

# Étude technique des systèmes optiques

Cours  
Exos  
Annales

Le tout-en-un

Laurent GRIENCHE, Thomas DUTERTRE

- LE RÉFÉRENTIEL COMPLET
- LES ANNALES CORRIGÉES
- LES CONSEILS MÉTHODOLOGIQUES

### Dans la même collection

*Technologie et prise de mesures. Exercices et annales.* 2<sup>e</sup> édition, Viards-Rozanes I, Castilla L, Dyant Y, 2016

*Économie et gestion d'entreprise. Exercices et annales.* 4<sup>e</sup> édition, Anelka T, Fekete JC, 2015

Analyse de la vision

*Tome 1 : vision monoculaire.* Cazeaud PY, 2013

*Tome 2 : vision binoculaire – Contactologie.* Cazeaud PY, Vettese S, 2014

*Exercices d'analyse de la vision.* 2<sup>e</sup> édition, Kovarski C, Daniel F, Lusson N, 2011

*Exercices d'optique géométrique et physique.* 2<sup>e</sup> édition, Gaudron B, Louvet R, 2013

### Dans la collection « Mini-guide opticien-lunetier »

*Épreuve professionnelle de synthèse. Fiches pour préparer l'épreuve 6 du BTS OL.* Kutner E, 2017

### Dans la collection « Professions santé »

*L'essentiel de l'opticien. Examen de vue, prise de mesures et contactologie.* Barthélémy B, Meillon JP, Riviere I, Thiébaud T, 2015

*Les anomalies de la vision chez l'enfant et l'adolescent.* 2<sup>e</sup> édition, Kovarski C, coord., 2014

*Réfraction oculaire et vision binoculaire. Coll. Profession santé,* Allary JC, 2018

### Dans la collection « Guide théorique et pratique »

*L'opticien-lunetier.* 3<sup>e</sup> édition, Kovarski C, coord., 2014

### Dans la collection « Optique et vision »

*Contactologie.* 2<sup>e</sup> édition, Barthélémy B, Thiébaud T, coord., 2012

*Avancées en ophtalmologie. Apport de la conquête spatiale.* Corbé C, coord., 2012

*Les lentilles de contact. Optimisation de l'adaptation, utilisation et entretien.* Michaud L, Breton L, Gagnon F, Simard P, 2012

*La malvoyance chez l'enfant. Cadre de vie et aides techniques.* Kovarski C, coord., 2010

*Instruments d'optique ophtalmique.* Hormière J, 2010

*Éclairage d'intérieur et ambiances visuelles.* Damelin court JJ, Zissis G, Corbé C, Paule B, 2010

*Traiter la presbytie.* Gilg AN, 2009

**Pour plus d'informations sur nos publications**



[newsletters.lavoisier.fr/9782743022488](https://newsletters.lavoisier.fr/9782743022488)

Collection dirigée par Caroline Kovarski

# Étude technique des systèmes optiques

Le tout-en-un

Laurent Grienche, Thomas Dutertre

  
**TEC & DOC**

[editions.lavoisier.fr](http://editions.lavoisier.fr)

© LAVOISIER, 2018  
ISBN : 978-2-7430-2248-8

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code pénal art. 425).

**Direction éditoriale** : Fabienne Roulleaux

**Édition** : Laurence Sourdillon

**Fabrication** : Estelle Perez

**Couverture** : Isabelle Godenèche

**Composition** : Nord Compo

# Règles de construction

Voici différentes règles de construction suivies dans cet ouvrage. Il est fortement conseillé de les appliquer :

- *le jour de l'examen* : l'auteur du sujet proposé lors de votre cession imposera obligatoirement certaines notations et/ou certaines couleurs à utiliser lors des tracés. Il est convenu de respecter ces choix à la lettre, même si cela ne correspond pas à vos notations habituelles. Il existe près de soixante-dix centres de préparation au BTS OL, donc bien des formes d'apprentissage se côtoient...
- *en attendant le jour de l'examen* : comme dans beaucoup de domaines scientifiques, une normalisation existe en optique graphique. Il est obligatoire de la respecter car l'appliquer donne l'assurance d'être correctement interprété par tous (y compris par la personne qui corrigera votre copie...).

## • Conventions d'écriture

Écrire en majuscule ou minuscule n'apporte pas la même signification. En particulier :

- **f** : signifie **distance focale**. C'est une mesure algébrique (associée à un signe + ou -), exprimée en **millimètre** (et non centimètre). À reporter lors de la cotation ;
- **F** : signifie **foyer**. C'est un point, qui devra être repéré sur le schéma.

## • Conventions de notation




Encadrer la majuscule de parenthèses ou de crochets ne symbolise pas la même entité. En particulier :

- **(F)** : signifie **droite focale**. C'est par exemple une des deux droites focales caractérisant l'astigmatisme d'un œil ou d'une lentille ;
- **[F]** : signifie **plan focal**. C'est par exemple un des deux plans focaux caractérisant l'astigmatisme d'un œil ou d'une lentille.

En indice, on leur ajoutera des caractères plus petits mais lisibles, qui permettront de différencier les écritures (Oc pour oculaire, Obs pour observateur... selon l'énoncé du sujet). Il est nécessaire d'identifier ces éléments dans toutes les vues demandées (vues de face et de dessus par exemple), sous peine de perdre bêtement des points...

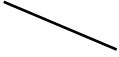
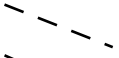
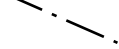
## • Conventions de tracé

Il convient d'exécuter directement sur le schéma optique :

-  Les *traits de construction*, au crayon gris (fraîchement taillé) ou au critérium. Ne pas les effacer : ils résultent de l'exploitation des propriétés géométriques d'un élément optique, et permettent de justifier vos constructions.
-  Les *rayons lumineux*, traits surlignés au crayon bille (ou feutre fin). Chaque rayon doit être **fléché** différemment (une flèche, deux flèches...), afin de mieux les distinguer. Il faut répéter ce symbole entre chaque élément optique afin de mieux poursuivre son trajet.
-  Les *faisceau et section*. Ombrer à l'aide d'une couleur claire, la zone éclairée.

### • Conventions de représentation

Les tracés évoqués ci-avant, les plans ou diaphragmes demandés, les conjugués recherchés, seront représentés en :

-  Traits **continus** si leur nature est **réelle** (c'est-à-dire pouvant être recueillie sur un écran).
-  Traits **discontinus** si leur nature est **virtuelle**.
-  Traits **mixtes** pour un axe optique principal ou secondaire.

Si la représentation de la nature d'un élément n'est pas respectée, cela entraîne obligatoirement la perte de la *moitié* du barème associé.

De plus, lors de la correction des sujets, un certain nombre de points est associé à la propreté, au soin et précision dont a fait preuve le candidat.

Il est donc capital d'écrire lisiblement à l'encre et de repérer *systematiquement* les éléments utiles et demandés. Il est également conseillé de gommer ou d'effacer toute trace d'erreur pour éviter de laisser des ratures sur votre copie.

L'utilisation de la règle et de l'équerre (ou règle roulante) est obligatoire afin de respecter orthogonalité et parallélisme.

En **mécanique**, lorsqu'une question porte sur **les liaisons cinématiques** entre deux pièces ou groupes, le barème de notation appliqué est un barème « tout ou rien ». Ainsi il est indispensable que **toutes les réponses (mouvement ; nom de liaison ; axe) soient justes et cohérentes** pour avoir les points. Évitez les réponses « hasardeuses ».

Si une question porte sur **les fonctions** de certains éléments de l'instrument, **la réponse doit impérativement commencer par un verbe à l'infinitif**, dans le cas contraire aucun point ne sera attribué.

Enfin, toute pièce présente dans l'instrument, mentionnée dans une réponse doit l'être en précisant **le nom de la pièce ET le repère associé** comme c'est le cas dans la nomenclature.

En résumé : **appliquez-vous et soyez rigoureux !**

# Avant-propos

Pour la grande majorité du public, un opticien est un technicien qui obéit à une prescription, et qui possède les compétences et les moyens pour guider le client dans ses choix et réaliser un bon montage des verres dans la monture. Or, il est bien plus qu'un monteur/vendeur. Il est également visagiste, gestionnaire et manager, réalise des examens de vue et des équipements de contactologie... Il utilise quotidiennement pour cela des appareils optiques, de plus en plus complexes, qu'il doit savoir choisir pour s'équiper au mieux et qu'il doit savoir aussi entretenir et réparer.

L'opticien est souvent amené à développer une activité de vente de matériels optiques, bien différents des lunettes, tels jumelles, télescopes, loupes, matériels de basse vision. Il doit donc être en mesure d'argumenter techniquement sur ces produits auprès de ses clients comme de ses fournisseurs.

C'est pour ces raisons que l'étude technique des systèmes optiques figure au référentiel du BTS OL. Étudier et comprendre le fonctionnement et la structure d'un appareil doit permettre de mieux l'utiliser, le présenter, l'appréhender, le comparer. L'ETSO permet d'avoir du recul et de la maîtrise sur ces objets qui seront le quotidien des futurs opticiens.

Cet ouvrage répond ainsi aux besoins du candidat à l'épreuve **U43 Étude technique des systèmes optiques** du BTS opticien-lunetier. Il s'appuie sur les différents sujets du BTS OL (2014, 2015 et 2016) où sont étroitement liées analyse de la structure mécanique et de ses constituants d'une part, et étude du fonctionnement optique, d'autre part. Pour aborder ces différents sujets, les notions de base en optique (toutes développées dans la première partie du manuel) et en mécanique (abordées ici dans une seconde partie) doivent être maîtrisées. Leur structure consiste en :

- une présentation générale du système afin d'en dégager la fonction principale ;
- une analyse mécanique faisant apparaître les différents constituants mécaniques et leurs fonctions ;
- une étude optique permettant d'apprécier le fonctionnement, les performances et les limites optiques de l'appareil.

L'épreuve d'ETSO se présente comme un examen écrit de deux heures (coefficient 3), pendant lesquelles le candidat doit s'approprier un dossier descriptif et réaliser différentes études.

Les auteurs





# Sommaire

Règles de construction .....	V
Avant-propos .....	VII
<b>Partie 1. Optique graphique</b>	
<b>Chapitre 1. Les lentilles minces .....</b>	<b>3</b>
1. Définitions.....	3
2. Lentilles sphériques minces convergentes.....	3
3. Lentilles sphériques minces divergentes .....	4
4. Construction des rayons particuliers.....	4
5. Construction des rayons quelconques .....	6
6. Construction de points conjugués et de faisceaux .....	12
7. Méthodologie et problématique.....	15
<b>Chapitre 2. Les miroirs plans .....</b>	<b>77</b>
1. Définitions.....	77
2. Lois de Descartes pour la réflexion.....	77
3. Construction de la réflexion d'un rayon.....	78
4. Construction de l'image d'un objet par réflexion.....	80
<b>Chapitre 3. Les dioptrés plans .....</b>	<b>94</b>
1. Définitions.....	94
2. Indices de réfraction .....	94
3. Lois de Descartes pour la réfraction.....	95
4. Construction de la réfraction d'un rayon.....	95

5. Conséquences : réfraction limite et réflexion totale . . . . .	96
6. Applications : prismes à réflexion totale . . . . .	97
7. Réfraction sur un dioptre plan dans les conditions de Gauss . . . . .	98
8. Lames à faces planes et parallèles . . . . .	99
<b>Chapitre 4. Les dioptres sphériques . . . . .</b>	<b>114</b>
1. Définition . . . . .	114
2. Stigmatisme rigoureux et approché . . . . .	114
3. Les foyers – plans focaux . . . . .	115
4. Marche des rayons quelconques par réfraction . . . . .	115
5. Construction des rayons particuliers . . . . .	118
6. Construction de rayons quelconques . . . . .	120
7. Construction des points conjugués . . . . .	121
<b>Chapitre 5. Les miroirs sphériques . . . . .</b>	<b>136</b>
1. Définition . . . . .	136
2. Lois de réflexion pour le miroir sphérique . . . . .	136
3. Construction des rayons particuliers . . . . .	138
4. Construction de rayons quelconques . . . . .	139
5. Construction des points conjugués . . . . .	140
<b>Chapitre 6. Association de dioptres et systèmes centrés . . . . .</b>	<b>150</b>
1. Définitions . . . . .	150
2. Construction des marches de rayons particuliers, de conjugués . . . . .	152
3. Construction de rayons quelconques . . . . .	153
4. Recherche des éléments cardinaux d'un système . . . . .	155
5. Étude avec des milieux extrêmes différents . . . . .	157
<b>Chapitre 7. Modélisation de l'œil . . . . .</b>	<b>168</b>
1. L'œil théorique . . . . .	168
2. L'œil emmétrope presbyte . . . . .	171
3. L'œil myope . . . . .	171
4. L'œil hypermétrope . . . . .	171
<b>Chapitre 8. Astigmatisme . . . . .</b>	<b>205</b>
1. Définitions . . . . .	205
2. Notations adoptées et à respecter . . . . .	205

3. Déviation d'un rayon incident parallèle à l'axe optique principal .....	206
4. Déviation d'un rayon incident quelconque .....	207
5. Cas du point objet P situé à une distance finie $\overline{LP}$ .....	207
6. Résumé .....	208
7. Autres caractéristiques .....	208
<b>Chapitre 9. Diaphragmation</b> .....	227
1. Espace optique homogène .....	227
2. Diaphragmation .....	228
<b>Chapitre 10. Étude de champs transversaux</b> .....	240
1. Introduction .....	240
2. Définitions .....	240
3. Méthodes pour la recherche de champs .....	241
4. Vérification de l'ensemble des constructions .....	246
 <b>Partie 2. Dessin technique et mécanique</b>	
<b>Chapitre 11. Les liaisons mécaniques</b> .....	265
1. Solide .....	265
2. Repérage d'un solide, d'une liaison .....	265
3. Les liaisons élémentaires .....	266
4. Nom et représentation des liaisons .....	266
<b>Chapitre 12. Réalisation d'une liaison encastrement</b> .....	274
1. Étude fonctionnelle .....	274
2. Solutions assurant le maintien en position .....	275
<b>Chapitre 13. Réalisation d'une liaison glissière</b> .....	284
1. Étude fonctionnelle .....	284
2. Solutions assurant la liaison glissière .....	285
<b>Chapitre 14. Réalisation d'une liaison pivot et pivot glissant</b> ..	290
1. Étude fonctionnelle .....	290
2. Solutions assurant la liaison pivot .....	291
<b>Chapitre 15. Réalisation d'une liaison hélicoïdale</b> .....	295
1. Étude fonctionnelle .....	295
2. Solutions assurant la liaison hélicoïdale .....	296

<b>Chapitre 16. Réalisation d'une liaison rotule.....</b>	<b>299</b>
1. Étude fonctionnelle.....	299
2. Solutions assurant la liaison rotule.....	300
<b>Chapitre 17. Schéma cinématique des mécanismes.....</b>	<b>302</b>
1. Méthodologie d'analyse.....	302
2. Définitions et méthodologie.....	303
<b>Chapitre 18. Transformation de mouvement,                   transmission de puissance.....</b>	<b>307</b>
1. Analyse fonctionnelle.....	307
2. Mécanisme de transformation de mouvement – Mécanisme de transmission de puissance.....	307
<b>Partie 3. Annales et corrigés</b>	
Sujet 2014.....	327
Sujet 2015.....	365
Sujet 2016.....	414
<b>Index.....</b>	<b>445</b>



Conforme au référentiel du BTS opticien-lunetier, ce tout-en-un répond aux besoins du candidat à l'épreuve **U43 Étude technique des systèmes optiques**.

Véritable outil de travail pour progresser et s'entraîner tout au long de l'année, cet ouvrage propose à travers 18 chapitres, les rappels de cours et 40 exercices d'application corrigés, présentant de manière claire et synthétique toutes les notions indispensables de l'**Optique graphique** et du **Dessin technique et mécanique**. Les points de cours abordés dans ce manuel permettent en outre de faire le lien et d'illustrer des notions abordées en Optique géométrique et en Analyse de la vision.

Afin de mettre en pratique ses connaissances et se préparer à cette épreuve incontournable au coefficient 3, les annales des **sujets 2014 à 2016** sont exposées en fin d'ouvrage. Leur correction détaillée pas à pas permet de se familiariser avec une démarche de travail rigoureuse et efficace.

**Claire et dynamique, riche de nombreux conseils et abondamment illustrée, cette édition tout en couleur** propose de nombreux encadrés en marge (rappels, définitions, remarques), conçus comme une aide pédagogique pour l'étudiant.

**Étude technique des systèmes optiques** s'adresse aux étudiants du BTS opticien-lunetier dès la première année.

**Laurent Grièche** est professeur certifié en génie mécanique. Il a enseigné plusieurs années l'ETSO à l'École d'optique de Lille et les Sciences industrielles de l'ingénieur, option ingénierie mécanique, au lycée Gustave Eiffel d'Armentières.

**Thomas Dutertre** est opticien, professeur à l'Institut supérieur d'optique (ISO), Lille.

Vous trouverez dans ce manuel des aides à l'apprentissage :

## 4 atouts Réussite

### Prérequis

*Au début de chaque corrigé, retrouvez toutes les notions préalables à maîtriser pour réussir le sujet*



### Rappel

*Des rappels réguliers des notions fondamentales*



### Attention

*Les pièges à éviter, les erreurs à ne pas commettre*



### Focus

*Des focus sur tout ce qu'il faut retenir*