



Le silence éternel de ces espaces infinis m'effraie.

— Blaise Pascal, *Pensées*

La science n'abolit pas ce vertige. Elle lui donne des repères. Cette présentation est une enquête sur la manière dont l'humanité a appris à lire les messages cachés dans la lumière du cosmos.

Mener l'enquête : une physique à distance.

Astronomie

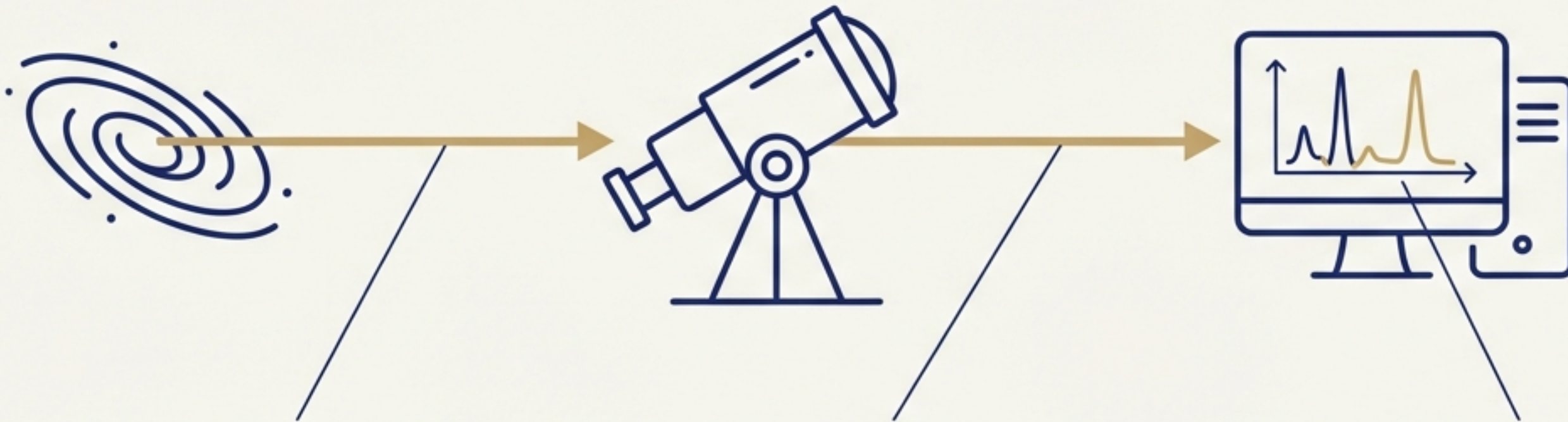
Observe les astres.

Astrophysique

Explique leur fonctionnement par les lois de la physique.

Cosmologie

Étudie l'Univers comme un tout (origine, évolution, structure).



1. On mesure une lumière
(ou des ondes radio, infrarouges, X...).

2. On en déduit des propriétés (température, composition, mouvement).

3. On met en modèle
(évolution stellaire, dynamique des galaxies, expansion cosmique).

Idée Maîtresse

En astronomie, on fait de la physique à distance.

Trois bascules historiques qui ont redéfini l'Univers.



Point de bascule 1 : Changer de centre (XVI^e–XVII^e siècle)

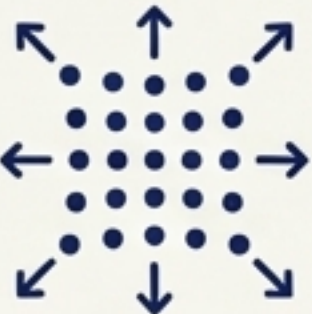
1543 : Copernic propose l'héliocentrisme.

1609 : Galilée, avec sa lunette, transforme le ciel en objet d'observation instrumentée (montagnes lunaires, phases de Vénus).



Point de bascule 2 : Unifier les lois (XVII^e siècle)

1687 : Newton relie la chute d'une pomme à l'orbite d'une planète. La mécanique devient cosmique.



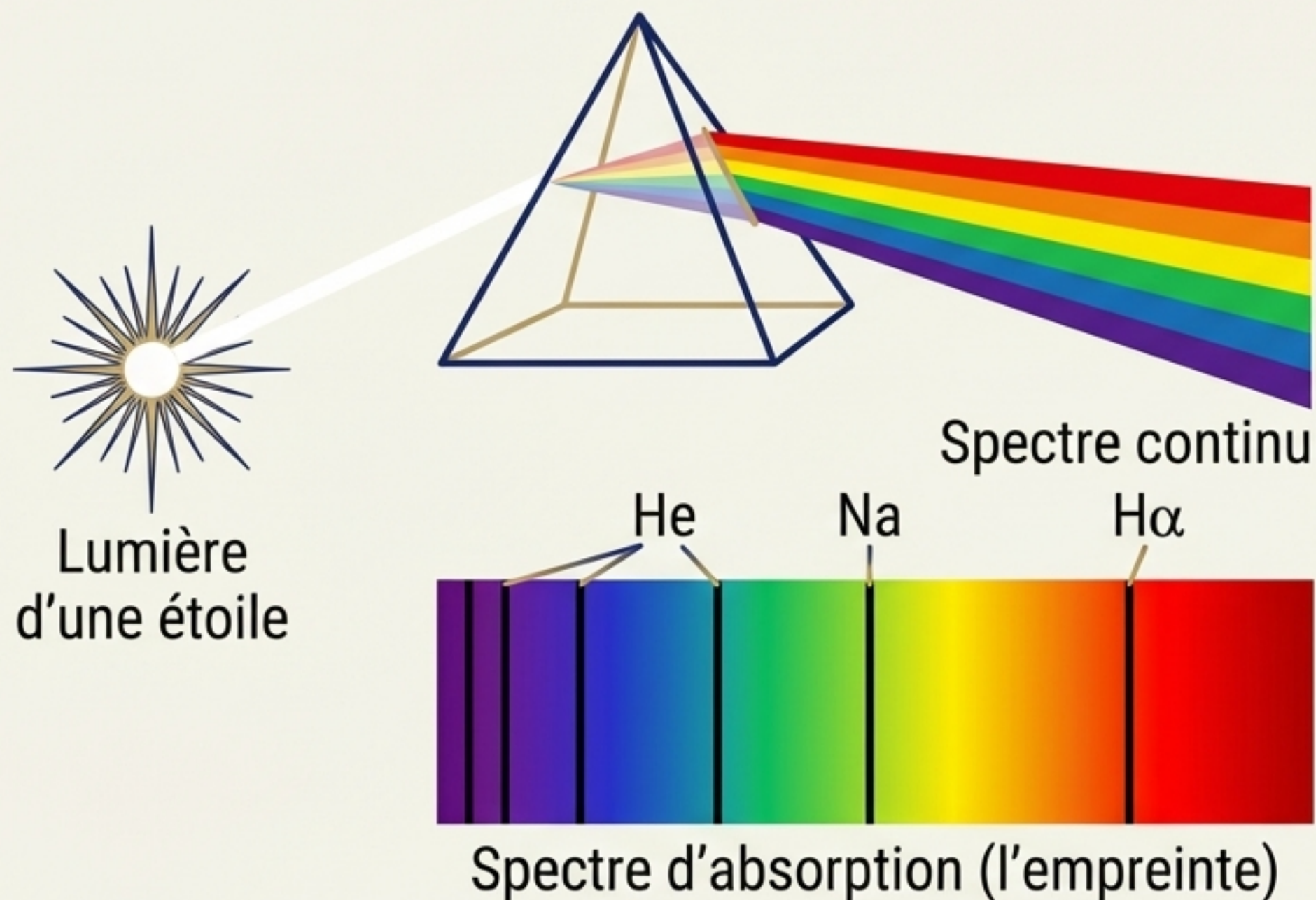
Point de bascule 3 : Découvrir que l'Univers évolue (XX^e siècle)

1929 : Hubble prouve que l'Univers est en expansion.

1965 : Découverte du fond diffus cosmologique (CMB), la première lumière de l'Univers.

La trousse de l'enquêteur cosmique (1/2) :

La lumière comme empreinte digitale.



Méthode principale: La spectroscopie.

Explication: Un spectre lumineux n'est pas uniforme. Il contient des raies sombres ou brillantes qui indiquent précisément quels éléments chimiques sont présents.

Application : C'est la méthode reine pour connaître :

- La chimie d'une étoile.
- La composition d'une galaxie.
- L'atmosphère d'une exoplanète.

La trousse de l'enquêteur cosmique (2/2) :

Mesurer la distance et le mouvement.

Défi 1 : Mesurer les distances

À proximité (La géométrie): La Parallaxe.

On mesure le décalage apparent d'une étoile en utilisant une l'orbite de la Terre comme base d'un triangle géant.



Au loin (Les "étalons") :

On utilise des objets à luminosité connue (céphéides, supernovae) pour construire 'l'échelle des distances cosmiques'.

Défi 2 : Mesurer le mouvement

L'effet Doppler-Fizeau (Redshift):

Si les raies spectrales se décalent vers le rouge, l'objet s'éloigne. Si elles se décalent vers le bleu, il se rapproche. C'est un outil de base de la cosmologie.

Repos



S'éloigne (Redshift)

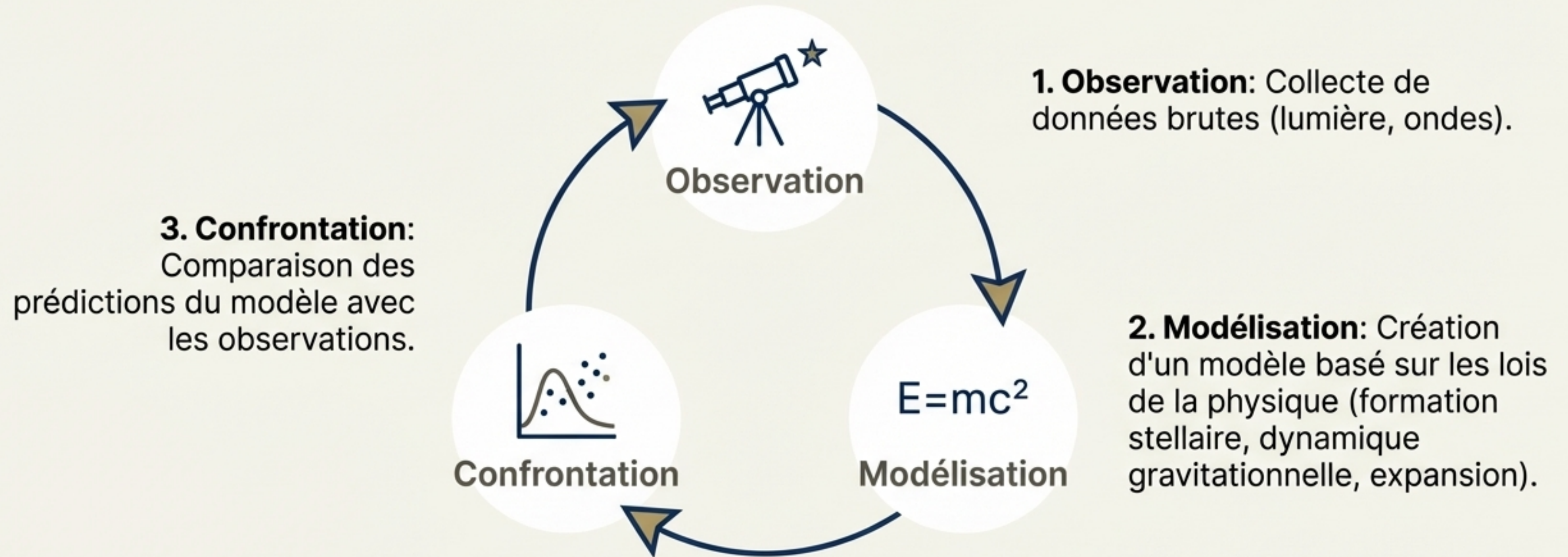


S'approche (Blueshift)



Comment sait-on ce que l'on dit ?

Le principe fondamental: Les données ne “parlent” pas toutes seules. **Une observation n'est une preuve que lorsqu'elle est confrontée à un modèle théorique.**



Conclusion: C'est cet aller-retour permanent entre théorie et observation qui construit la connaissance en astrophysique.

Dossier classé n°1 : Le cas de l'Univers en expansion.

L'ENQUÊTE

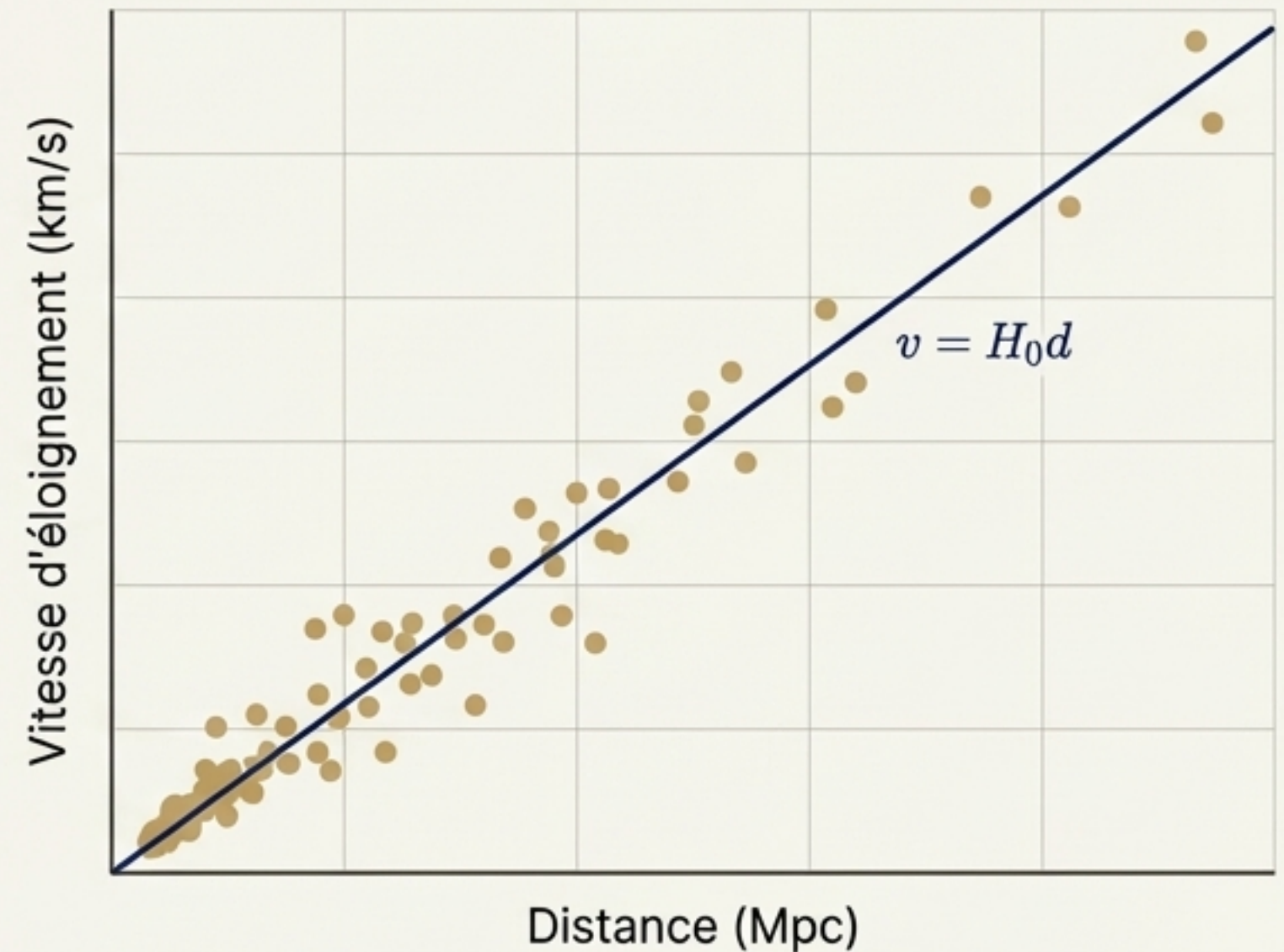


L'enquêteur : Edwin Hubble (1929)

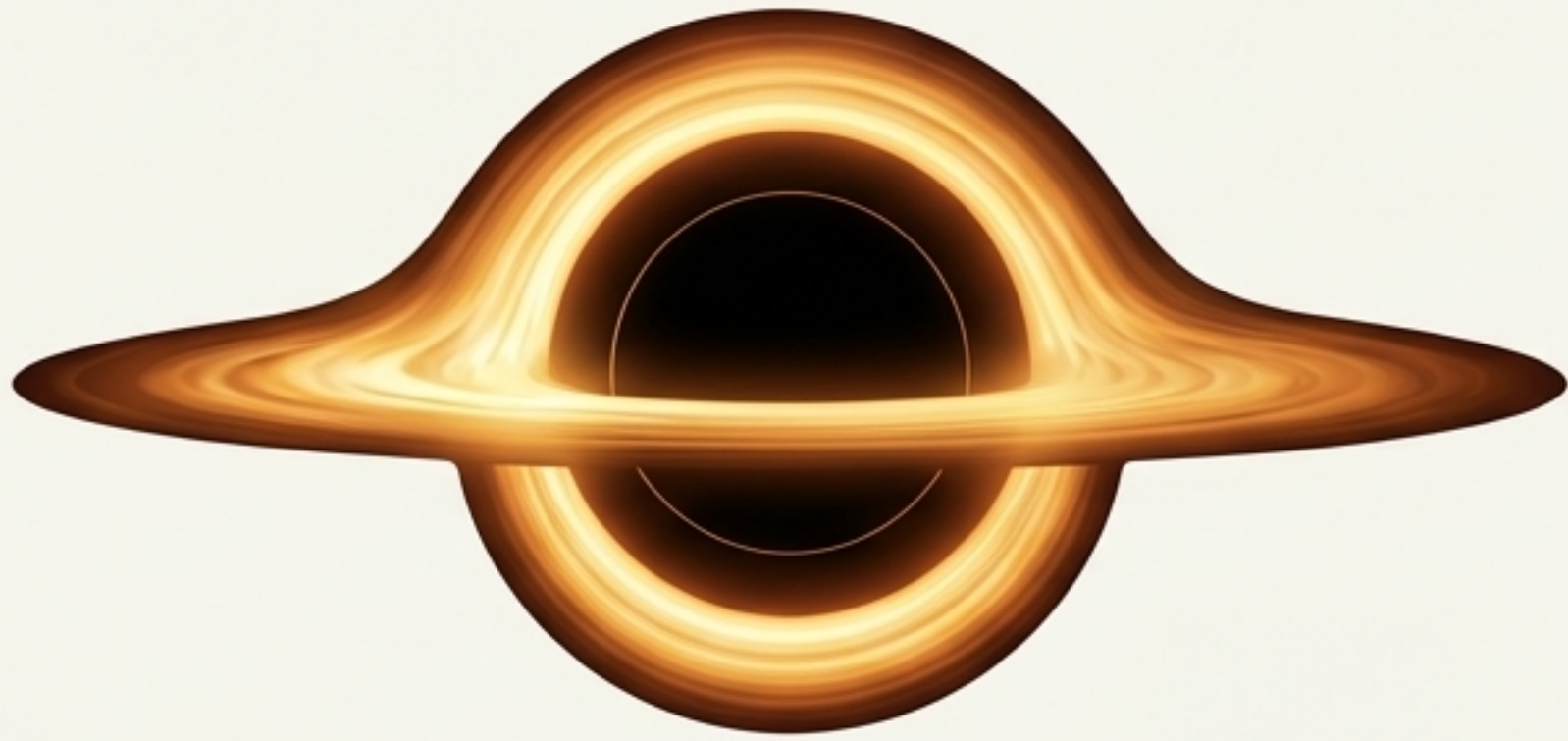
- **L'indice clé** : Le *redshift*. Hubble a observé que les raies spectrales de la plupart des galaxies étaient systématiquement décalées vers le rouge.
- **La déduction** : Ces galaxies s'éloignent de nous.
- **La loi (le modèle)** : Il a mis en évidence une relation directe entre la distance d'une galaxie et sa vitesse d'éloignement (Loi de Hubble).
- **La conclusion** : L'Univers n'est pas statique ; il est en expansion. C'est l'exemple canonique du raisonnement : observation → modèle.

LA PREUVE VISUELLE

Loi de Hubble-Lemaître



Dossier classé n°2 : Le premier portrait d'un trou noir.



La cible: M87* (2019).

Ce n'est pas une photo "directe". C'est une image reconstruite à partir d'une quantité massive de données, montrant l'ombre du trou noir sur le disque de matière en orbite.



L'instrument: L'Event Horizon Telescope (EHT), un réseau mondial de radiotélescopes agissant comme un seul télescope de la taille de la Terre.

La signification: Une preuve indirecte et collective qui valide les modèles théoriques de la relativité générale. Un exemple parfait de la "Big Science" moderne.

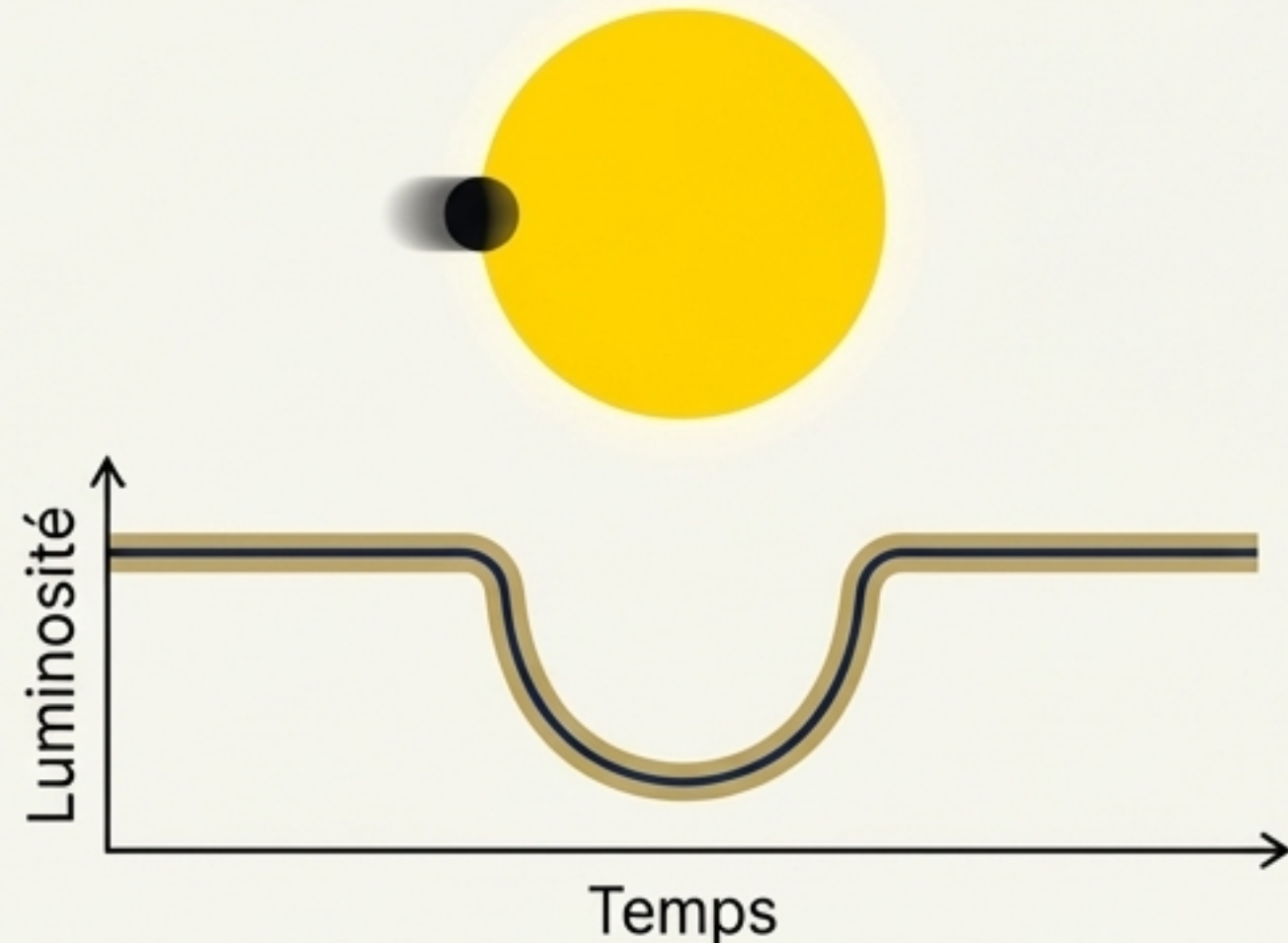
Dossier classé n°3 : La découverte de nouveaux mondes.

Le tournant: 1995, avec la découverte de 51 Pegasi b, la première exoplanète autour d'une étoile de type solaire.

L'impact: L'astronomie des mondes est devenue une science concrète, ouvrant la voie à la recherche de bio-signatures.

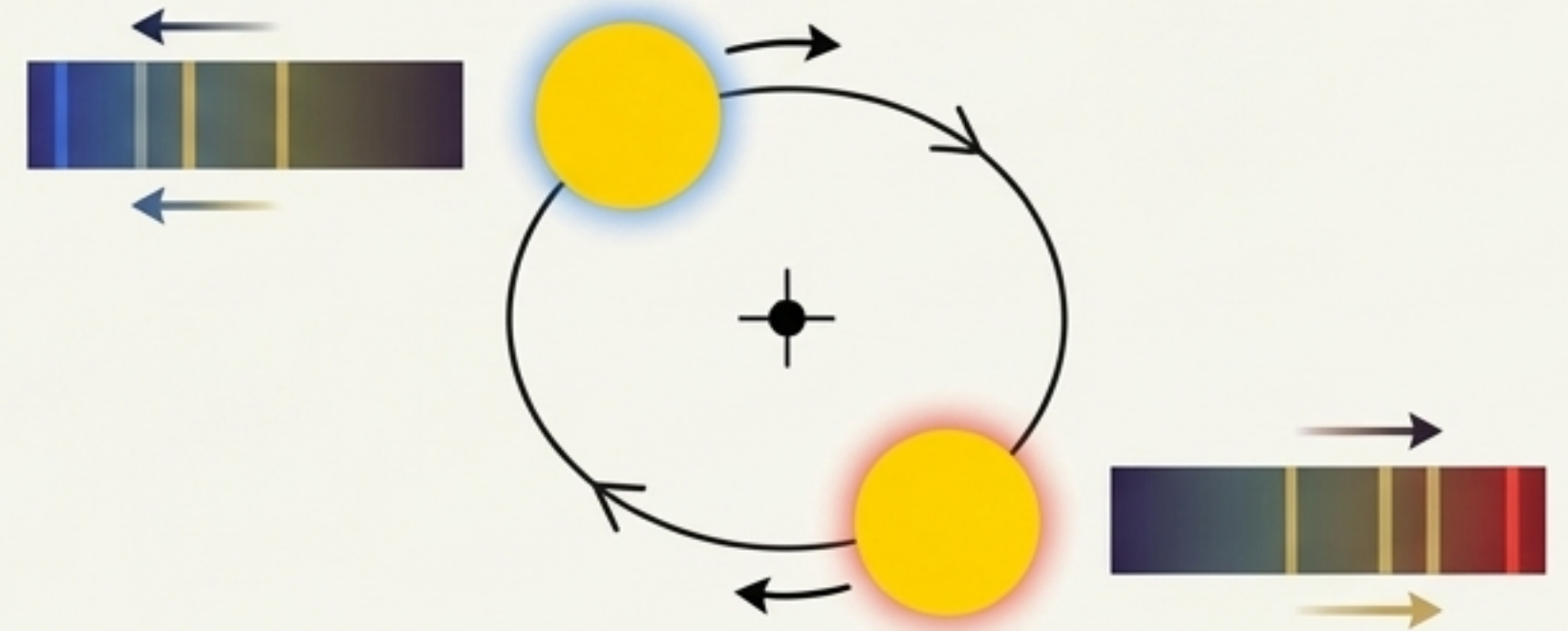
Transit

Mesure de la minuscule baisse de luminosité lorsqu'une planète passe devant son étoile.



Vitesse radiale

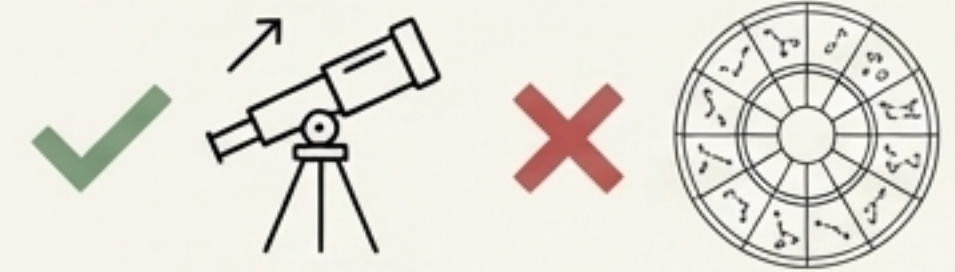
Détection de la petite oscillation de l'étoile (via l'effet Doppler) causée par l'attraction gravitationnelle de sa planète.



Pièges et confusions à éviter.

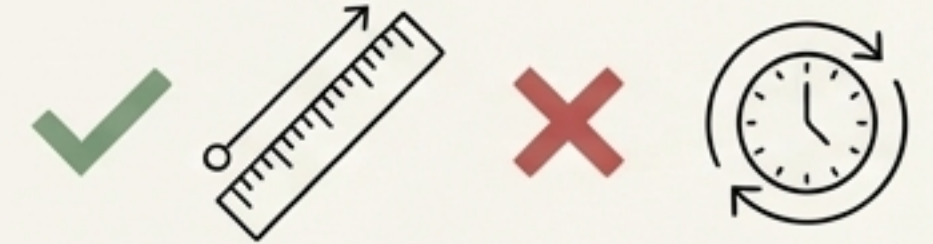
Astronomie vs. Astrologie

L'une est une science de la mesure, l'autre une croyance.



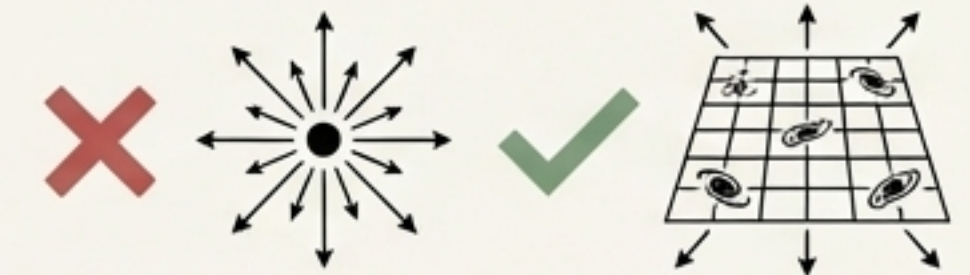
Année-lumière

C'est une unité de **distance** (la distance que la lumière parcourt en un an), pas de durée.



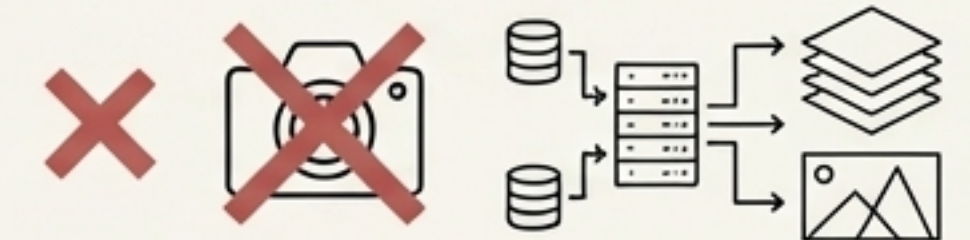
Le Big Bang

Ce n'est pas une "explosion dans un point de l'espace", mais une **expansion de l'espace lui-même**.



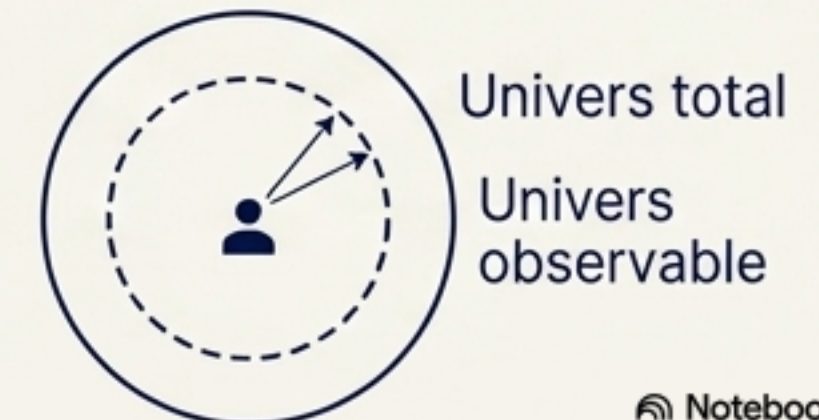
Images astronomiques

Ce ne sont pas des photos "directes". Elles résultent d'instruments complexes, de temps de pose longs et de traitements de données (souvent en "fausses couleurs").



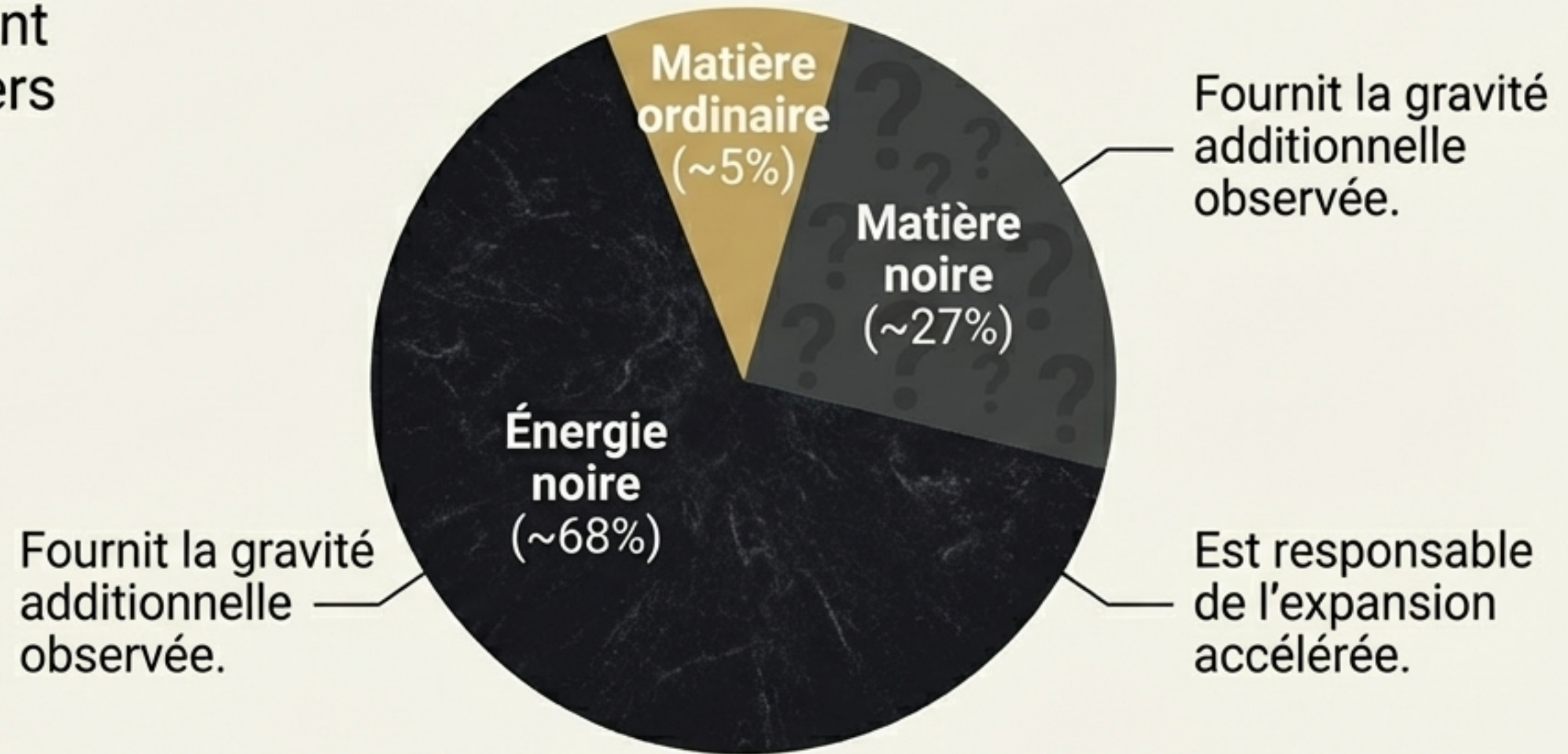
Univers observable vs. Univers total

Nous ne voyons que la partie de l'Univers dont la lumière a eu le temps de nous parvenir depuis le Big Bang.



Dossiers non résolus : La matière et l'énergie noires.

Le constat: Les galaxies tournent trop vite. L'expansion de l'Univers s'accélère. Nos modèles ne fonctionnent qu'en postulant l'existence de deux composantes invisibles.



La question centrale: S'agit-il de nouvelles formes de matière/énergie encore inconnues, ou nos lois de la gravité sont-elles incomplètes à grande échelle ? C'est le plus grand mystère de la cosmologie actuelle.

Dossiers non résolus : La vie ailleurs et les enjeux de la 'Big Science'.

Débat 1 : La vie ailleurs



Une question à la fois scientifique (recherche de biosignatures, biochimie) et profondément philosophique et culturelle. La découverte de milliers d'exoplanètes la rend plus pertinente que jamais.

Débat 2 : La 'Big Science'.



Les grands télescopes (comme le JWST) impliquent des budgets colossaux et des coopérations internationales. Qui décide des programmes ? Qui a accès aux données ?

Un patrimoine à préserver : L'environnement du ciel.



Ciel naturel préservé

Ciel pollué par la lumière

La menace principale : La pollution lumineuse

L'éclairage artificiel excessif masque les étoiles, privant l'humanité de la vue du cosmos et les astronomes de leur objet d'étude.

Le nouveau défi : Les méga-constellations de satellites

La multiplication des satellites en orbite basse (ex: Starlink) crée des traînées lumineuses qui polluent les images astronomiques.

L'enjeu

L'accès à un ciel nocturne de qualité est un patrimoine commun de l'humanité, à la fois scientifique et culturel.

Les repères clés de l'enquête cosmique : une chronologie

1543 : Copernic

Héliocentrisme : changement de centre cosmique.

1687 : **Newton** - *Principia* : unification des lois physiques terrestres et célestes.

1965 : **Penzias & Wilson** - Fond diffus cosmologique (CMB) : la trace du jeune Univers.

2019 : **Event Horizon Telescope** - Image de M87* : première visualisation de l'ombre d'un trou noir.

1609 : **Galilée** - Lunette astronomique : début de l'observation instrumentée.

1929 : **Hubble** - Expansion : découverte de la relation distance-vitesse.

1995 : **Mayor & Queloz** - 51 Pegasi b : première exoplanète autour d'une étoile solaire.

2021 : **Lancement du JWST** - Une nouvelle ère d'observation infrarouge profonde.



L'enquête ne s'arrête jamais.

Le présent : Avec des instruments comme le James Webb Space Telescope (JWST), nous entrons dans une nouvelle phase de l'enquête, capable de voir les premières galaxies et d'analyser l'atmosphère de mondes lointains.

La perspective : Chaque réponse apportée par la science ouvre de nouvelles questions, plus profondes encore.
L'Univers reste le plus grand des mystères.

La science ne dissipe pas le vertige de l'infini ; elle nous apprend à naviguer dedans,
en nous donnant des repères pour comprendre notre place dans le cosmos.