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

BTS OPTICIEN LUNETIER

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE – U. 42

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

SESSION 2012

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

Matériel autorisé :
Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :
- feuille-annexe n°1.....page 7/8
- feuille-annexe n°2.....page 8/8

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

Les loupes de qualité présentent en général des surfaces asphériques. Cela permet de réduire notablement les aberrations géométriques, en particulier la distorsion. Mais la qualité des images perçues n'est optimale que si certaines conditions d'utilisation données par le fabricant sont respectées (distance objet-loupe et distance loupe-œil).

Diamètre optique effectif	Puissance dioptrique (D) +	Grossissement à une distance de référence 0,25m (D/4)	Conditions d'emploi optimales		
			Distance d'emploi		Champ visuel
100 mm	6 dpt	1,5 x	145 mm	185 mm	90 mm
85 mm	8 dpt	2 x	110 mm	220 mm	50 mm
70 mm	12 dpt	3 x	70 mm	210 mm	30 mm
60 mm	16 dpt	4 x	50 mm	150 mm	30 mm
55 mm	20 dpt	5 x	40 mm	90 mm	28 mm

Figure 1 : extrait d'un catalogue trouvé chez un fournisseur.

Dans tout le problème, on traitera la lentille comme si elle était sphérique et l'on se placera dans les conditions de Gauss (approximation paraxiale).

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Optique géométrique

Une loupe asphérique, que l'on assimilera à une lentille mince L de centre optique O, a pour vergence D = + 16 dioptries et pour diamètre d'ouverture $2R$ = 60 mm.

On appelle AB, l'objet transversal observé, et $[H_o]$, le plan principal objet de l'œil de l'observateur. La pupille d'entrée de cet œil P_o est supposée confondue avec H_o. Son diamètre d'ouverture est $2r$ = 3 mm.

Pour bénéficier d'une qualité d'image optimum, le fabricant recommande les conditions d'utilisation suivantes : AO = 50 mm et OH_o = 150 mm.

I. Caractéristiques de la loupe

I.1. Le grossissement commercial G_c d'une loupe est donné par l'expression $G_c = |\theta' / \theta_{25}|$. Que représentent les angles θ' et de θ_{25} ? (Illustrer à l'aide d'un schéma).

I.2. Donner, sans démonstration, l'expression du grossissement G_c en fonction de la vergence D de la loupe, puis calculer sa valeur.

I.3. Quelle est la valeur de la distance focale image f' de la loupe ?

II. Utilisation optimale de la loupe

On utilise la loupe L dans la condition d'emploi optimale préconisée par le fournisseur **(figure 1 ci-dessus)**. L'objet observé à travers cette loupe a une taille AB = 0,1 mm.

II.1. Calculer la position de l'image $\overline{OA'}$, ainsi que la distance image-œil $\overline{A'H_0}$.

II.2. Limite de résolution de la loupe et grossissement perçu.

II.2.1. Vérifier que pour cette loupe, dans ces conditions d'utilisation, le grandissement transversal g_y et l'angle θ' de l'image ont pour valeur respectivement $g_y = + 5$ et $\theta' = 1{,}25 \times 10^{-3}$ rad.

II.2.2. En déduire la valeur de la puissance P de la loupe utilisée dans ces conditions.
S'agit-il de la puissance intrinsèque ? Pour quelles raisons ?

II.2.3. L'œil de l'observateur distingue deux points A' et B' séparés d'un angle de 2,0' (soit $5{,}8 \times 10^{-4}$ rad).
Montrer que la distance $A'B'$ séparant ces deux points, placés à une distance de 400 mm de l'œil et observés à l'œil nu, est égale à 0,23 mm, en déduire la limite de résolution de la loupe (on suppose la diffraction due à son ouverture négligeable).

II.2.4. En admettant que l'observateur puisse accommoder sur l'objet, la loupe ayant été enlevée sans que les positions de l'objet et de l'œil ne changent, quel est le grossissement perçu G ? Comparer G à G_c.

II.3. Les champs transversaux de la loupe.

Les constructions doivent apparaître sur **la feuille-annexe 1 (page 7/8, à rendre avec la copie)**.

Sur cette **feuille-annexe 1**, les échelles de représentation sont : échelle axiale 1/2 et échelle transversale 2.

II.3.1. Construire les limites supérieures T', M', PL' des champs images total, moyen et de pleine lumière et en déduire graphiquement les champs objets correspondants T, M et PL.

II.3.2. Mesurer le rayon AM du champ moyen puis donner sa dimension réelle.

II.3.3. Calculer le rayon AM du champ moyen objet en explicitant la méthode utilisée. Comparer ensuite ce résultat à celui trouvé graphiquement au **II.3.2.**

II.3.4. Mesurer, sur le schéma, la largeur du champ de contour et comparer cette mesure à la valeur du rayon du champ moyen.
Que peut-on en conclure pour la qualité de l'observation à travers la loupe ?

III. Autre utilisation de la loupe

III.1. L'observateur accommode maintenant à une distance de 200 mm en avant de H_o. La distance OH_o reste inchangée soit 150 mm.

Préciser dans quel sens l'observateur a déplacé l'objet AB pour voir nettement son image.

III.2. Quand on observe à travers la loupe un quadrillage régulier, comment l'image se présente-t-elle en présence de distorsion ?
Préciser la (ou les) figure(s) de **la feuille-annexe 2 (page 8/8)** qui correspond(ent) à cette observation.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Mesure par interférométrie de l'épaisseur d'une feuille d'aluminium

Pour mesurer l'épaisseur d'une feuille de papier d'aluminium alimentaire, on fait varier l'angle d'un coin d'air en déplaçant la feuille entre deux lames de verre à faces planes et parallèles et l'on mesure la valeur des interfranges correspondant à chacune des deux positions de la feuille. La loupe L permet de mieux distinguer les graduations d'une règle utilisée dans la mesure de ces valeurs d'interfranges **(figure 2 ci-dessous)**.

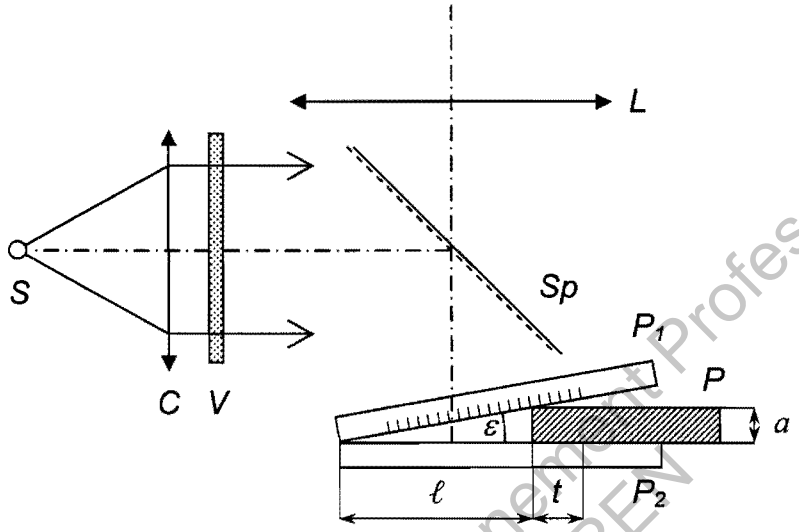


Figure 2

La feuille d'aluminium *P*, d'épaisseur *a*, est placée sur une lame de verre plane P_2. Une seconde lame plane P_1 à faces parallèles est en appui sur P_2 et *P*, de façon à définir un coin d'air de très petit angle ε. L'arête du coin est parallèle au bord de la feuille *P*. La règle permettant de mesurer les interfranges est gravée sur la face inférieure de P_1, et comprend une graduation en dixième de millimètre.

Une source à vapeur de mercure *S*, collimatée par la lentille *C*, associée à un filtre vert *V*, permet d'éclairer le coin d'air en lumière monochromatique (λ = 546 nm).

Une lame séparatrice *Sp*, inclinée à 45° par rapport à l'axe optique de la loupe, réfléchit la lumière issue de la source vers le coin d'air et transmet, vers la loupe *L*, les rayons dédoublés par réflexion sur le coin d'air.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

I. Interfrange associé à un coin d'air

On considère, par simplification, la lame P_1 d'épaisseur négligeable **(figure 3 ci-dessous)** et le rayon transmis dans le prolongement du rayon incident.

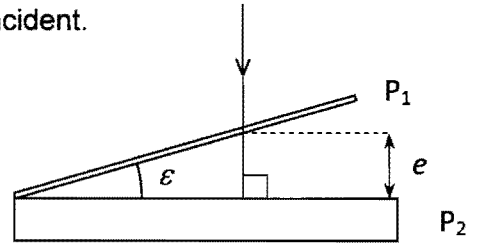


Figure 3

La **figure 4**, **ci-dessous**, indique comment un rayon incident, perpendiculaire à P_2, se dédouble par réflexion, d'une part sur P_1 et d'autre part sur le dioptre supérieur de P_2.

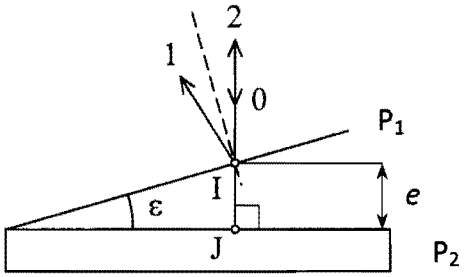


Figure 4

Le rayon incident (0) se réfléchit partiellement sur le premier dioptre, en I ; il donne ainsi le premier rayon (1). Le rayon réfracté en I est dans le prolongement de (0) ; il arrive normalement sur le second dioptre du coin d'air en J, où il se réfléchit partiellement suivant (2) ; comme l'incidence est normale, les rayons (2) et (0) sont superposés.

I.1. Préciser la surface (Σ) sur laquelle les interférences sont localisées.

I.2. Donner l'expression de la différence de marche δ au point I, en notant e l'épaisseur du coin d'air en I **(figure 4)**.

I.3. Allure de la figure d'interférences.

I.3.1. Entre deux franges successives de même nature, préciser :

a. quelle est la variation de δ ;

b. quelle est la variation Δe de l'épaisseur d'air du coin.

I.3.2. Sur un interfrange i, on considère que la variation d'épaisseur du coin d'air a pour expression $\Delta e = i \times \varepsilon$ avec ε exprimé en radians.

Montrer que l'expression de l'interfrange i est donnée par : $i = \dfrac{\lambda}{2\varepsilon}$ (où ε est en radian).

I.3.3. Décrire la forme des franges d'interférences.

II. Mesure de l'épaisseur de la feuille d'aluminium

II.1. La feuille d'aluminium est placée initialement comme indiqué sur la **(figure 2)**.
Exprimer l'angle ε (en radian) en fonction de a et de ℓ.

II.2. En déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de λ, a et ℓ.

II.3. On déplace la feuille d'aluminium d'une distance t vers la droite, dans la direction normale à l'arête du coin d'air. Dans ce cas, on note l'angle du coin d'air ε' et l'interfrange i'.

II.3.1. Quelle inégalité relie ε et ε' ?

II.3.2. L'interfrange augmente-t-il, diminue-t-il ou reste-t-il constant ? Justifier.

II.3.3. Exprimer l'interfrange i' en fonction de λ, a, ℓ et t.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

II.4. Montrer, à partir des résultats des **questions II.2. et II.3.3.**, que l'épaisseur de la feuille d'aluminium est donnée par :

$$a = \frac{\lambda t}{2(i' - i)}$$

II.5. Pour chacune des positions de la feuille, on mesure, à l'aide de la règle graduée placée sur P_1, la distance d séparant 50 interfranges.
Lorsque l'angle du coin d'air vaut ε, on obtient d = 13,6 mm.
Lorsque l'angle du coin d'air vaut ε', pour t = 10 mm, on obtient d' = 20,5 mm.

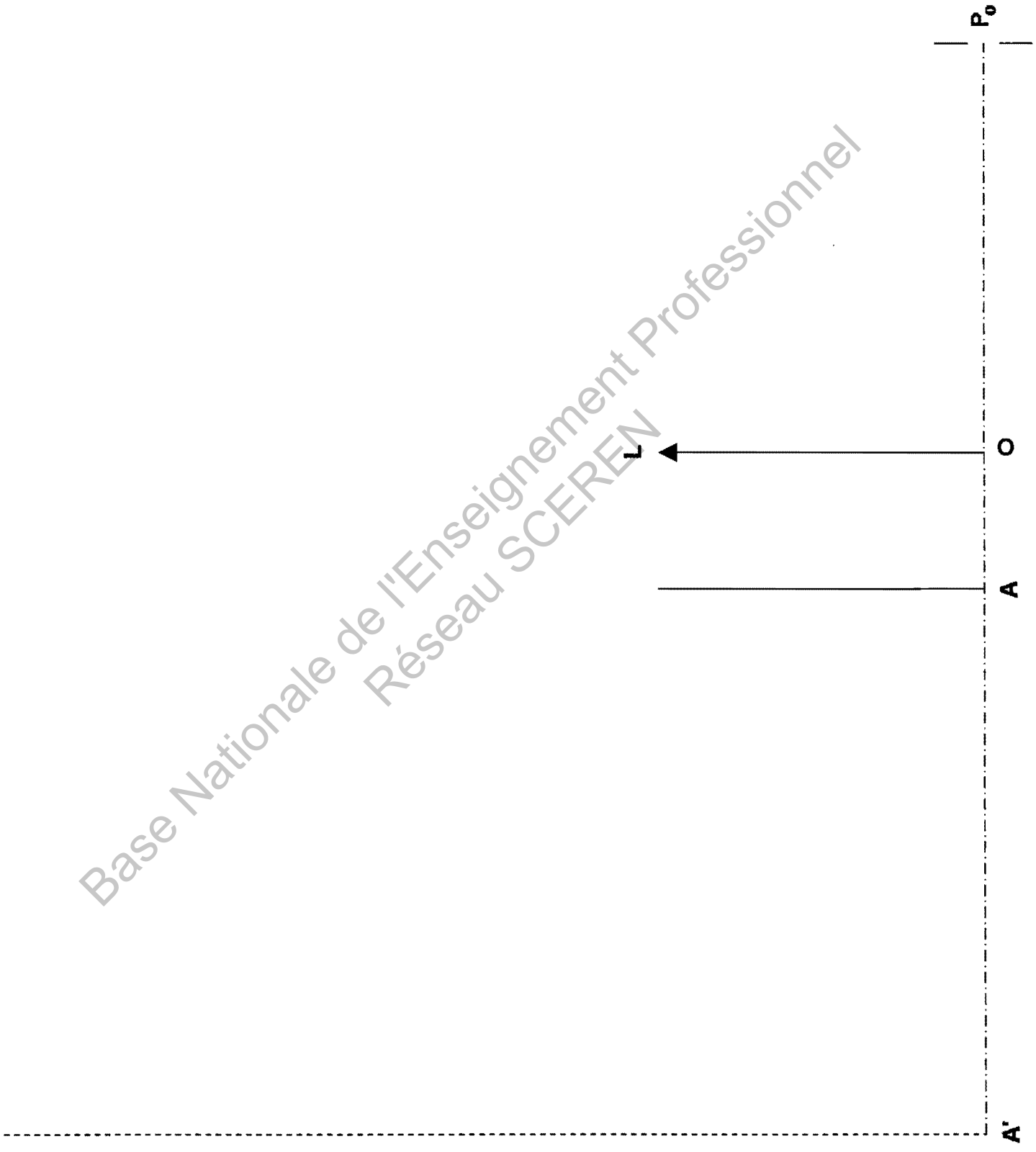
II.5.1. Calculer les valeurs des interfranges i et i' dans chacun des cas précédent.

II.5.2. En déduire l'épaisseur a de la feuille de papier aluminium alimentaire.
Ce résultat vous semble-t-il plausible ?

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

FEUILLE-ANNEXE N° 1

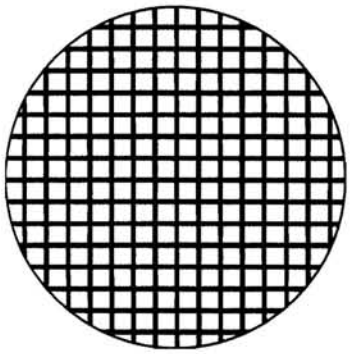
(À RENDRE AVEC LA COPIE)



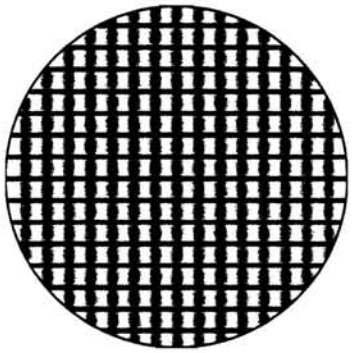
Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

FEUILLE-ANNEXE N° 2

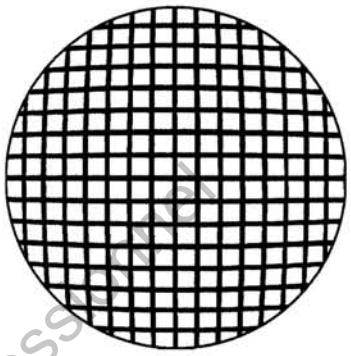
(À RENDRE AVEC LA COPIE)



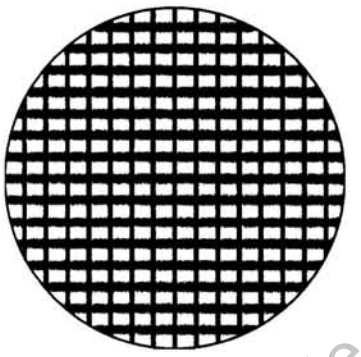
(a)



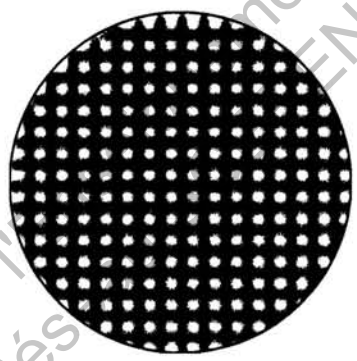
(b)



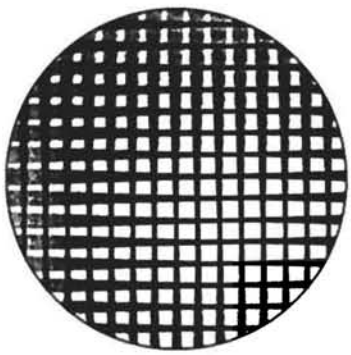
(c)



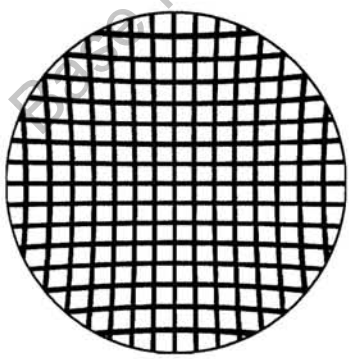
(d)



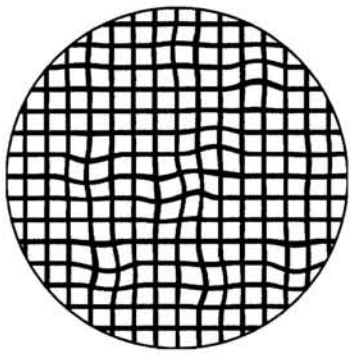
(e)



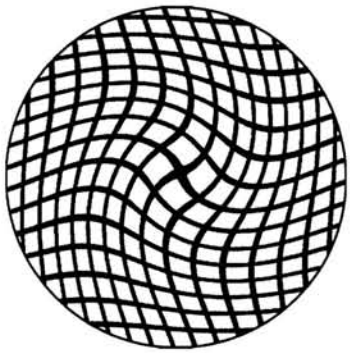
(f)



(g)



(h)



(i)

Reproduction Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réservé aux CEN

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.