

# Technique de l'image, tronc commun, première année

## Optique : questions d'examen (2015-2016)

- ✓ Les questions sont présentées par chapitre, dans l'ordre du cours, et **en deux colonnes**. La première colonne est relative à la piste verte du cours, la seconde à la piste rouge. Certaines questions appartiennent aux deux pistes, selon le niveau de détail exigé pour la réponse.
- ✓ La **majorité des questions** nécessitent des **réponses courtes et précises** (questions ponctuelles) ; d'**autres** demandent des **développements plus longs** (questions de compréhension). Lors de l'examen, les questions ponctuelles peuvent être regroupées pour donner naissance à une question de compréhension.
- ✓ Les **questions en grisé** ne sont en général **pas d'actualité** puisque relatives à des parties de la matière non abordées au cours ou jugées trop difficiles.
- ✓ Les **questions en jaune** constituent par contre des **questions « tubes »**, très importantes et donc très probables.
- ✓ Les **questions de type vrai ou faux** ou à **choix multiples** ne font pas partie de cette liste mais peuvent faire partie de l'examen.
- ✓ Tous les schémas du glossaire peuvent faire l'objet d'une question : **commentez le schéma...**

Chapitre 1 : notions d'optique géométrique	
Distinguez le phénomène de vision et le phénomène lumineux.	
Illustrez la propagation rectiligne de la lumière.	
Définissez les notions de rayon lumineux, de faisceau lumineux. Distinguez les types de faisceaux.	
Expliquez à l'aide de schémas la formation des zones d'ombre et de pénombre.	
Définissez l'optique géométrique et énoncez le premier principe fondamental (en définissant chaque mot).	
	Discutez la limite de validité de l'optique géométrique.
Expliquez (par un schéma commenté) la formation d'une image à l'aide d'une chambre noire.	
Exercices sur la propagation rectiligne de la lumière.	
Distinguez les phénomènes de diffusion et de réflexion.	

Définissez en général les phénomènes de réflexion et de réfraction.	
Énoncez et expliquez les lois de la réflexion.	
Exercices sur les lois de la réflexion	
Définissez précisément la notion d'indice absolu et relatif d'un milieu. Donnez l'unité et l'ordre de grandeur de ces indices.	
Exercices sur les indices de réfraction.	
Énoncez et expliquez les lois de la réfraction.	
Expliquez la construction de Descartes des rayons réfléchis et réfractés.	
Énoncez la loi de Kepler de la réfraction et expliquez comment elle résulte de la loi de Descartes.	
Distinguez les deux configurations possibles des rayons lumineux incident et réfracté selon la réfringence relative des milieux.	
Définissez le phénomène de réflexion totale et calculez l'angle de réfraction limite. Donnez des applications du phénomène de réflexion totale.	
Exercices sur les lois de la réflexion et de la réfraction.	
Énoncez et expliquez le deuxième principe général de l'optique géométrique.	
	Définissez précisément la notion de chemin optique (cas d'un milieu homogène, d'une succession de milieux homogènes, d'un milieu inhomogène).
Définissez la notion de distance orientée ou algébrique en optique.	
	Énoncez et expliquez en détails le principe de Fermat. Montrez qu'il implique les principes fondamentaux de l'optique géométrique.
	Retrouvez les lois de la réflexion à l'aide du principe de Fermat (géométriquement et/ou analytiquement).
	Illustrez la loi de la réfraction par la métaphore du nageur. Retrouvez les lois de la réfraction à l'aide du principe de Fermat (géométriquement et/ou analytiquement).
	Appliquez le principe de Fermat pour trouver le chemin suivi par la lumière rencontrant une succession de dioptries et de miroirs.

Expliquez qualitativement à l'aide du principe de Fermat la propagation courbe de la lumière et le phénomène de mirage.	
	Etablissez à l'aide du principe de Fermat l'équation différentielle régissant le parcours de la lumière dans un milieu inhomogène quelconque et dégagez une analogie mécanique.
Définissez les notions de point objet, de point image et de système optique.	
Définissez les notions de stigmatisme rigoureux et de points conjugués pour un système optique.	
Décrivez les trois types de systèmes optiques.	
Définissez les espaces objet et image pour chaque type de système optique.	
Définissez et distinguez les points objets réels et virtuels.	
Définissez et distinguez les points images réels et virtuels.	
	Décrivez l'orientation des distances pour un système optique.
	Exprimez la condition de stigmatisme en termes du chemin optique.
	Expliquez le stigmatisme d'un système dans le cadre de l'optique ondulatoire.
	Construisez les surfaces réfléchissantes rigoureusement stigmatiques pour un couple de points.
	Construisez les surfaces réfractantes rigoureusement stigmatiques pour un couple de points.
Donnez et expliquez en détail les conditions de stigmatisme approché d'un système.	
	Expliquez les conditions de stigmatisme approché pour des points voisins dans l'espace.
	Enoncez et expliquez la condition des sinus d'Abbe, définissez la notion d'aplanétisme.
	Définissez le grandissement linéaire, le grandissement angulaire pour un système optique. Quelle relation lie ces grandissements ?
	Enoncez et expliquez la condition d'Herschell.
	Définissez le grandissement axial d'un système optique.

Analysez à l'aide de schémas le stigmatisme et l'aplanétisme dans le cas du miroir plan. Définissez la notion de champ du miroir plan. Donnez la relation de conjugaison de ce système et le grandissement linéaire. Discutez la nature relative des objets/images.	
Analysez à l'aide de schémas le stigmatisme et l'aplanétisme dans le cas du dioptré plan. Donnez la relation de conjugaison de ce système et le grandissement linéaire. Discutez la nature relative des objets/images.	
Exercices sur le miroir plan et le dioptré plan	
	Etablissez les formules de la lame à face parallèle.
	Etablissez les formules du prisme.
	Définissez les miroirs sphériques convexe et concave.
	Définissez le centre et le sommet des miroirs sphériques. Montrez que le miroir est stigmatique pour ces points.
	Expliquez l'astigmatisme du miroir sphérique.
	Etablissez la relation de conjugaison avec origine au sommet du miroir sphérique dans les conditions de Gauss.
	Etablissez la relation de conjugaison avec origine au centre du miroir sphérique dans les conditions de Gauss.
	Définissez et situez les foyers du miroir sphérique. Que valent les distances focales ?
	Discutez l'aplanétisme du miroir sphérique dans les conditions de Gauss. Que valent les grandissements ?
	Construisez les images d'objets données par des miroirs sphériques convexe ou concaves. Discutez la nature relative des objets/images.
	Discutez graphiquement la position de l'image en fonction de la position de l'objet dans le cas du miroir sphérique dans l'approximation de Gauss.
	Etablissez la formule de Newton avec origine au foyer pour le miroir sphérique.
	Définissez et calculez le champ d'un miroir sphérique convexe ou concave. Comparez

	au champ du miroir plan. Déduisez en des applications des miroirs sphériques.
	Exercices sur les miroirs sphériques
	Définissez le dioptré sphérique, définissez le centre et le sommet du dioptré.
	Expliquer l'astigmatisme du dioptré sphérique.
	Effectuez une étude détaillée du stigmatisme rigoureux du dioptré sphérique (invariant de Möbius, points de Young-Weierstrass).
	Discutez graphiquement la position de l'image en fonction de la position de l'objet dans le cas du dioptré sphérique dans l'approximation de Gauss.
	Démontrez la relation de conjugaison avec origine au sommet du dioptré sphérique dans l'approximation de Gauss et la formule du grandissement.
	Définissez les foyers et calculez les distances focales du dioptré sphérique.
	Démontrez la relation de conjugaison avec origine au centre du dioptré sphérique dans l'approximation de Gauss et la formule du grandissement.
	Démontrez la relation de conjugaison de Newton avec origines aux foyers du dioptré sphérique dans l'approximation de Gauss.
	Démontrez la formule du grandissement du dioptré sphérique.
	Construisez les images d'objets données par des dioptrés sphériques convexes ou concaves. Discutez la nature relative des objets/images.
	Exercices sur le dioptré sphérique.
Définissez les lentilles minces, la notion d'axe optique, de centre optique.	
Détaillez les différents types de lentilles convergentes et divergentes. Quelles sont les convergentes ? Les divergentes ?	
Énoncez les conditions de l'approximation de Gauss pour les lentilles et expliquez la schématisation des lentilles minces.	
	Démontrez la formule du fabricant et la formule de conjugaison pour la lentille mince, formée de deux dioptrés sphériques.

Vérifiez la convergence (ou la divergence) des 6 types de lentilles minces à l'aide de la formule du fabricant de lentilles.	
Définissez et donnez les propriétés du centre optique d'une lentille (cas de la lentille mince et épaisse).	
Définissez et donnez les propriétés des foyers d'une lentille.	
Définissez (à l'aide de schémas et de mots) le centre optique, les foyers, les distances focales et les plans focaux d'une lentille convergente.	
Définissez (à l'aide de schémas et de mots) le centre optique, les foyers, les distances focales et les plans focaux d'une lentille divergente.	
Enoncez les propriétés des rayons remarquables qui permettent la construction des images d'objets formées par une lentille mince.	
Expliquez pour une lentille comment construire l'émergent d'un rayon incident quelconque à l'aide des rayons remarquables.	
Donnez (sans les démontrer) les formules principales caractérisant les lentilles convergentes (formule du fabricant, formule de conjugaison, formule du grandissement).	
Démontrez (par voie géométrique) les formules de conjugaison et du grandissement pour une lentille mince convergente.	
Donnez (sans les démontrer) les formules principales caractérisant les lentilles divergentes (formule du fabricant, formule de conjugaison, formule du grandissement).	
Démontrez (par voie géométrique) les formules de conjugaison et du grandissement pour une lentille mince divergente.	
	Donnez sans la démontrer la formule de conjugaison de Newton pour une lentille convergente ou une lentille divergente.
Expliquez la formation d'une image par une lentille convergente, selon la position de l'objet.	
Expliquez la formation d'une image par une lentille divergente, selon la position de l'objet.	
Appliquez les constructions d'image d'objet par une lentille à la projection sur écran.	
Exercices sur les lentilles minces.	

Donnez sans la démontrer la formule permettant de combiner deux lentilles non accolées.	
	Démontrer la formule permettant de combiner deux lentilles non accolées.
	Définissez les systèmes centrés et discutez de leur stigmatisme et de leur aplanétisme dans le cadre de l'approximation de Gauss.
	Calculez les grandissements des systèmes centrés.
	Définissez les éléments cardinaux des systèmes centrés.
	Définissez les foyers, les plans focaux les points principaux et les plans principaux d'un système centré.
	Enoncez les propriétés des plans principaux.
	Définissez les points et les plans antiprincipaux.
	Définissez les distances focales d'un système centré, calculez leur rapport, définissez la vergence d'un système centré.
	Expliquez la construction des rayons images et des images de petits objets par un système centré.
	Donnez sans les démontrer la formule de conjugaison et la formule du grandissement avec origine double aux foyers.
	Donnez sans les démontrer la formule de conjugaison et la formule du grandissement avec origine double aux points principaux.
	Définissez les points nodaux d'un système centré et énoncez leur principale propriété.
Expliquez et illustrez la construction de l'image d'un objet à l'aide des trois rayons particuliers.	
	Définissez les points anti nodaux d'un système centré et énoncez leur principale propriété.
	Donnez sans la démontrer la formule de combinaison de deux systèmes centrés non accolés.
<b>Chapitre 2 : étude sommaire de quelques instruments d'optique</b>	
Pas de question sur ce chapitre, purement documentaire.	
<b>Chapitre 3 : les objectifs photographiques</b>	

Définissez un objectif photographique et donnez en les caractéristiques qualitatives générales.	
Décrivez l'analogie appareil photo/œil.	
Décrivez en détail le système de visée reflex.	
Distinguez les objectifs selon leur correction pour l'aberration d'astigmatisme, leur aspect dis(symétrique).	
Quels sont les paramètres quantitatifs principaux d'un objectif photographique ?	
Décrivez le modèle de la lentille mince pour décrire l'objectif photographique.	
Donnez et démontrez les relations permettant de calculer la distance de mise au point et le tirage pour une prise de vue photographique dans l'analogie de l'objectif et de la lentille mince.	
Définissez (à l'aide de mots et de schémas) les prises de vue « macro » et « normales ».	
Exercices d'optique photo	
Décrivez l'objectif photographique comme un système centré. En particulier, définissez et caractérisez ses points cardinaux ainsi que ses distances focales. Précisez l'analogie objectif/lentille mince.	
	Décrivez les différentes manières de maintenir la conjugaison objet/image pour un objectif photographique.
	Définissez le grandissement transversal et donnez les formules permettant de le calculer.
Distinguez les notions de champ propre d'un objectif photographique et de champ couvert.	
Définissez les notions de champ couvert dans l'espace sujet, image, et la notion de champ utile d'un objectif.	
Calculez l'angle de champ utile d'un objectif photographique.	
Représentez graphiquement la relation liant l'angle de champ utile à la focale de l'objectif.	
Définissez la notion d'objectif normal en photographie et en cinématographie. Donnez des exemples d'objectifs normaux pour les différents formats utilisés en photographie argentique et en prise de vue cinéma.	



Détaillez la classification des objectifs de prise de vue sur base du champ couvert.	
	Définissez les systèmes afocaux et expliquez à l'aide de schémas et de mots leurs propriétés.
Définissez les objectifs à longue focale en général et expliquez le problème d'une combinaison de type « classique » pour obtenir un objectif à longue focale.	
Donnez les caractéristiques générales de l'image donnée par un objectif de longue focale (grandissement, champ utile, perspective).	
Détaillez la combinaison optique et les propriétés optiques du téléobjectif par rapport à un objectif normal de longue focale (sur base de schémas optiques).	
	Donnez (sans les démontrer) les formules de la focale du téléobjectif et de son facteur d'amplification.
	Etudiez théoriquement la combinaison téléobjectif. Etablissez les formules de la focale et de l'amplification du téléobjectif.
	Détaillez les différentes configurations limites possibles pour la combinaison de type téléobjectif.
	Expliquez pourquoi le système de mise au point par variation du tirage optique est mal adapté aux téléobjectifs.
	Expliquez le principe général du système de mise au point interne des téléobjectifs, utilisant un système afocal.
Expliquez comment on peut utiliser un élément afocal comme complément téléobjectif (convertisseur frontal).	
Définissez les objectifs à courte focale en général et expliquez le problème d'une combinaison de type « classique » pour les boîtiers reflex.	
Donnez les caractéristiques générales de l'image donnée par un objectif de courte focale (grandissement, champ utile, perspective).	
Détaillez la combinaison optique et les propriétés optiques de l'objectif grand angle rétrofocus par rapport à un objectif de courte	

focale de type normal (sur base de schémas optiques).	
Expliquez comment on peut utiliser un élément afocal comme complément réducteur de focale (convertisseur frontal).	
	Expliquez en détail le principe de fonctionnement d'un convertisseur arrière.
Définissez et donnez les caractéristiques générales des objectifs « zooms ».	
Détaillez les groupes composant un objectif zoom.	
	Expliquez les deux modes de compensation qui peuvent être utilisés dans les objectifs zooms.
	Expliquez le principe de fonctionnement d'un extender.
	Expliquez le principe détaillé de la variation de focale du zoom dans le cas des télézooms à variateur de champ afocal et « longueur constante.
	Donnez et démontrez la formule permettant de calculer les distances de mise au point réelles, en fonction des distances de mise au point gravées sur l'objectif, en cas d'utilisation d'une bague d'allonge. Savoir appliquer ces formules sur un exemple concret.
	Donnez et démontrez la formule permettant de calculer les distances de mise au point réelles, en fonction des distances de mise au point gravées sur l'objectif, en cas d'utilisation d'une bonnette. Savoir appliquer ces formules sur un exemple concret.
<b>Chapitre 4 : ouvertures et diaphragmes</b>	
Définissez le diaphragme d'ouverture, distinguez le du diaphragme de champ et donnez ses principales caractéristiques.	
Expliquez en détails le rôle du diaphragme en optique photographique.	
	Définissez (à l'aide de mots et de schémas) les pupilles d'entrée et de sortie d'un objectif photographique.
Définissez et comparez les notions d'ouverture absolue, d'ouverture	

numérique, de nombre d'ouverture et d'ouverture relative.	
Donnez (sans la démontrer) la loi de l'éclairement du film en fonction de l'ouverture.	
	Établissez la formule de l'éclairement du film en fonction de l'ouverture. En particulier, montrez que l'éclairement du film est proportionnel à l'inverse du carré du nombre d'ouverture.
Donnez les lois de variation de l'éclairement et construisez les suites des indices de diaphragme (en crans, en demi crans, et en tiers de crans).	
Discutez les limites (inférieure et supérieure) de la suite des indices de diaphragme permis pour un objectif donné.	
	Justifiez les limites de subdivisions de l'échelle des diaphragmes (en particulier l'arrêt de la division au tiers de cran).
Définissez et décrivez l'échelle photométrique des diaphragmes (échelle T).	
	Expliquez pourquoi la pupille d'entrée d'un système optique figé varie lorsque la mise au point n'est plus effectuée à l'infini.
Décrivez qualitativement l'origine de la sous-exposition du film en prise de vue rapprochée pour les optiques figées, et discutez (sans formules) les techniques de corrections possibles.	
	Décrivez précisément (en utilisant les formules) les corrections d'exposition à adopter pour les prises de vue en macrophoto.
	Justifiez les limites d'application des corrections d'exposition pour les prises de vue rapprochées.
	Expliquez la variation des pupilles d'un système optique à mise au point interne lorsque la mise au point n'est plus effectuée à l'infini.
	Expliquez comment il est possible que l'ouverture numérique et la pupille d'entrée d'un zoom à variateur de champ afocal restent constantes, lors d'un changement de focale.
	Expliquez les modifications de la pupille d'entrée lors de l'utilisation d'un convertisseur de focale.

	Etablissez la formule photométrique des systèmes épais.
<b>Chapitre 5 : distance hyperfocale et profondeur de champ</b>	
Définissez la netteté absolue, la notion de tolérance de netteté, et la netteté relative.	
Définissez le pouvoir séparateur de l'œil et donnez son ordre de grandeur.	
	Montrez que le pouvoir séparateur de l'œil est déterminé par l'écartement des cônes et la rétine.
Définissez la notion de cercle de confusion et expliquez comment on les calcule à partir du pouvoir séparateur de l'œil.	
	Montrez comment on calcule le diamètre du cercle de confusion à partir du pouvoir séparateur de l'œil.
Donnez l'ordre de grandeur des tolérances de netteté sur les différents supports photographiques (négatifs, positifs, etc.).	
Définissez la notion de latitude de mise au point.	
Définissez la distance hyperfocale et donnez (sans la démontrer) la formule qui permet de la calculer.	
	Définissez la distance hyperfocale et établissez la formule qui permet de la calculer.
Définissez les plans antérieur et postérieur de netteté et donnez (sans les démontrer) les formules (approchées et exactes) qui permettent de calculer leur position.	
Calculez la position des plans antérieur et postérieur de netteté ainsi que la position de leurs plans conjugués (calcul approché).	
	Calculez la position des plans antérieur et postérieur de netteté ainsi que la position de leurs plans conjugués (calcul exact).
Définissez la profondeur de champ et établissez la formule qui permet de la calculer.	
Expliquez comment fonctionne la bague de profondeur de champ sur un objectif.	
Définissez la profondeur de foyer et donnez (sans la démontrer) la formule permettant de la calculer.	

	Démontrez la formule permettant de calculer la profondeur de foyer.
Quel est l'intérêt principal de la distance hyperfocale ? Justifiez à l'aide des formules.	
Définissez la profondeur de champ, décrivez sa variation en fonction des paramètres de la prise de vue, éventuellement à l'aide d'un calcul de dérivées, ou en utilisant de bonnes approximations.	
	Calculez la distance de mise au point et le diaphragme optimal pour une prise de vue dont les plans de netteté sont connus.
Enoncez et expliquez la règle empirique des 1/3-2/3.	
	Définissez et calculez le champ antérieur (champ en avant) et le champ postérieur (champ en arrière), montrez que le champ postérieur est toujours plus important que le champ antérieur.
	Calculez la distance de mise au point pour laquelle la règle 1/3-2/3 est exacte.
	Vérifiez sur un exemple numérique la validité de l'adage « règle des 1/3-2/3 ».
Expliquez l'adage concernant l'indépendance de la profondeur de champ en fonction de la focale pour un cadrage donné.	
Vérifiez sur un exemple numérique la validité de l'adage précédent. Quelle condition doit être vérifiée pour qu'il s'adapte ?	
	Donnez une justification théorique de la limite de validité de l'adage précédent et établissez la formule simplifiée de la profondeur de champ lorsqu'il s'applique.
Un exercice du type de ceux figurant dans la liste donnée en fin de chapitre.	
<b>Chapitre 6 : champs d'un objectif et pertes d'éclairement dans le champ de l'image</b>	
Définissez la notion de champ d'un instrument d'optique, distinguez le champ axial du champ transversal.	
Définissez et distinguez à l'aide de schémas dans le champ transversal le champ de pleine lumière et le champ de contour.	
Définissez la notion de champ moyen, et les notions de lucarne d'entrée et de sortie pour un système optique.	
Définissez le phénomène de vignettage en général.	

Expliquez (à l'aide de schémas et de mots) comment se mesure le vignettage.	
Distinguez les différents types de vignettage (naturel, optique, mécanique, dû à la surface sensible).	
Précisez l'effet du diaphragme sur les différents types de vignettage.	
Expliquez (à l'aide de schémas et de mots) le phénomène de vignettage optique et mécanique. En quoi consiste l'effet œil de chat ?	
Décrivez (à l'aide de schémas, d'une formule et de mots) dans le cas idéal le vignettage naturel d'un objectif.	
	Etablissez théoriquement la formule du vignettage naturel d'un objectif dans le cas où l'objectif peut être assimilé à une lentille mince.
	Décrivez la formule du vignettage naturel d'un objectif dans le cas général.
	Donnez la formule la plus générale de la lamination d'un support sensible.

## Chapitre 7 : optique physique et photographie

Définissez les fronts d'onde et décrivez leur lien avec les rayons lumineux.	
	Enoncez le théorème de Malus-Dupin.
	Montrez que le théorème de Malus-Dupin permet de retrouver la loi de Descartes.
	Enoncez et expliquez (à l'aide d'un schéma) le principe de Huygens.
	Appliquez le principe de Huygens pour expliquer l'évolution d'une onde plane et la propagation rectiligne de la lumière.
	Appliquez le principe de Huygens pour expliquer les phénomènes de réflexion et de réfraction de la lumière.
	Expliquez la construction de Huygens du rayon réfracté.
Définissez le phénomène de diffraction et expliquez comment il se manifeste visuellement en photographie.	

	Énoncez le critère de Rayleigh et expliquez comment il limite le pouvoir séparateur d'un instrument d'optique.
Décrivez l'effet de la diffraction sur les ouvertures utiles en photographie argentique.	
Décrivez l'effet de la diffraction sur les ouvertures utiles en photographie numérique.	
	Décrivez l'effet de la diffraction sur le pouvoir résolvant des objectifs photo en argentique et en numérique.
Décrivez (à l'aide de schémas et de mots) les différents états de polarisation de la lumière.	
Décrivez la polarisation rectiligne de la lumière et expliquez comment il est possible d'obtenir de la lumière polarisée rectilignement par réflexion vitreuse. Donnez une application de ce phénomène en photographie.	
Décrivez la polarisation elliptique de la lumière et expliquez comment il est possible d'obtenir de la lumière polarisée elliptiquement.	
Décrivez la polarisation circulaire de la lumière et expliquez comment il est possible d'obtenir de la lumière polarisée circulairement.	
Décrivez la polarisation rectiligne de la lumière et expliquez comment il est possible d'obtenir de la lumière polarisée rectilignement par transmission. Énoncez la loi de Malus. Expliquez en détail une application de la polarisation rectiligne par transmission.	
Décrivez la polarisation rectiligne de la lumière et expliquez comment il est possible d'obtenir de la lumière polarisée rectilignement par diffusion. Donnez un exemple mettant en évidence ce type de polarisation.	
Caractériser les pertes de lumière par absorption et par réflexion dans les objectifs photographiques.	
Expliquez le principe de fonctionnement qualitatif d'une couche antireflet.	
	Donnez le principe détaillé de fonctionnement d'une couche antireflet.