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 :
formav.co/explorer

BTS SYSTÈMES PHOTONIQUES • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

E5 : Analyse et mise en œuvre d’un système optique

Session 2026 • Code sujet : **26-BTS-SP-E5** • Durée : **6 heures** • Coefficient : **5**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Analyse du système et préparation de la mise en œuvre** (3 questions) — **Page 3**
2. **Montage et alignement de l’expanseur** (3 questions) — **Page 6**
3. **Caractérisation de la propagation du faisceau** (3 questions) — **Page 9**
4. **Réponse temporelle du détecteur** (3 questions) — **Page 11**
5. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://btssp.fr/assets/annales/bts-sp/E5 - Analyse et mise en œuvre d’un système optique/2026/BTS SP - E5 - Analyse et mise en œuvre d’un système optique - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

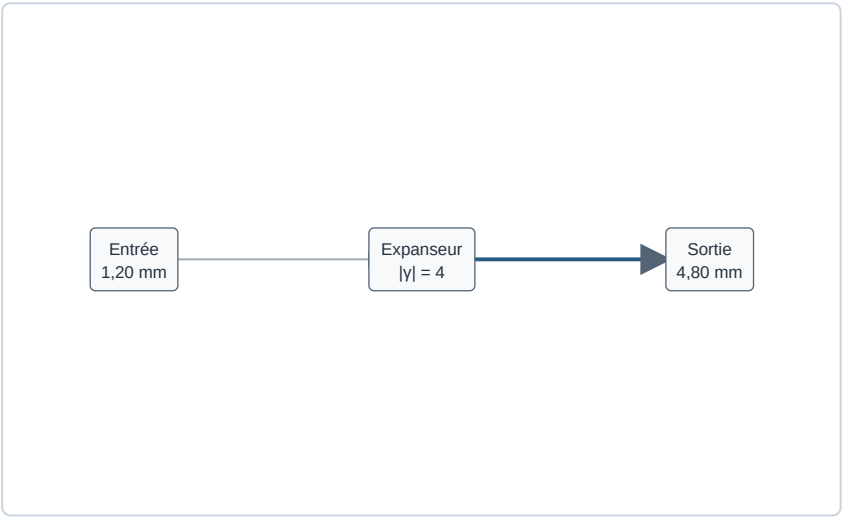
1. Analyse du système et préparation de la mise en œuvre

Le laboratoire Photonique Atlantique prépare un module d'éclairage laser intégrant un expanseur de faisceau de Kepler constitué de deux lentilles convergentes. Il faut prévoir ses caractéristiques optiques, préparer le montage et vérifier les conditions de sécurité avant la mise sous tension.

Question 1.1. Calculer le grandissement transversal théorique en valeur absolue et le diamètre théorique du faisceau en sortie. Présenter les unités et conclure sur la conformité au diamètre demandé.

Pour l'expanseur afocal, le grandissement théorique vaut $|\gamma| = f'_2/f'_1 = 100,0/25,0 = 4$, sans unité. Le diamètre incident collimaté étant $d_e = 1,20\ \text{mm}$, le diamètre de sortie est $d_s = |\gamma| d_e = 4 \times 1,20 = 4,80\ \text{mm}$. Il atteint exactement la valeur de sortie demandée au cahier des charges. Le résultat respecte donc le critère de diamètre théorique.

Grandissement et diamètres du faisceau



Diamètres théoriques calculés à partir des données du sujet.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$|\gamma| = 4$; $d_s = 4,80\ \text{mm}$, conforme au diamètre demandé.

Question 1.2. Calculer l'écartement afocal théorique des deux lentilles, indiquer leur ordre sur le banc et préciser leur position de départ.

L'écartement afocal est $e = f'_1 + f'_2 = 25,0 + 100,0 = 125,0\ \text{mm}$. Sur le banc, placer d'abord la source laser, puis L1 de focale $25,0\ \text{mm}$, ensuite L2 de focale $100,0\ \text{mm}$, et enfin l'écran d'arrêt ou le détecteur. Prendre L1 comme repère de départ et positionner L2 à $125,0\ \text{mm}$ en aval. Cette valeur est l'écartement théorique initial, à affiner pendant le réglage expérimental.

Ordre optique et écartement afocal initial

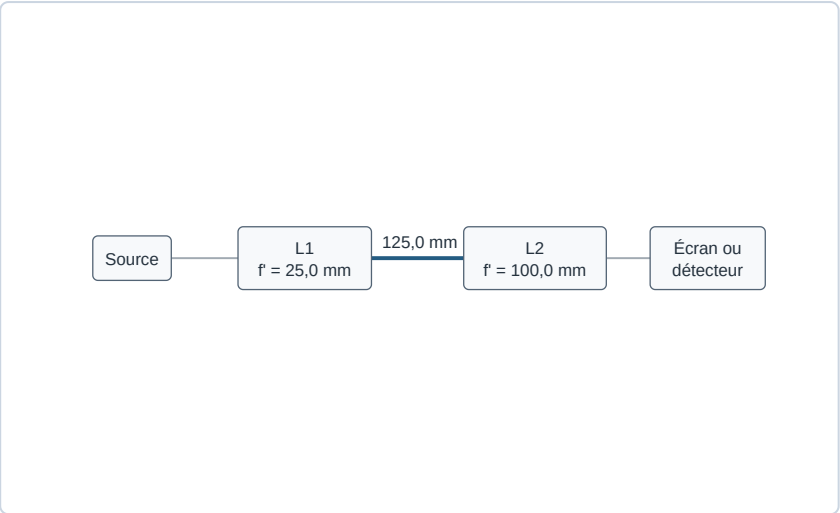


Schéma fonctionnel, non à l'échelle. L'écartement est mesuré entre L1 et L2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ordre : source, L1, L2, écran ou détecteur. Écartement initial L1-L2 : $125,0\ \text{mm}$.

Question 1.3. Avant la mise sous tension, effectuer le contrôle de sécurité et préparer le poste conformément au contexte et au document technique DT 1. Reporter sur DR 1 les valeurs théoriques calculées et les vérifications de sécurité demandées.

1. Garder la source hors tension pendant le montage et avant toute modification. Reporter sur DR 1 les valeurs théoriques : grandissement 4, diamètre de sortie 4,80 mm et écartement 125,0 mm.
2. Placer l'écran d'arrêt en fin de trajet et vérifier que les composants sont fixés, que le faisceau reste horizontal et que l'axe est à 100 mm au-dessus de la table.
3. Utiliser uniquement les écrans de visualisation fournis. Ne jamais regarder directement le faisceau ni ses réflexions spéculaires. Les mesures expérimentales seront consignées après le réglage.

DR 1 : valeurs théoriques et vérifications de sécurité

leurs unités.

Préparation, réglage et mesures de l'expanseur

Élément à renseigner	Valeur ou observation du candidat
Grandissement théorique en valeur absolue	4 — 4,80 mm
Diamètre de sortie théorique (mm)	125,0 mm
Écartement afocal théorique (mm)	Oui
Source hors tension pendant le montage : oui ou non	Oui
Écran d'arrêt en fin de trajet : oui ou non	
Hauteur de l'axe optique vérifiée (mm)	100 mm à vérifier
Écartement final réglé entre L1 et L2 (mm)	
Diamètre incident mesuré (mm)	
Diamètre de sortie mesuré (mm)	
Grandissement expérimental	
Corrections d'alignement effectuées	

✓ RÉPONSE À RETENIR

DR 1 : $|\gamma| = 4$, diamètre théorique 4,80 mm, écartement 125,0 mm. Source hors tension : oui ; écran d'arrêt en fin de trajet : oui ; axe à vérifier à 100 mm.

2. Montage et alignement de l’expanseur

Le candidat monte sur un banc optique un expanseur de Kepler éclairé par une diode laser rouge de faible puissance. Il aligne les lentilles et contrôle la hauteur de l’axe, le centrage, l’absence de vignettage, le diamètre obtenu et la collimation du faisceau.

Question 2.1. Réaliser le montage et aligner les éléments, puis faire vérifier par l’examinateur l’ordre optique, la hauteur de l’axe, le centrage du faisceau et l’absence de vignettage. Consigner dans DR 1 les contrôles et les corrections effectuées.

Couper la source avant toute manipulation. Installer les éléments dans l’ordre laser, L1, L2, écran d’arrêt, avec 125,0 mm entre les lentilles. Vérifier la fixation des supports et l’axe optique à 100 mm de hauteur. Utiliser les écrans de contrôle, sans regarder directement le faisceau ni ses réflexions spéculaires. Ajuster le centrage transversal jusqu’à un écart inférieur ou égal à 1 mm, puis vérifier l’absence de vignettage. Consigner les contrôles et corrections dans DR 1 et faire valider le montage par l’examinateur.

DR 1 : contrôles du montage

Préparation, réglage et mesures de l’expanseur

Élément à renseigner	Valeur ou observation du candidat
Grandissement théorique en valeur absolue	.....
Diamètre de sortie théorique (mm)	.....
Écartement afocal théorique (mm)	.....
Source hors tension pendant le montage : oui ou non	Oui : source hors tension
Écran d’arrêt en fin de trajet : oui ou non	Oui : écran d’arrêt en fin de trajet
Hauteur de l’axe optique vérifiée (mm)	100 mm vérifiés
Écartement final réglé entre L1 et L2 (mm)	.....
Diamètre incident mesuré (mm)	.....
Diamètre de sortie mesuré (mm)	.....
Grandissement expérimental	.....
Corrections d’alignement effectuées	Centrage ≤ 1 mm; sans vignettage

Compléter les cases repérées par des points de su…

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ordre : laser, L1, L2, écran d’arrêt. Écartement : 125,0 mm; axe : 100 mm; centrage : ≤ 1 mm; aucun vignettage.

Question 2.2. Mesurer le diamètre du faisceau incident et celui du faisceau après L2 avec l’écran gradué ou le dispositif fourni. Calculer le grandissement expérimental γexp = ds/de, le comparer à la valeur théorique, puis reporter les mesures et le calcul dans DR 1.

Mesurer sur l’écran gradué le diamètre incident d_e et celui après L2, d_s, puis reporter les valeurs observées dans DR 1. Le grandissement expérimental se calcule par $\gamma_{\text{exp}} = d_s/d_e$. La référence théorique vaut $100,0/25,0 = 4,00$. Comparer le rapport mesuré à 4,00. Avec le diamètre incident nominal de 1,20 mm, le diamètre de sortie attendu est 4,80 mm; le critère expérimental de réglage est compris entre 4,50 mm et 5,10 mm.

DR 1 : mesures des diamètres

Préparation, réglage et mesures de l'expanseur

Élément à renseigner	Valeur ou observation du candidat
Grandissement théorique en valeur absolue	.....
Diamètre de sortie théorique (mm)	.....
Écartement afocal théorique (mm)	.....
Source hors tension pendant le montage : oui ou non	.....
Écran d'arrêt en fin de trajet : oui ou non	.....
Hauteur de l'axe optique vérifiée (mm)	.....
Écartement final réglé entre L1 et L2 (mm)	.....
Diamètre incident mesuré (mm)	.....
Diamètre de sortie mesuré (mm)	..... d_e : mesure réelle .....
Grandissement expérimental	..... d_s : mesure réelle .....
Corrections d'alignement effectuées	..... $\gamma exp = d_s / d_e$ .....

Compléter les cases repérées par des points de suspension.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Grandissement théorique : 4,00. Grandissement expérimental : diamètre mesuré après L2 / diamètre incident mesuré.

Question 2.3. Régler finement l'écartement des lentilles pour obtenir le faisceau de sortie le plus collimaté possible sur la longueur disponible du banc. Indiquer l'écartement final retenu, le critère expérimental utilisé et le diamètre mesuré en sortie. La méthode de réglage et la stabilité du montage sont évaluées.

1. Partir de l'écartement nominal de 125,0 mm. Mettre la source hors tension avant chaque déplacement de L2.
2. Rallumer et comparer le diamètre du faisceau sur deux écrans placés à des distances différentes. Répéter les petits ajustements pour réduire au minimum la variation du diamètre sur la longueur disponible.
3. Retenir le réglage donnant la meilleure collimation, avec un faisceau centré, sans vignettage et de diamètre compris entre 4,50 mm et 5,10 mm. Immobiliser les supports, vérifier la stabilité et reporter dans DR 1 l'écartement final et le diamètre réellement mesurés.

DR 1 : réglage final de l'expanseur

Préparation, réglage et mesures de l'expanseur

Élément à renseigner	Valeur ou observation du candidat
Grandissement théorique en valeur absolue	.....
Diamètre de sortie théorique (mm)	.....
Écartement afocal théorique (mm)	.....
Source hors tension pendant le montage : oui ou non	.....
Écran d'arrêt en fin de trajet : oui ou non	.....
Hauteur de l'axe optique vérifiée (mm)	.....
Écartement final réglé entre L1 et L2 (mm)	.....
Diamètre incident mesuré (mm)	..... Écartement final : mesure (mm)
Diamètre de sortie mesuré (mm)	..... Diamètre final : mesure (mm)
Grandissement expérimental	.....
Corrections d'alignement effectuées	.....

Compléter les cases repérées par des points de suspension.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Écartement final et diamètre de sortie : valeurs mesurées après réglage fin. Critère : variation minimale du diamètre sur le banc.

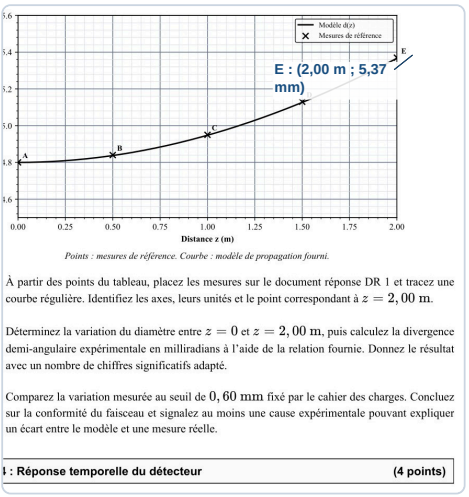
3. Caractérisation de la propagation du faisceau

Le sujet fournit des mesures de référence du diamètre du faisceau à différentes distances de la sortie de l'expanseur, ainsi qu'un modèle de propagation. Les résultats servent à représenter l'évolution du faisceau, estimer sa divergence et vérifier le cahier des charges à 2,00 m.

Question 3.1. Reporter sur le document réponse DR 1 les mesures du tableau de l'exercice 3 et tracer une courbe régulière. Identifier les axes avec leurs unités et indiquer le point correspondant à z = 2,00 m.

Place les cinq couples du tableau et relie-les par une courbe régulière croissante. L'axe horizontal représente la distance à la sortie, en mètres ; l'axe vertical représente le diamètre du faisceau, en millimètres. Le dernier point correspond à la distance maximale du tableau. Sur le graphique source, il est repéré E ; ses coordonnées permettent de vérifier son placement sur le document réponse.

Point final des mesures de référence



✓ RÉPONSE À RETENIR

Axes : z (m), d (mm). Points : (0,00 ; 4,80), (0,50 ; 4,84), (1,00 ; 4,95), (1,50 ; 5,13), (2,00 ; 5,37). Point demandé : E.

Question 3.2. Déterminer la variation du diamètre entre z = 0 et z = 2,00 m, puis calculer la divergence demi-angulaire expérimentale en milliradians à l'aide de la relation fournie. Donner le résultat avec un nombre de chiffres significatifs adapté.

À 2,00 m, le diamètre passe de 4,80 mm à 5,37 mm, soit une variation de 0,57 mm. Avec L = 2 000 mm, la relation fournie donne $\theta \simeq \frac{5,37-4,80}{2\times 2\,000} = 0,0001425$ rad, soit 0,1425 mrad. Compte tenu de la précision des mesures, on retient deux chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Variation : 0,57 mm. Divergence demi-angulaire expérimentale : 0,14 mrad.

Question 3.3. Comparer la variation mesurée au seuil de 0,60 mm fixé par le cahier des charges et conclure sur la conformité du faisceau. Signaler au moins une cause expérimentale pouvant expliquer un écart entre le modèle et une mesure réelle.

La limite de variation est 0,60 mm. La valeur mesurée est inférieure au seuil, donc le critère de propagation est respecté.

- Variation mesurée : 0,57 mm, soit une marge de 0,03 mm.
- Un écart avec le modèle peut venir de l'incertitude de lecture du diamètre ou d'un défaut d'alignement.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Conforme : 0,57 mm ≤ 0,60 mm, avec une marge de 0,03 mm. Une incertitude de lecture ou un défaut d'alignement peut expliquer l'écart au modèle.

4. Réponse temporelle du détecteur

La photodiode de contrôle est éclairée par le faisceau de sortie et sa tension répond à un échelon lumineux selon un modèle exponentiel. Le candidat exploite les paramètres nominaux et les mesures de référence pour étudier la pente initiale, le temps de réponse à 90 % et la cohérence du modèle.

Question 4.1. Calculer la dérivée initiale V′(0) avec le modèle nominal, donner son unité et l'interpréter comme la pente initiale de la réponse temporelle.

Le modèle donne $V'(t) = \frac{V_\infty}{\tau}\exp(-t/\tau)$. À l'instant initial, l'exponentielle vaut 1. Avec $V_\infty = 2{,}00\ \text{V}$ et $\tau = 0{,}40\ \text{s}$, on obtient $V'(0) = 2{,}00/0{,}40 = 5{,}00\ \text{V}\cdot\text{s}^{-1}$. Cette dérivée est la pente de la tangente à la courbe en $t = 0$: au début, la tension augmente de 5,00 volts par seconde.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La pente initiale de la réponse vaut $V'(0) = 5{,}00\ \text{V}\cdot\text{s}^{-1}$, soit une hausse de 5,00 V par seconde à l'instant initial.

Question 4.2. Déterminer le temps nominal t90 nécessaire pour atteindre 90 % de la tension finale. Écrire l'équation obtenue, utiliser le logarithme népérien et donner le résultat en secondes.

1. À 90 % de la tension finale, $V_\infty(1 - \exp(-t_{90}/\tau)) = 0{,}90 V_\infty$, donc $\exp(-t_{90}/\tau) = 0{,}10$.
2. En prenant le logarithme népérien, $-t_{90}/\tau = \ln(0{,}10)$, d'où $t_{90} = -\tau\ln(0{,}10) = -0{,}40\ln(0{,}10) = 0{,}921\ \text{s}$.

Le temps nominal pour atteindre 90 % de la tension finale est donc d'environ 0,92 s.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le temps nominal pour atteindre 90 % de la tension finale est $t_{90} \approx 0{,}92\ \text{s}$.

Question 4.3. À partir du tableau, relever la tension à 0,40 s et calculer la proportion de la tension finale atteinte à cet instant. Comparer cette proportion à la valeur attendue au bout d'une constante de temps et conclure sur la cohérence des mesures avec le modèle.

Le tableau indique $V(0{,}40\ \text{s}) = 1{,}264\ \text{V}$. Rapportée à la tension finale de $2{,}00\ \text{V}$, la proportion mesurée vaut $1{,}264/2{,}00 = 0{,}632$, soit 63,2 %.

- Au bout d'une constante de temps, le modèle prévoit $1 - \exp(-1) \approx 0{,}6321$, soit 63,2 %.
- Les proportions concordent à l'arrondi près : les mesures sont cohérentes avec le modèle exponentiel.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 0,40 s, la tension mesurée est 1,264 V, soit 63,2 % de la valeur finale : résultat cohérent avec le modèle.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E5 du BTS Systèmes photoniques, session 2026, code 26-BTS-SP-E5, dure 6 heures et compte un coefficient 5. Elle porte sur la mise en œuvre d'un expanseur de Kepler et la réponse temporelle d'une photodiode. Elle évalue les calculs optiques, la sécurité, l'alignement, l'exploitation de mesures, la représentation graphique et la validation d'un cahier des charges.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un expanseur de Kepler afocal, $|\gamma| = f'2/f'1$ et l'écartement nominal vaut $e = f'1 + f'2$.
- Le diamètre de sortie s'obtient par $ds = de \times |\gamma|$; conserver des unités cohérentes lors du calcul.
- La divergence demi-angulaire estimée sur une distance L vaut $\theta \simeq [d(L) - d(0)]/(2L)$, avec des longueurs dans la même unité.
- Pour $V(t) = V\infty(1 - \exp(-t/\tau))$, $V'(0) = V\infty/\tau$ et $t90 = -\tau \ln(0{,}10)$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Avant toute modification du montage, mettre la source laser hors tension et ne jamais regarder le faisceau ou ses réflexions spéculaires.
- Contrôler l'ordre des lentilles, la hauteur de l'axe à 100 mm, le centrage du faisceau et l'absence de vignettage.
- Sur le graphique, nommer les axes, inscrire leurs unités et reporter les mesures avant de tracer une courbe régulière.
- Présenter les unités et des chiffres significatifs adaptés, puis justifier explicitement la conclusion de conformité.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer l'écartement de départ des deux lentilles ?

Pour le système afocal de Kepler décrit dans le sujet, additionnez les focales images des deux lentilles convergentes : $e = f'1 + f'2$. Placez L1 côté source, puis L2, et mesurez l'écartement entre les lentilles.

Q : Comment calculer la divergence demi-angulaire avec les diamètres mesurés ?

Soustrayez le diamètre à la sortie de celui mesuré à la distance L, puis divisez la variation par 2L. Convertissez les longueurs dans la même unité ; avec d en millimètres et L en mètres, le résultat numérique est directement en milliradians.

Q : Quelle est la durée de l'épreuve et comment les exercices sont-ils organisés ?

L'épreuve E5 dure 6 heures et comprend quatre exercices notés respectivement sur 4, 6, 6 et 4 points. Elle combine calculs, manipulations du banc optique, exploitation de mesures et complétion du document réponse DR 1.

Q : Quels critères expérimentaux faut-il vérifier pendant le réglage ?

Le montage doit respecter l'ordre optique et une hauteur d'axe de 100 mm. Le faisceau doit être centré à 1 mm près, sans vignettage, et son diamètre de sortie doit être compris entre 4,50 mm et 5,10 mm.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btssp.fr/assets/annales/bts-sp/E5 - Analyse et mise en œuvre d'un système optique/2026/BTS SP - E5 - Analyse et mise en œuvre d'un système optique - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Systèmes Photoniques : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.