

P8 — La lunette astronomique

Thème 4 · Ondes et signaux

Table des matières

1	Pourquoi ce chapitre ?	1
2	Ce que tu vas apprendre	1
3	1. Constitution d'une lunette astronomique	2
4	2. Le système afocal	2
4.1	a. Qu'est-ce qu'un système afocal ?	2
4.2	b. Construction du faisceau	3
5	3. Le grossissement	3
5.1	Démonstration de la formule $G = f'_1/f'_2$	3
6	Carte mentale du chapitre	5
7	À retenir absolument	6
8	Quiz — Teste-toi !	6
9	Pour aller plus loin	6

1 Pourquoi ce chapitre ?

En 1609, Galilée pointe une lunette de sa fabrication vers le ciel nocturne et découvre... les **cratères de la Lune**, les **satellites de Jupiter**, les **phases de Vénus** et les anneaux de Saturne. Une simple combinaison de deux lentilles dans un tube suffit pour « rapprocher » optiquement des objets situés à des millions de kilomètres. En 1990, le télescope **Hubble** applique le même principe (avec des miroirs) depuis l'orbite, et révolutionne l'astronomie.

Ce chapitre te montre comment deux lentilles convergentes, correctement positionnées, peuvent donner une image **agrandie** d'un objet très lointain. Tu comprendras la notion de **système afocal**, tu sauras construire un schéma optique rigoureux et calculer le **grossissement** d'une lunette.

2 Ce que tu vas apprendre

- Distinguer **objectif** et **oculaire** d'une lunette
- Définir un système **afocal** et comprendre son intérêt
- Tracer le **trajet d'un faisceau** de rayons parallèles à travers la lunette
- Établir et utiliser la formule du **grossissement** : $G = f'_1/f'_2$

3 1. Constitution d'une lunette astronomique

Une lunette astronomique classique (type *Galilée* ou *Kepler*) comporte **deux lentilles** :

- **L'objectif** (L_1) : la grande lentille située du côté de l'objet observé. Son rôle : collecter la lumière qui vient d'un astre et former une image intermédiaire.
- **L'oculaire** (L_2) : la petite lentille du côté de l'œil. Son rôle : regarder cette image intermédiaire comme à la loupe.

On modélise chacune d'elles par une **lentille mince convergente**, et on les aligne sur le même axe optique.

Analogie — Un relais à deux étages

Imagine un coureur qui n'arrive pas à lire une pancarte très lointaine. Il demande à un ami équipé de jumelles de la regarder : l'ami voit la pancarte *petite mais nette* (c'est l'**objectif** qui produit une image intermédiaire). Puis le coureur sort une **loupe** et l'approche de cette image intermédiaire pour la grossir : c'est l'**oculaire**. Deux étages, deux rôles.

4 2. Le système afocal

4.1 a. Qu'est-ce qu'un système afocal ?

Un objet **très lointain** (une étoile, un avion à 10 km, le Soleil) est assimilé à un objet « à l'infini » : ses rayons arrivent **parallèles** sur l'objectif. C'est la situation idéale en astronomie.

Pour un tel objet : - L'objectif forme son image **dans son plan focal image**, au point F'_1 . - Si on place l'oculaire de telle sorte que son **foyer objet** F_2 coïncide avec F'_1 de l'objectif, alors cette image intermédiaire se trouve pile dans le plan focal objet de l'oculaire. - Résultat : l'oculaire renvoie à son tour un faisceau **parallèle** vers l'œil.

Définition — Lunette afocale

Une lunette est **afocale** lorsque le **foyer image** F'_1 de l'objectif est confondu avec le **foyer objet** F_2 de l'oculaire :

$$F'_1 = F_2$$

Dans cette configuration, un faisceau **parallèle** entrant ressort en un faisceau **parallèle** — l'œil (qui accommode à l'infini) est reposé.

Piège — « Afocal » « sans foyer »

Chaque lentille a toujours son propre foyer ! « Afocal » décrit **le système complet** : il ne forme pas d'image à distance finie. On dit aussi qu'il « transforme l'infini en infini ».

4.2 b. Construction du faisceau

Lunette afocale : un faisceau parallèle incliné de θ ressort parallèle mais incliné de $\theta' > \theta$. L'image intermédiaire B_1 se forme au foyer commun $F'_1 = F_2$.

Méthode de construction (à savoir refaire !) :

1. On trace les 3 rayons parallèles incidents (inclinés de l'angle θ par rapport à l'axe).
2. Le rayon passant par O_1 n'est pas dévié, les autres convergent au point B_1 dans le plan focal image de L_1 .
3. B_1 se trouve pile au foyer objet F_2 de l'oculaire : tous les rayons issus de B_1 ressortent **parallèles** de L_2 , inclinés d'un angle θ' .

5 3. Le grossissement

Le **grossissement** G d'une lunette est le rapport entre l'angle sous lequel on voit l'objet *avec* la lunette (θ') et l'angle sous lequel on le voit à l'œil nu (θ) :

$$G = \frac{\theta'}{\theta}$$

5.1 Démonstration de la formule $G = f'_1/f'_2$

Dans le triangle $O_1F'_1B_1$ rectangle en F'_1 :

$$\tan \theta = \frac{F'_1B_1}{O_1F'_1} = \frac{F'_1B_1}{f'_1}$$

Dans le triangle $O_2F_2B_1$ rectangle en F_2 :

$$\tan \theta' = \frac{F_2B_1}{O_2F_2} = \frac{F'_1B_1}{f'_2} \quad (\text{puisque } F_2 = F'_1)$$

Les angles θ et θ' sont **petits** (un objet très lointain est vu sous un petit angle). Donc $\tan \theta \approx \theta$ et $\tan \theta' \approx \theta'$. Il vient :

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\tan \theta'}{\tan \theta} = \frac{F'_1B_1/f'_2}{F'_1B_1/f'_1} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

Formule — Grossissement d'une lunette afocale

$$G = \frac{f'_1}{f'_2}$$

- f'_1 : distance focale image de l'**objectif** (m)
- f'_2 : distance focale image de l'**oculaire** (m)
- G : sans unité (c'est un rapport d'angles)

Pour grossir ($G > 1$), il faut $f'_1 > f'_2$: un objectif à **grande** focale et un oculaire à **petite** focale.

Moyen mnémotechnique

« **G**rand objectif, **p**etit oculaire » → f'_1 en haut de la fraction, f'_2 en bas. Plus le rapport est grand, plus la lunette grossit. Les amateurs changent d'**oculaire** (plusieurs interchangeables) pour changer le grossissement, tout en gardant le même tube/objectif.

Exemple — Une lunette d'amateur

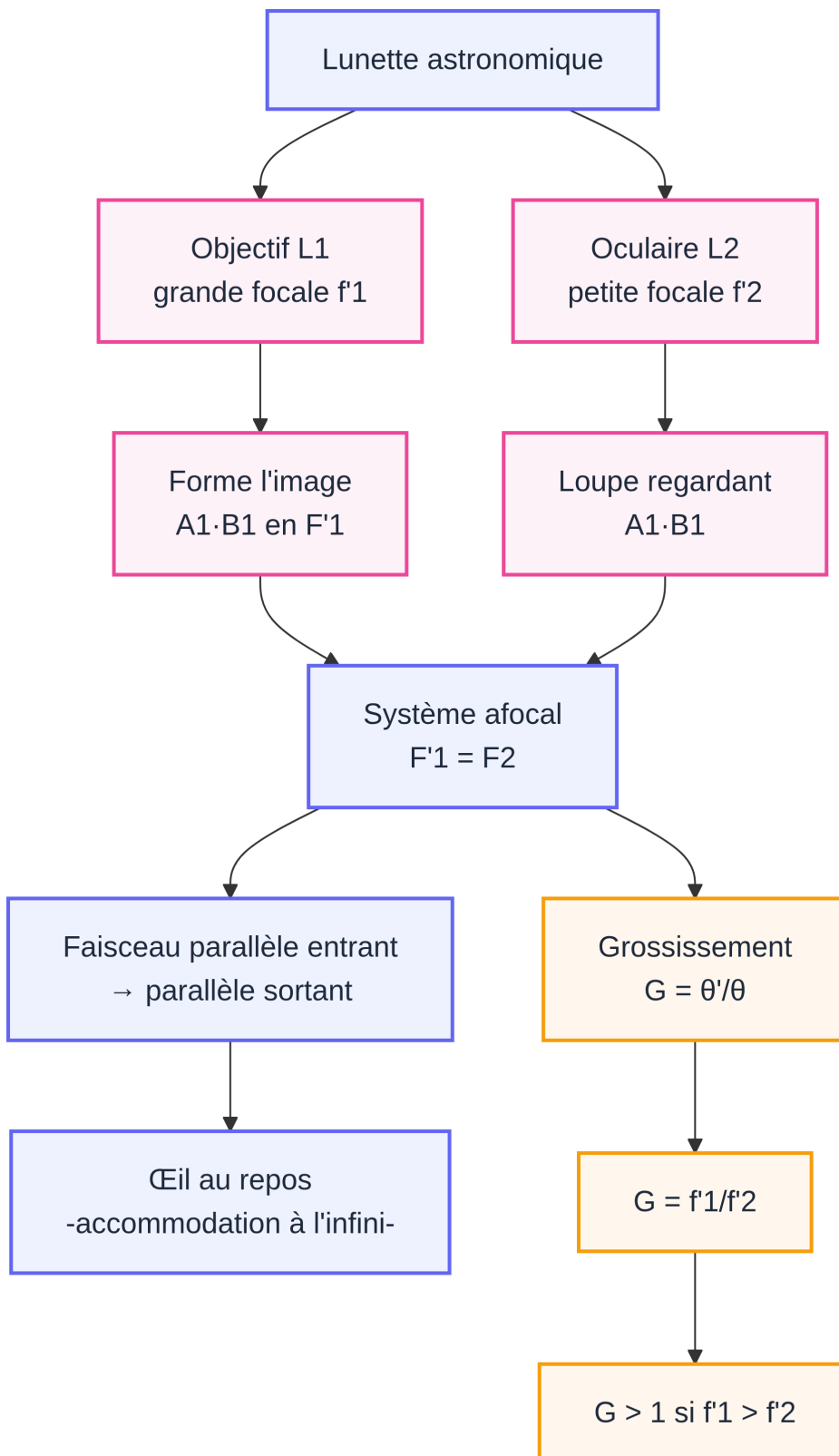
Objectif : $f'_1 = 900$ mm. Oculaire 20 mm : $G_1 = 900/20 = 45$. Oculaire 10 mm : $G_2 = 90$.
Oculaire 6 mm : $G_3 = 150$.

Avec le même tube on passe donc de $45\times$ à $150\times$ en changeant d'oculaire.

Piège — Grossir voir plus

Un très fort grossissement ne sert à rien si l'objectif ne collecte pas assez de lumière ou si la diffraction (chapitre P2, $\theta = 1,22\lambda/D$) limite déjà la résolution. Au-delà d'un certain G , on grossit... du flou. C'est pour cela qu'on parle du **pouvoir séparateur** d'un instrument et que les télescopes pros ont des miroirs géants (8 m, 10 m, bientôt 39 m pour l'ELT).

6 Carte mentale du chapitre



7 À retenir absolument

1. Une lunette = **objectif** (côté objet) + **oculaire** (côté œil), modélisés par deux lentilles minces convergentes.
 2. **Afocale** : $F'_1 \equiv F_2$. Un faisceau parallèle entre, un faisceau parallèle sort.
 3. L'image intermédiaire A_1B_1 se forme au foyer commun $F'_1 = F_2$.
 4. **Grossissement** : $G = \theta'/\theta = f'_1/f'_2$.
 5. Pour grossir, il faut un objectif à **longue** focale et un oculaire à **courte** focale.
 6. Le grossissement est limité en pratique par la **diffraction** (lien avec P2).
-

8 Quiz — Teste-toi !

9 Pour aller plus loin

- [Cours officiel \(PDF\)](#)
- Chapitres liés : [P2 — Diffraction et interférences](#)