligées.

Donnée : $V_{\text{tirage}} = 20\text{m/min}$, $D_{\text{mini}} = 200\text{mm}$, $D_{\text{maxi}} = 450\text{mm}$ et Largeur = 350mm

Schéma de la bobine :

Fibre enroulée

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

N° d'inscription :

1.1s

- CONSIGNES
- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
 - Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

Question 20

Ressource LR10a à LR10d

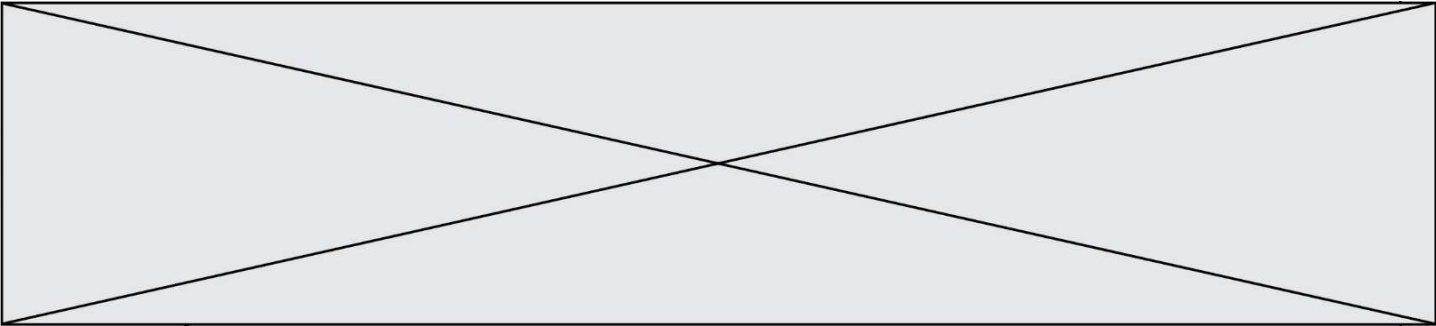
D'après les caractéristiques de la photodiode, **déterminer** le courant I pour une puissance optique reçue de 5 mW à la longueur d'onde de 275 nm.

Question 21

La conversion courant/tension sera réalisée par un amplificateur transimpédance.

L'amplificateur Opérationnel U1 travail en régime linéaire.

Sur le schéma ci-dessus : **Flécher** le photocourant I issu de la photodiode dans le sens positif.

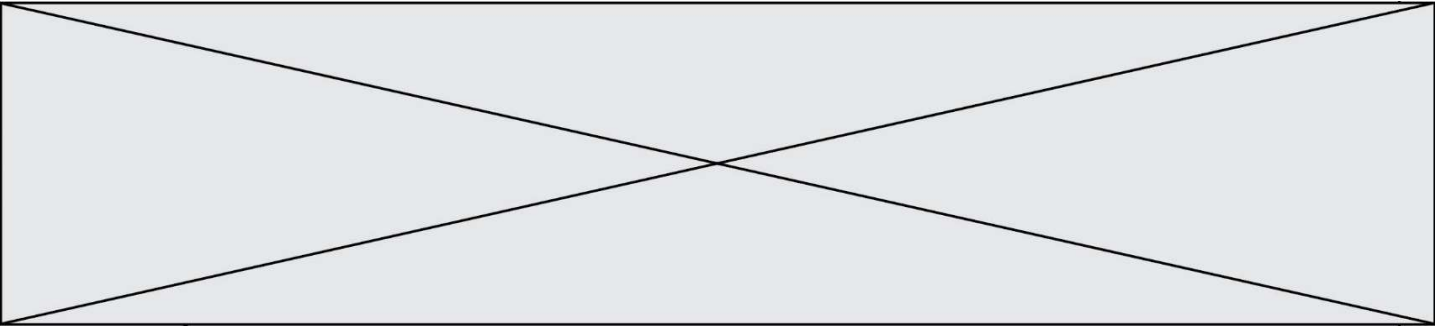


Question 22	Déterminer la relation entre la tension de sortie Vs et le photocourant I.

Question 23	Faire l'application numérique pour un éclairement de 10 mW.

Question 24	Un relevé de l'évolution de la tension Vs (image de la puissance de la lampe) en fonction du temps est disponible sur le LR11. D'après le cahier des charges cette variation ne doit pas dépasser 10 %.
Ressources LR11	Relever les valeurs extrêmes, vérifier si le cahier des charges est respecté.

BTS PTSL	Épreuve écrite E4 partie 2	Session : 2026	
Conception durable d'un système optique photonique	Code : 26_PTSLE42CDS	Coefficient : 3	Page 14 / 22



PROBLÉMATIQUE N°5 : Analyser le système d'enroulement de la fibre.
(14 Points, Durée conseillée : 60 min)

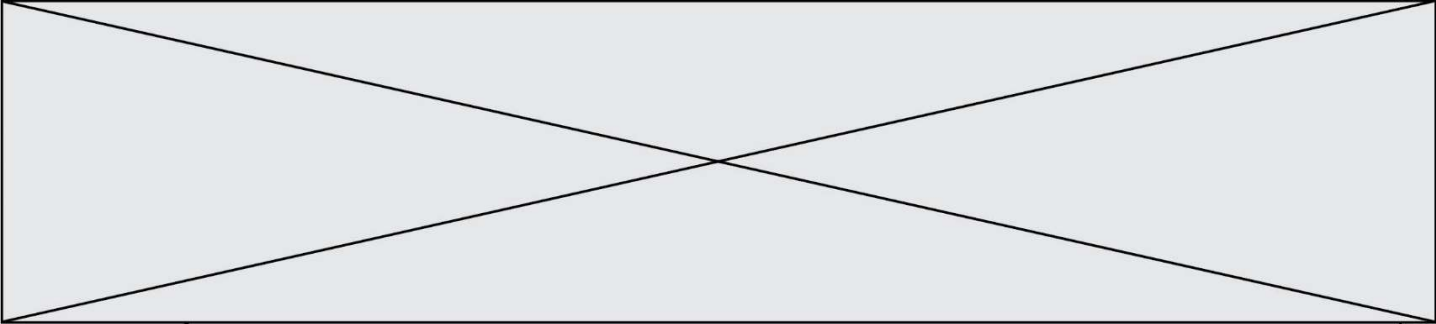
Objectif 5.1 : L'objectif de cette partie est de vérifier la capacité du mécanisme d'enroulement à atteindre les performances attendues en termes de temps de fabrication.



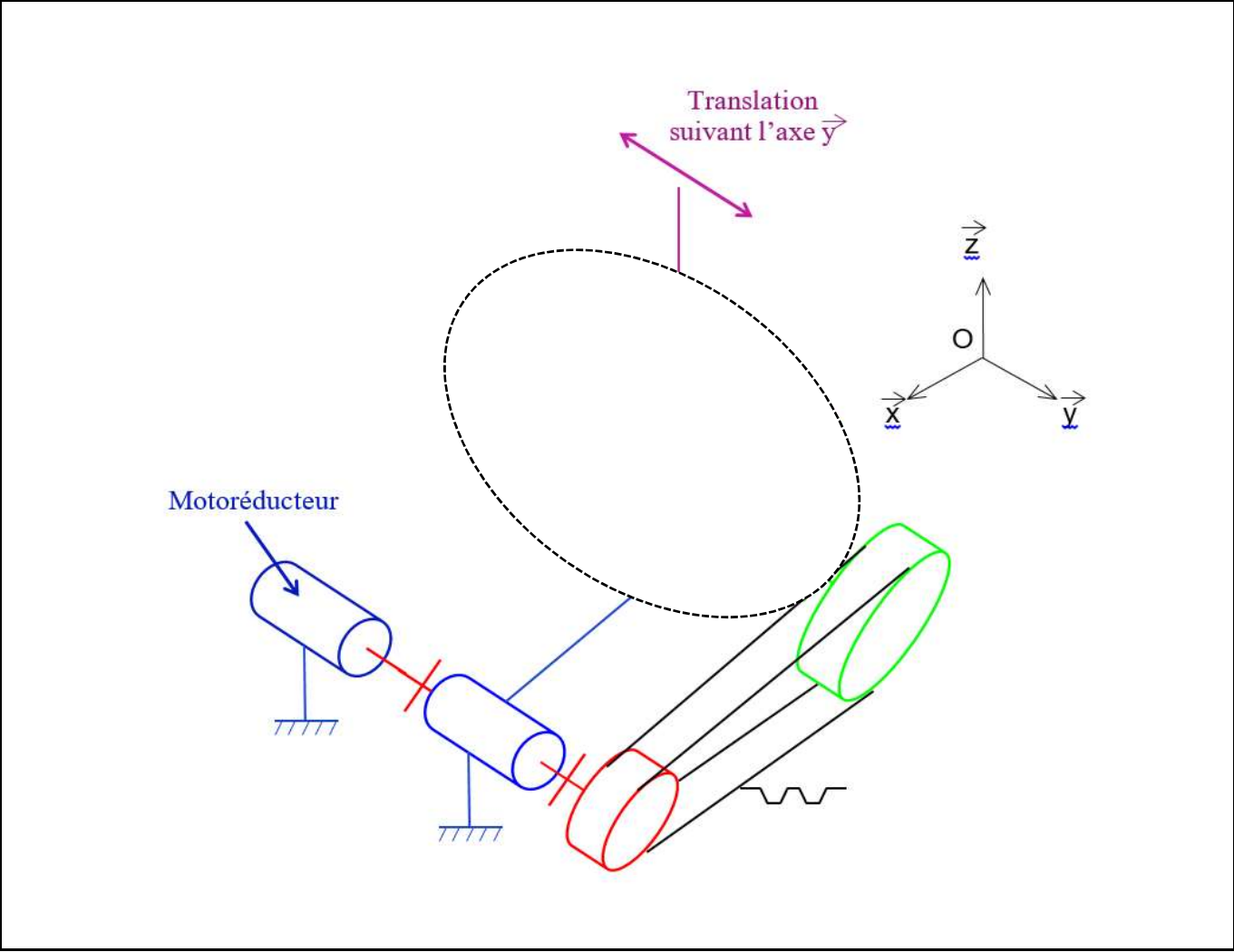
Moteur d'entraînement

Question 25	On admettra comme hypothèse, qu'il n'y a pas de perte de matière lors de la fabrication de la fibre.
	Connaissant le diamètre de la préforme ainsi que sa longueur exploitable pour la fabrication de la fibre, déterminer la longueur de fibre que l'on pourra obtenir. <u>Données</u> : $D_{\text{préf}} = 50 \text{ mm}$, $L_{\text{préf exploitable}} = 150 \text{ mm}$ $D_{\text{fibre}} = 125 \mu\text{m}$

BTS PTSL	Épreuve écrite E4 partie 2	Session : 2026	
Conception durable d'un système optique photonique	Code : 26_PTSLE42CDS	Coefficient : 3	Page 15 / 22



Question 30	Compléter le schéma cinématique de la platine de translation d'axe $\vec{y}$ sur le schéma ci-dessous. (Utiliser des couleurs différentes pour chaque classe d'équivalence)



BTS PTSL	Épreuve écrite E4 partie 2	Session : 2026	
Conception durable d'un système optique photonique	Code : 26_PTSLE42CDS	Coefficient : 3	Page 20 / 22

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

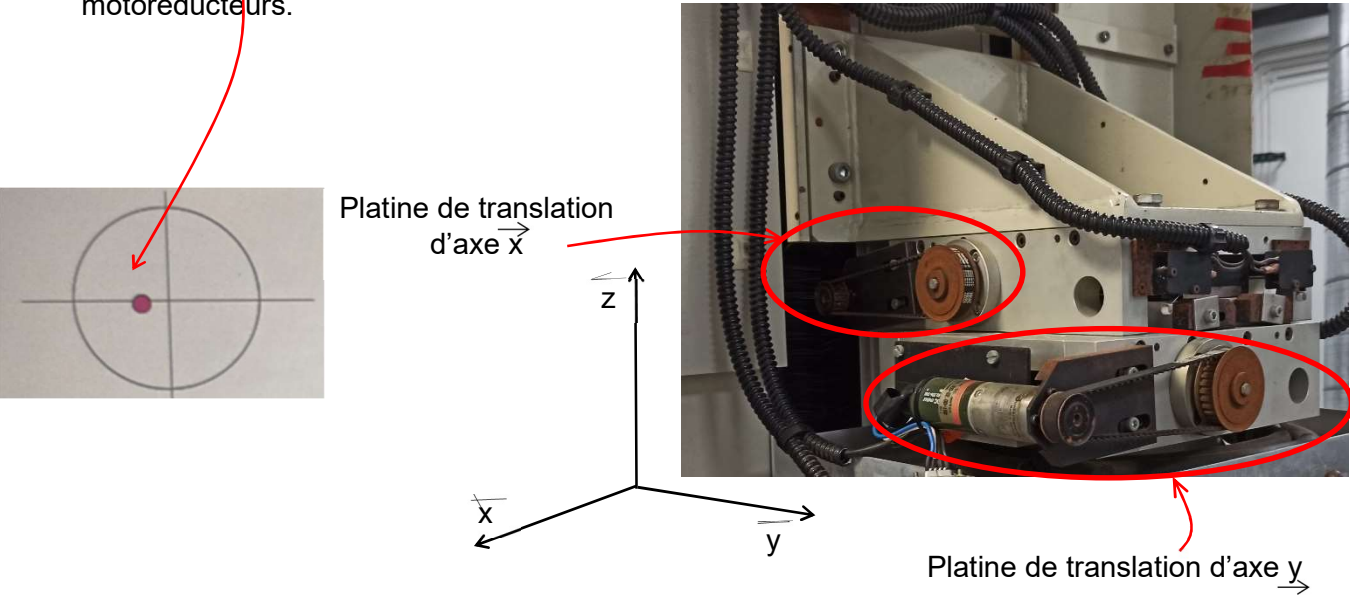
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1s

- CONSIGNES
- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
 - Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

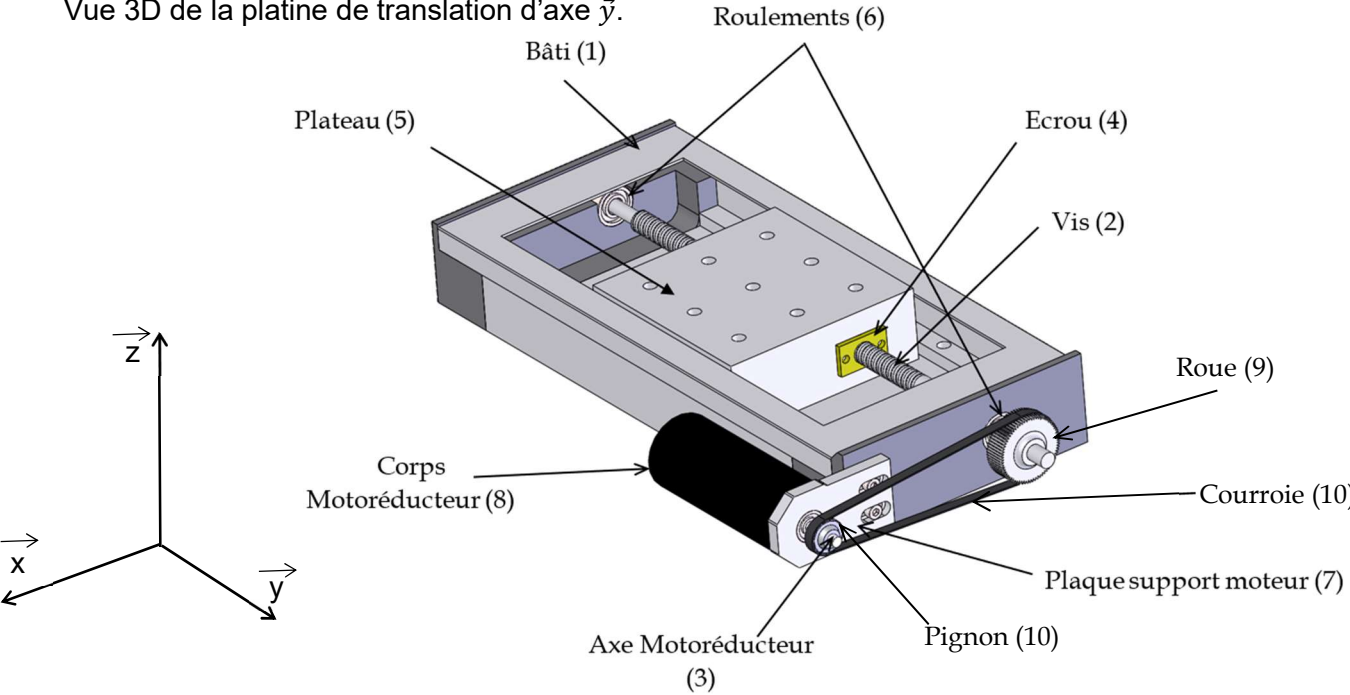
Analyse du système de centrage de la fibre.

Le système de centrage de fibre est composé de 2 platines de translation pilotées chacune par des motoréducteurs.

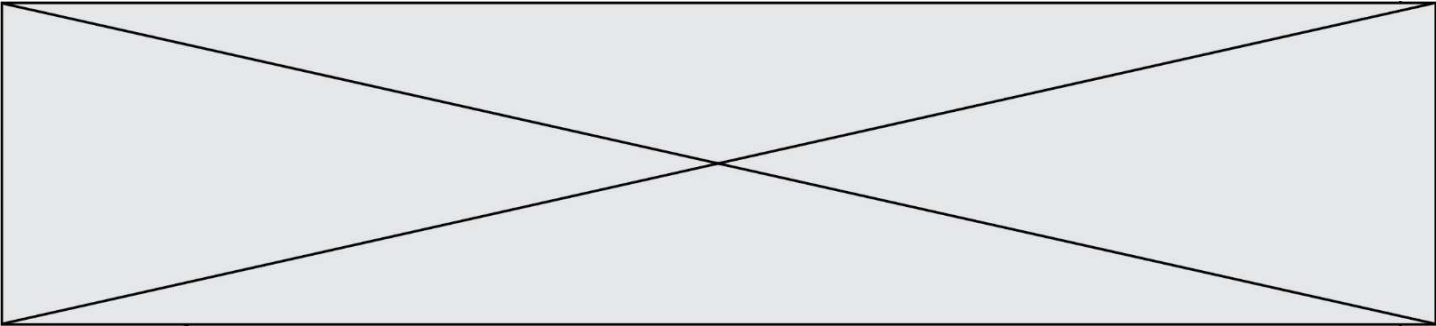


Objectif 5.2 : L'objectif de cette partie est de vérifier la capacité du mécanisme de centrage à atteindre les performances attendues en matière de précision de déplacement.

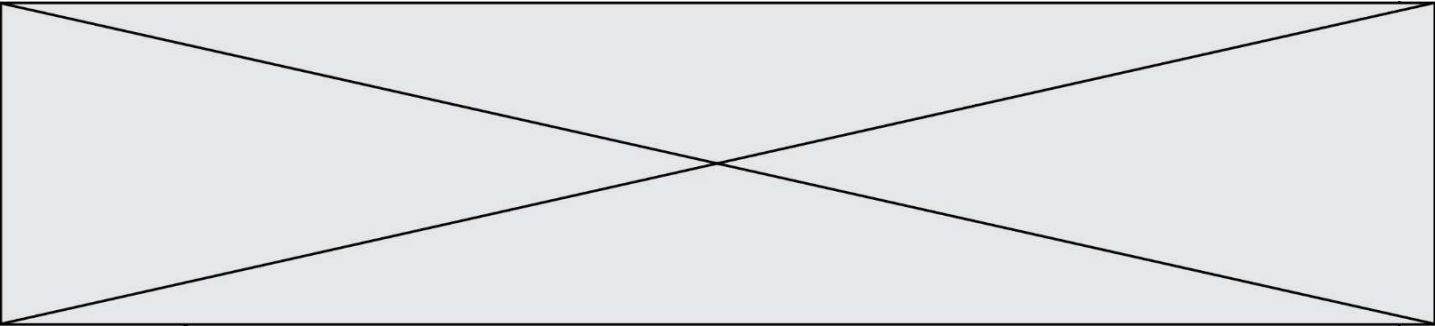
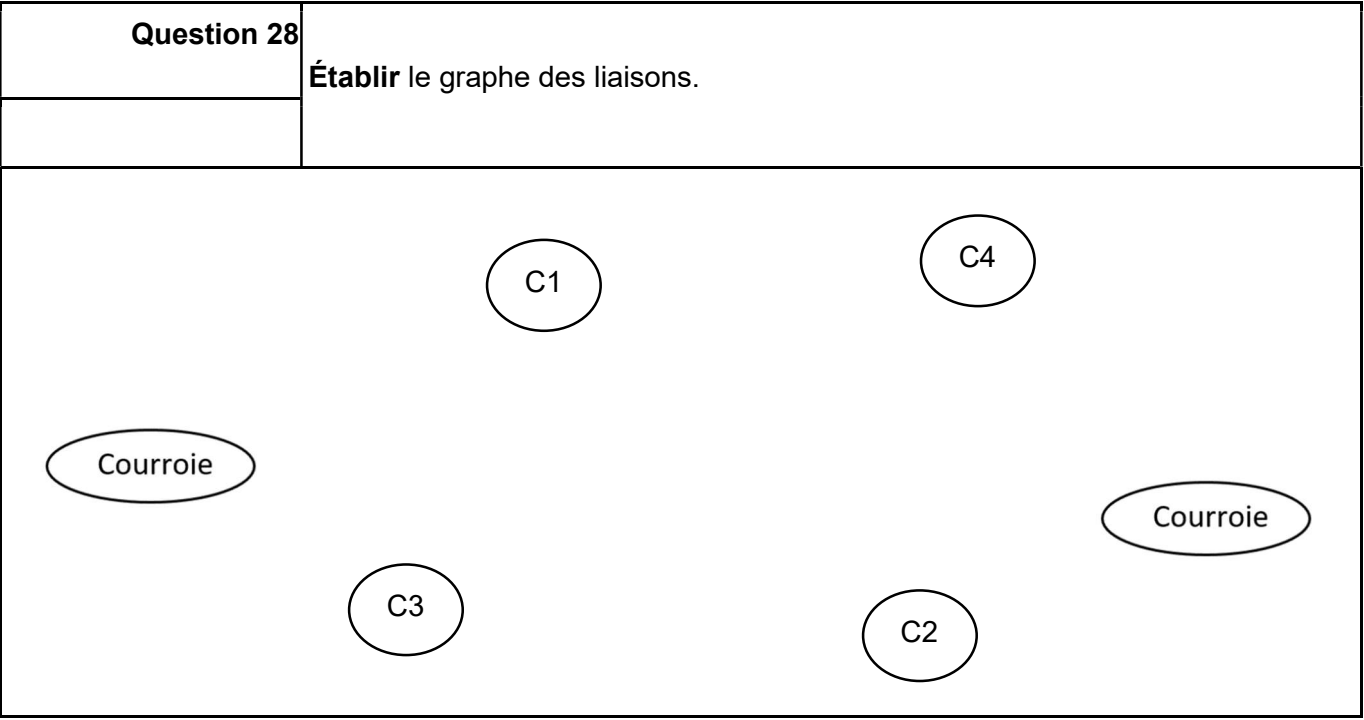
Vue 3D de la platine de translation d'axe $\vec{y}$.



BTS PTSL	Épreuve écrite E4 partie 2	Session : 2026	
Conception durable d'un système optique photonique	Code : 26_PTSLE42CDS	Coefficient : 3	Page 17/ 22



Question 27	Définir les classes d'équivalence de la platine de translation.
Vue 3D page 17/22	
C1 : { 1..... C2 : { 2..... C3 : { 3..... C4 : { 5..... Pièces non prises en compte : { 6 , 10 }	



Question 29	Compléter le tableau de caractérisation des liaisons correspondant et spécifier les axes des liaisons.		
Groupes cinématiques (Exemple C1/C2)	Mouvements relatifs	Nom complet de la liaison	
Courroie /			
Courroie /			

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :
(Les numéros figurent sur la convocation.)


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

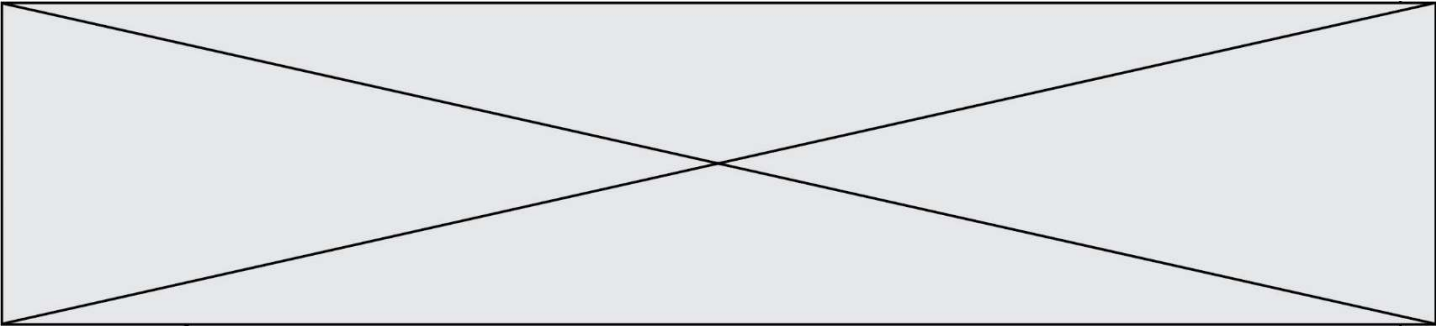
N° d'inscription :

1.1s

- CONSIGNES
- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
 - Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

Question 31	Calculer le rapport de transmission du système poulie/courroie entre le motoréducteur et la vis sans fin.
	<u>Données</u> : Module des poulies m = 1.5, Z _{pignon} = 15 dents et Z _{roue} = 62 dents

Question 32	A l'aide du document technique LR12, déterminer le pas de la vis de désignation : Vis B4-01-14-8-1000
LR12	



Question 33	Déterminer le déplacement de la platine de translation pour 1 tour en sortie de réducteur.

Question 34	A l'aide du Document Ressource LR2, déterminer la rotation du moteur minimale pour vérifier les performances attendues en Id='1.3.1.1.2'
LR2	
<u>Donnée</u> : le motoréducteur à un rapport de réduction de 1/1200.	