

La lumière, d'Homère à Einstein ...

... et un peu plus ! Je vous le mets quand même ?

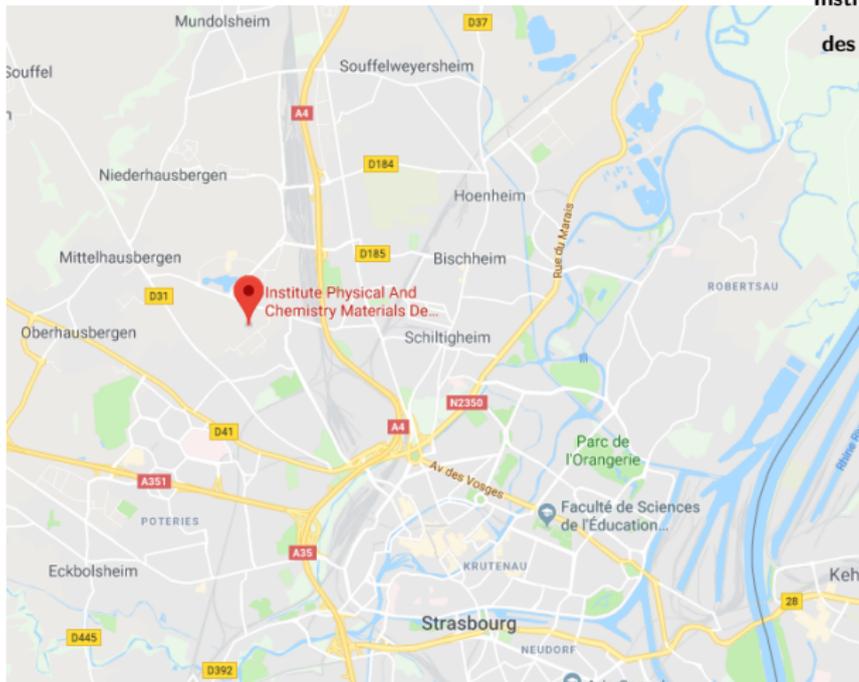
Pourquoi la lumière est importante ?

Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans les laboratoires de recherche



Institut de Physique et Chimie
des Matériaux de Strasbourg



Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans les laboratoires de recherche

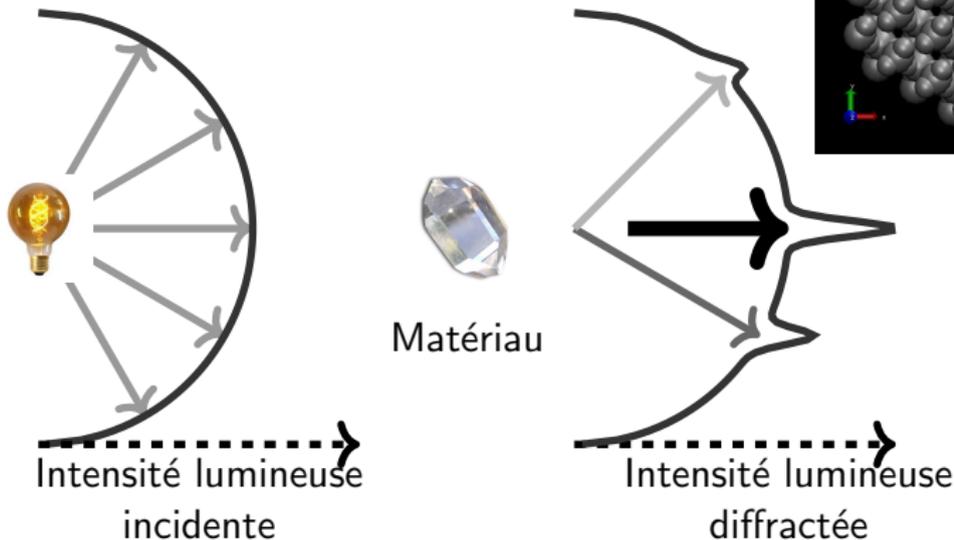
La Lumière pour interroger la nature



Institut de Physique et Chimie
des Matériaux de Strasbourg

Diffraction de la lumière par la matière

⇒ Positions des atomes dans la matière



Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans les laboratoires de recherche

La Lumière pour interroger la nature

Polarisation de la lumière et matière \Rightarrow Propriétés la matière



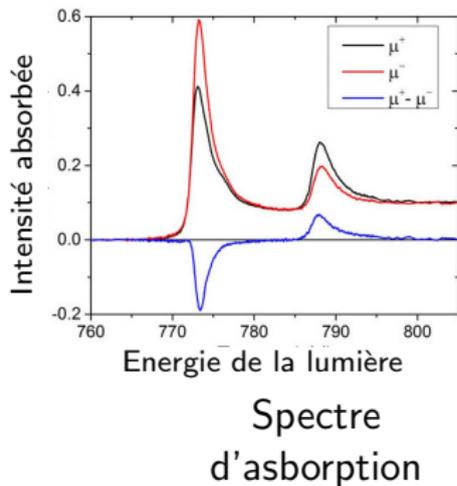
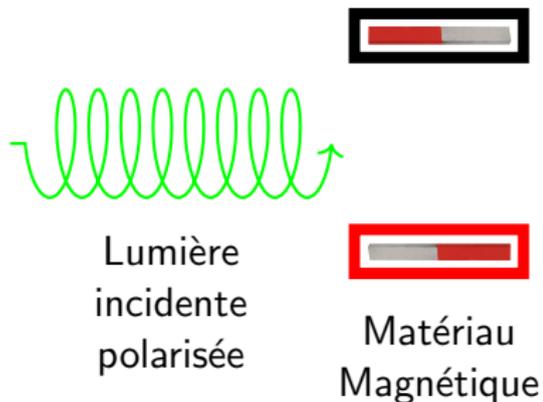
Synchrotron SOLEIL
Paris-Saclay

Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans les laboratoires de recherche

La Lumière pour interroger la nature

Polarisation de la lumière et matière \Rightarrow Propriétés la matière



Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans la vie de tous les jours

Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans la vie de tous les jours



► Voir \Rightarrow Evidemment !

Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans la vie de tous les jours



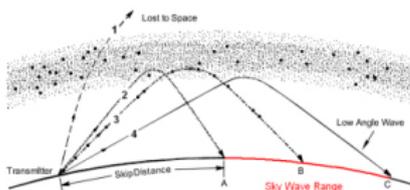
- ▶ Voir \Rightarrow Evidemment !
- ▶ Prévenir \Rightarrow les capteurs pour détecter
 - ▶ les variations de température \rightarrow la thermoluminescence
 - ▶ les rayonnements ionisants \rightarrow la radioluminescence
 - ▶ les déformations des matériaux \rightarrow la triboluminescence

Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans la vie de tous les jours

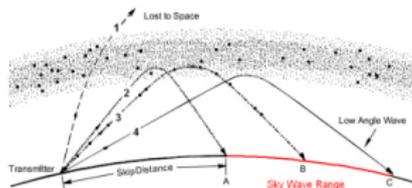


- ▶ Voir \Rightarrow Evidemment !
- ▶ Prévenir \Rightarrow les capteurs pour détecter
 - ▶ les variations de température \rightarrow la thermoluminescence
 - ▶ les rayonnements ionisants \rightarrow la radioluminescence
 - ▶ les déformations des matériaux \rightarrow la triboluminescence
- ▶ Communiquer \Rightarrow radio, wifi, BlueTooth, fibres optiques



Pourquoi la lumière est importante ?

La Lumière dans la vie de tous les jours



- ▶ Voir \Rightarrow Evidemment !
- ▶ Prévenir \Rightarrow les capteurs pour détecter
 - ▶ les variations de température \rightarrow la thermoluminescence
 - ▶ les rayonnements ionisants \rightarrow la radioluminescence
 - ▶ les déformations des matériaux \rightarrow la triboluminescence
- ▶ Communiquer \Rightarrow radio, wifi, BlueTooth, fibres optiques
- ▶ Comme source d'énergie renouvelable



La Lumière ...

Sommaire

- ▶ L'Ombre avant la Lumière
- ▶ La Lumière avant les Lumières
- ▶ La Lumière selon Rascar Capac
- ▶ Ombre & Lumière
- ▶ La Lumière, égérie de la Physique Quantique

L'Antiquité

L'ombre avant la Lumière

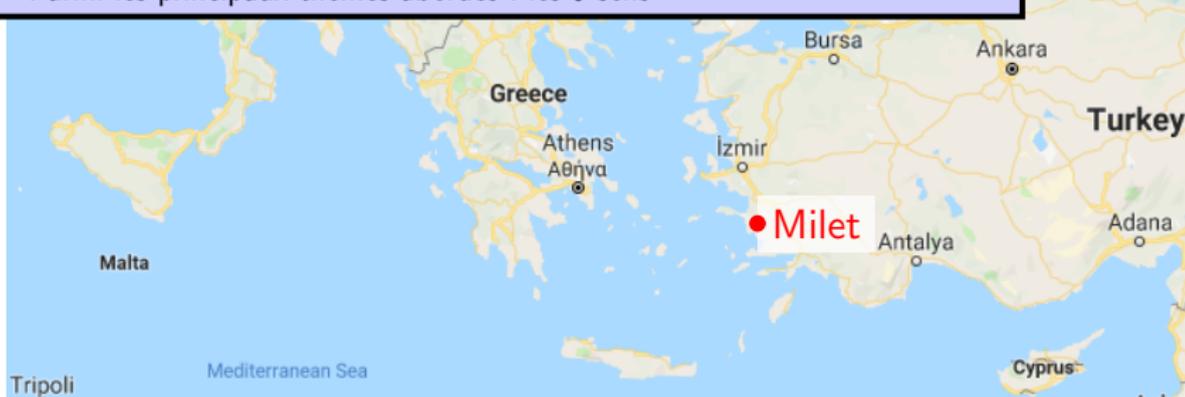
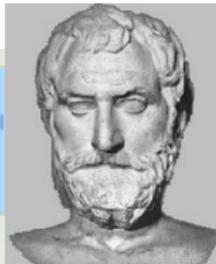
- ▶ Le concept de Lumière
- ▶ Le concept de rayon lumineux
- ▶ La réflexion de la lumière
- ▶ la réfraction de la lumière

L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

Thalès : “De quoi est fait le monde ?”

- ▶ **Début de l'Histoire** : VII^e siècle avant notre ère, la naissance de la Philosophie (le “miracle grec”),
- ▶ La pensée “débarrassée” des traditions,
- ▶ Observer la nature et expliquer rationnellement les phénomènes qui nous entourent,
- ▶ Initiateur de la spéculation rationnelle.
- ▶ Parmi les principaux thèmes abordés : les 5 sens



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

- ▶ -400 000 ans :

L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

- ▶ -400 000 ans : maîtrise du feu → **une rupture technologique majeur !**



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

- ▶ -400 000 ans : maîtrise du feu → **une rupture technologique majeur !**
 - ▶ cuisson → élimination des parasites, **sécurité alimentaire**



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

- ▶ -400 000 ans : maîtrise du feu → **une rupture technologique majeur !**
 - ▶ cuisson → élimination des parasites, **sécurité alimentaire**
 - ▶ éloigne les prédateurs → **sécurité physique**



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

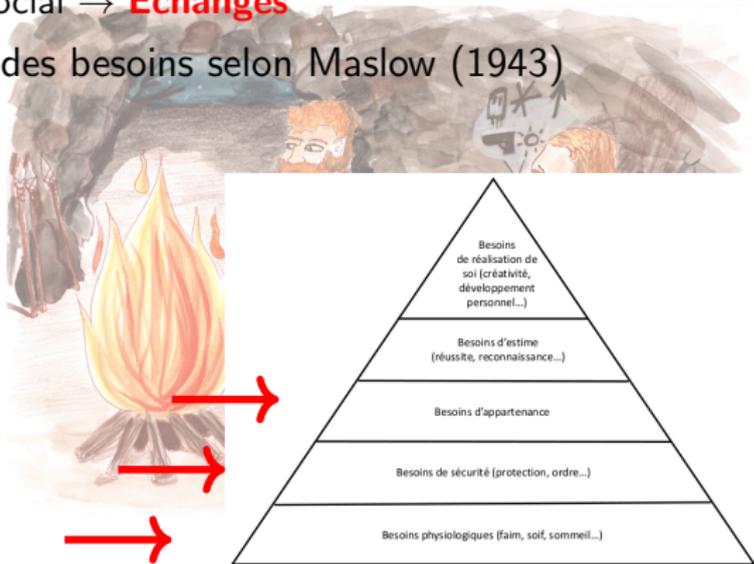
- ▶ -400 000 ans : maîtrise du feu → **une rupture technologique majeur !**
 - ▶ cuisson → élimination des parasites, **sécurité alimentaire**
 - ▶ éloigne les prédateurs → **sécurité physique**
 - ▶ rôle social → **Echanges**



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

- ▶ -400 000 ans : maîtrise du feu → **une rupture technologique majeur !**
 - ▶ cuisson → élimination des parasites, **sécurité alimentaire**
 - ▶ éloigne les prédateurs → **sécurité physique**
 - ▶ rôle social → **Echanges**
- ▶ Pyramide des besoins selon Maslow (1943)



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

- ▶ le feu est associé à la vision
 - ▶ parallèle (soleil ↔ jour) et (feu ↔ éclaircissement),



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

- ▶ le feu est associé à la vision
 - ▶ parallèle (soleil↔jour) et (feu↔éclairage),
- ▶ l'idée de "lumière" est déjà présente dans les esprits.
 - ▶ VIII^e siècle avant notre ère, Homère , "Et voici que se lève le héros, fils d'Atrée, le puissant prince Agamemnon. Il est des plus chagrins ; terriblement ses entrailles se gonflent d'une noire fureur ; **ses yeux paraissent un feu étincelant.**" (Iliade, I, 95-129)



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

Les “visions” de la vision dans l'Antiquité

L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

Les “visions” de la vision dans l'Antiquité

- ▶ les théories de la vision ont pour finalité de comprendre par quels mécanismes les objets sont perçus,

L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

Les "visions" de la vision dans l'Antiquité

- ▶ les théories de la vision ont pour finalité de comprendre par quels mécanismes les objets sont perçus,
- ▶ Comment s'établit la communication entre l'oeil et l'objet ?
- ▶ Dans quel sens ? De l'objet à l'oeil ? De l'oeil à l'objet ? Les deux ?



L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

Les "visions" de la vision dans l'Antiquité

- ▶ les théories de la vision ont pour finalité de comprendre par quels mécanismes les objets sont perçus,
- ▶ Comment s'établit la communication entre l'oeil et l'objet ?
- ▶ Dans quel sens ? De l'objet à l'oeil ? De l'oeil à l'objet ? Les deux ?



Les Atomistes

Empédocle

Les Pythagoriciens

Ptolémée

Euclide

Platon

L'ombre avant la lumière

La "vision" des Atomistes : la théorie de l'intromission ou théorie du feu externe)



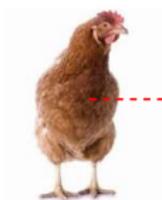
L'ombre avant la lumière

La "vision" des Atomistes : la théorie de l'intromission ou théorie du feu externe

Leucippe (460-370)



- ▶ **Leucippe** (460-370) → "Eidola"
- ▶ **Démocrite** (460-370)
- ▶ **Epicure** (341-270)
- ▶ **Lucrèce** (99-55) → "Simulacres"



L'ombre avant la lumière

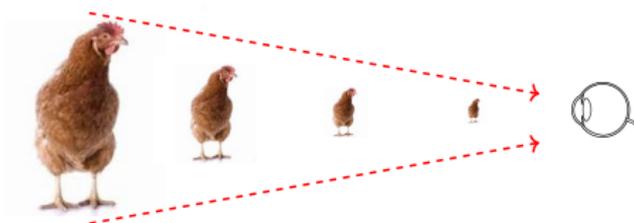
La "vision" des Atomistes : la théorie de l'intromission ou théorie du feu externe

Democrite (460-370)

"Ce que nous appelons **la lumière** est constitué par des **atomes émis par un corps lumineux**, laissant une impression de lumière dans notre oeil dès qu'ils le rencontrent".



- ▶ **Leucippe** (460-370) → "**Eidola**"
- ▶ **Démocrite** (460-370)
- ▶ **Epicure** (341-270)
- ▶ **Lucrèce** (99-55) → "**Simulacres**"

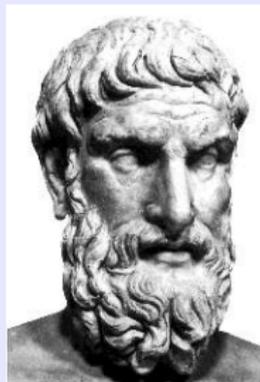


L'ombre avant la lumière

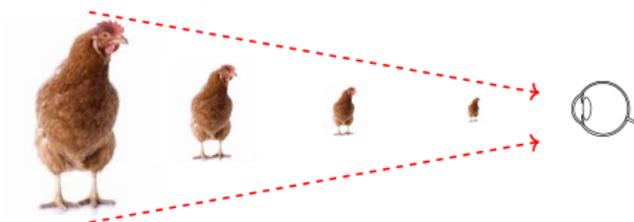
La "vision" des Atomistes : la théorie de l'intromission ou théorie du feu externe

Epicure (341-270)

"Il convient encore de noter que c'est parce que quelque chose des objets extérieurs pénètre en nous que nous voyons les formes et que nous pensons".



- ▶ **Leucippe** (460-370) → "Eidola"
- ▶ **Démocrite** (460-370)
- ▶ **Epicure** (341-270)
- ▶ **Lucrèce** (99-55) → "Simulacres"



L'ombre avant la lumière

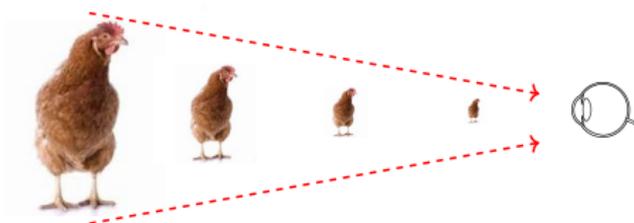
La "vision" des Atomistes : la théorie de l'intromission ou théorie du feu externe

Lucrèce (99-55)

"... des figures et des images subtiles sont émises par les objets et jaillissent de leur surface... chacune d'elle a la forme et l'aspect de l'objet... ils [les simulacres] se déplacent à travers l'air, au point de franchir en un court instant de longs espaces..." (Lucrèce, *De la nature*, IV)".



- ▶ **Leucippe** (460-370) → "Eidola"
- ▶ **Démocrite** (460-370)
- ▶ **Epicure** (341-270)
- ▶ **Lucrèce** (99-55) → "Simulacres"



L'ombre avant la lumière

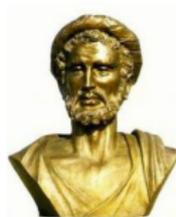
La "vision" des Pythagoriciens : la théorie de l'extramission ou théorie du feu interne



L'ombre avant la lumière

La "vision" des Pythagoriciens : la théorie de l'extramission ou théorie du feu interne

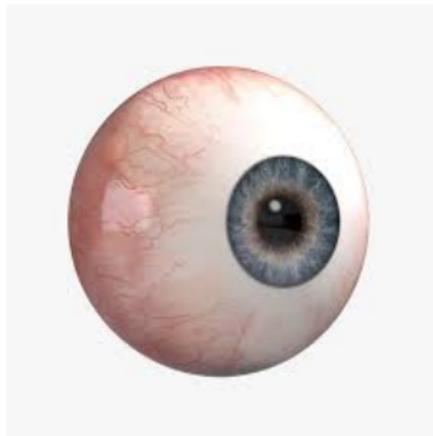
- ▶ **Archytas de Tarente** (430-350) : vision trouvant son origine dans le *feu visuel* émis par l'oeil dont le contact avec les objets permet d'en percevoir les formes et les couleurs.



L'ombre avant la lumière

La "vision" des Pythagoriciens : la théorie de l'extramission ou théorie du feu interne

- ▶ **Archytas de Tarente** (430-350) : vision trouvant son origine dans le *feu visuel* émis par l'oeil dont le contact avec les objets permet d'en percevoir les formes et les couleurs.
- ▶ Arguments : Forme du globe oculaire



Tripoli

Mediterranean Sea



L'ombre avant la lumière

La "vision" des Pythagoriciens : la théorie de l'extramission ou théorie du feu interne

- ▶ **Archytas de Tarente** (430-350) : vision trouvant son origine dans le *feu visuel* émis par l'oeil dont le contact avec les objets permet d'en percevoir les formes et les couleurs.
- ▶ Arguments : les yeux des félins luisent dans la nuit



L'ombre avant la lumière

La "vision" des Pythagoriciens : la théorie de l'extramission ou théorie du feu interne

- ▶ **Archytas de Tarente** (430-350) : vision trouvant son origine dans le *feu visuel* émis par l'oeil dont le contact avec les objets permet d'en percevoir les formes et les couleurs.
- ▶ Arguments :



L'ombre avant la lumière

La "vision" des Pythagoriciens : la théorie de l'extramission ou théorie du feu interne

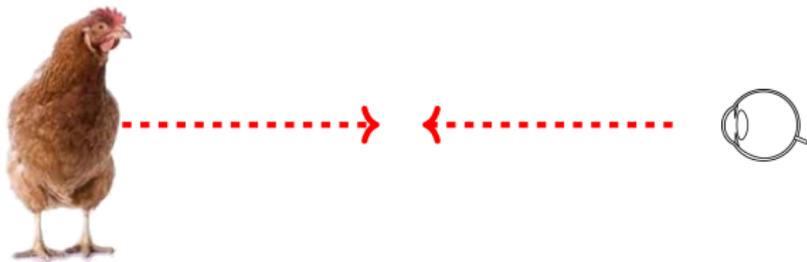
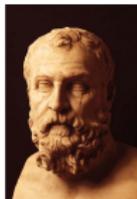
- ▶ **Alcméon de Crotoné**, (≈ VI^{ème} siècle BC) : "l'existence d'un feu oculaire est corroborée par le fait qu'un souffle sur l'oeil produit des sensations visuelles"



L'ombre avant la Lumière

Les "visions" hybride de Platon et d'Empédocle

- ▶ **Empédocle d'Agrigente** (490-430) : deux sortes de rayons coexistent, les uns issus de l'oeil et les autres du corps observé, l'image étant formée par l'interaction des deux types d'émanations.

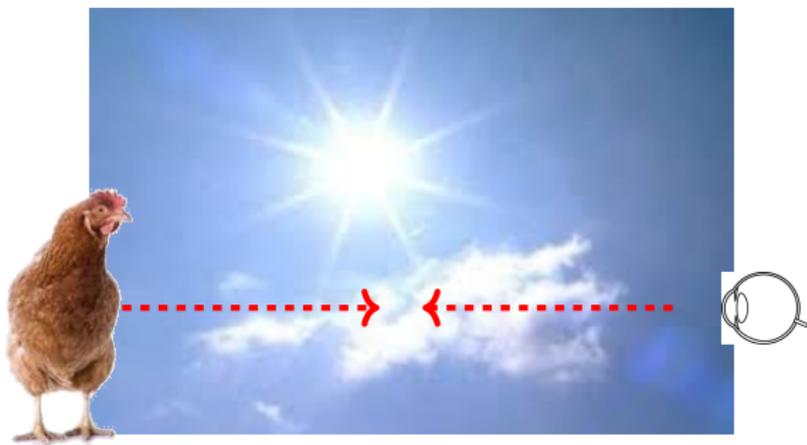
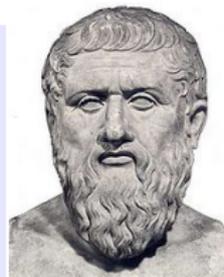


L'ombre avant la Lumière

Les "visions" hybride de Platon et d'Empédocle

- **Platon (427-348)** : rencontre des émanations issues de l'objet avec le feu du flux visuel.

" ... Ainsi lorsque la lumière du jour enveloppe le flux visuel, le semblable rencontre le semblable, se fond en lui complètement et il se forme une seule substance unifiée droit devant les yeux, dans la direction où le feu jailli de l'intérieur fait pression sur ce qu'il heurte à l'extérieur..." (*Timée*,)

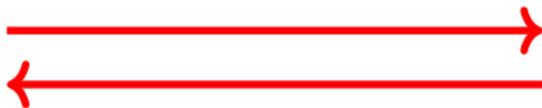


L'ombre avant la lumière

Le contexte au début de l'histoire

Les "visions" de la vision dans l'Antiquité

- ▶ Plusieurs "visions" différentes
 - ▶ Les Atomistes : objet \rightarrow oeil
 - ▶ Les Pythagoriciens : oeil \rightarrow objet
 - ▶ Empédocle, Platon : objet \leftrightarrow oeil
- ▶ Approches qualitatives ; pas d'expérimentation



Les Atomistes

Empédocle

Les Pythagoriciens

Ptolémée

Euclide

Platon

L'ombre avant la Lumière

L'émergence de l'optique géométrique

▶ **Euclide** (330-260)

- ▶ *Optique* (≈ 300 avant notre ère)
- ▶ La théorie des rayons visuels d'Euclide \rightarrow Géométrisation de l'optique,
- ▶ L'optique comme application de la géométrie développée par Euclide
- ▶ les postulats d'Euclide
 1. Les lignes droites issues de l'oeil franchissent des distances d'une grande longueur ;
 2. La figure circonscrite par les rayons visuels est un cône qui a son sommet dans l'oeil et sa base aux limites de ce qui est vu,
 3. On voit ce sur quoi tombent les rayons visuels, on ne voit pas ce sur quoi ils ne tombent pas.
- ▶ Concept de *rayon lumineux* \rightarrow direction de propagation de la lumière.
- ▶ Toutefois, un rayon lumineux ne doit pas être considéré comme un filet élémentaire de lumière, car il n'a aucune existence physique, aucune dimension : il s'agit d'une abstraction géométrique fondée sur la propagation rectiligne de la lumière.



L'ombre avant la Lumière

La réfraction



L'ombre avant la Lumière

La réfraction



L'ombre avant la Lumière

La réfraction



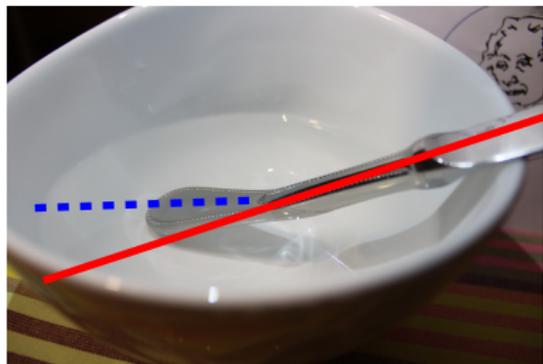
L'ombre avant la Lumière

La réfraction



L'ombre avant la Lumière

La réfraction



L'ombre avant la Lumière

La réfraction

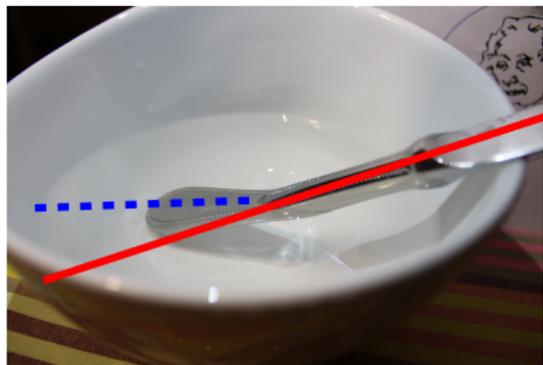


► Hypothèses ?

- Déformation du couteau dans l'eau ? → Expérience de la piscine

L'ombre avant la Lumière

La réfraction



► Hypothèses ?

- Déformation du couteau dans l'eau ? → Expérience de la piscine
- La réfraction : changement de direction de la lumière/rayon visuel lorsqu'elle/il passe d'un milieu à un autre, de l'air à l'eau par exemple
- **Expérience Amphi II**

L'ombre avant la Lumière

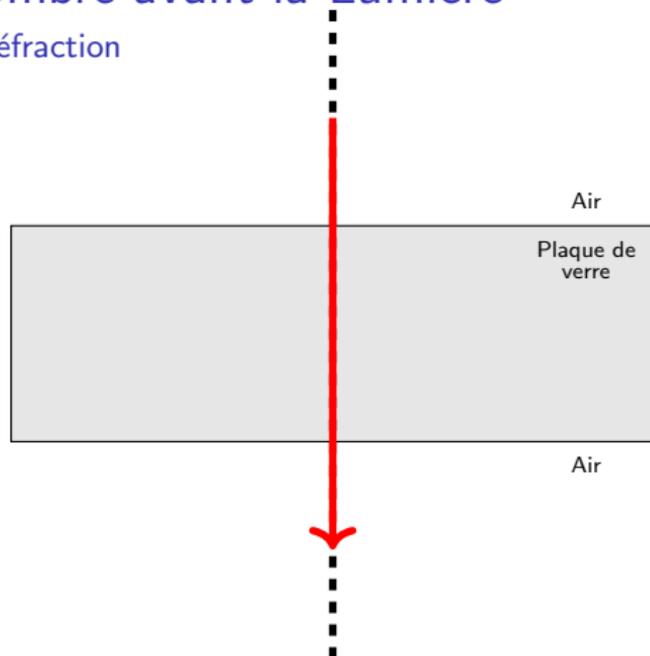
La réfraction

► **Expérience Amphi II**



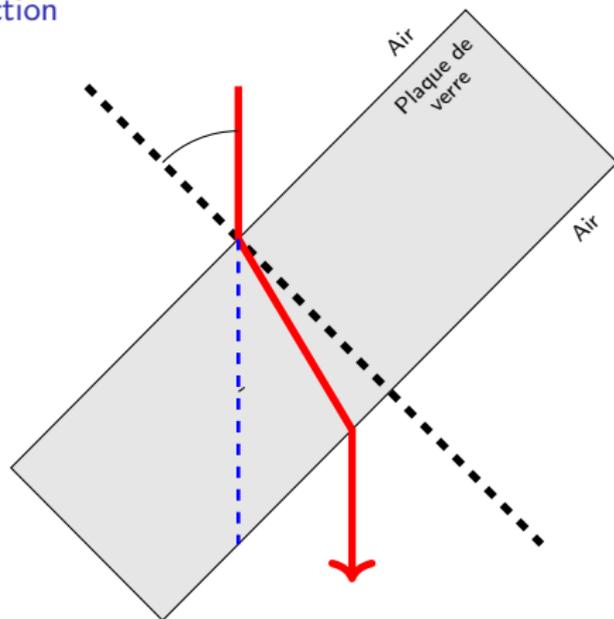
L'ombre avant la Lumière

La réfraction



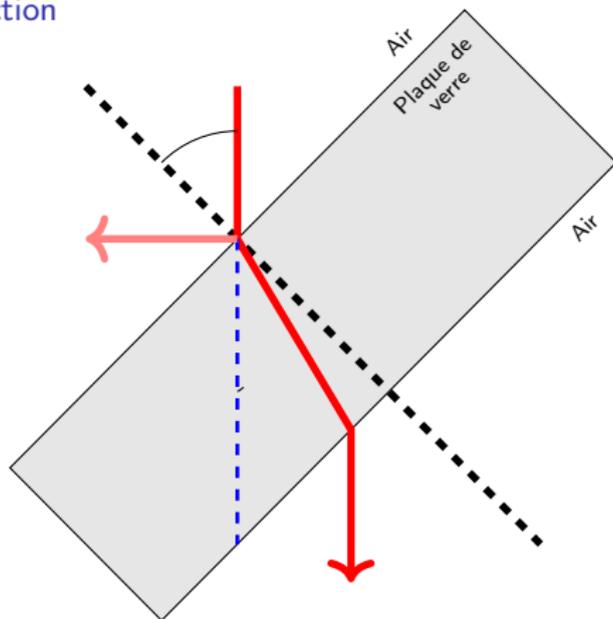
L'ombre avant la Lumière

La réfraction



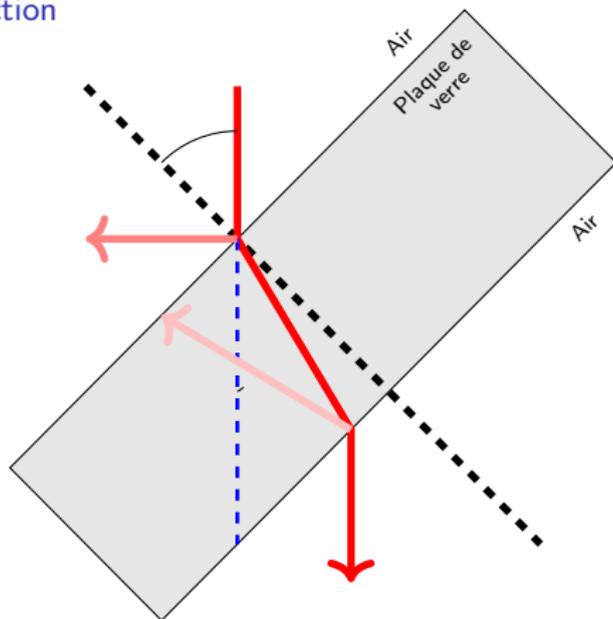
L'ombre avant la Lumière

La réfraction



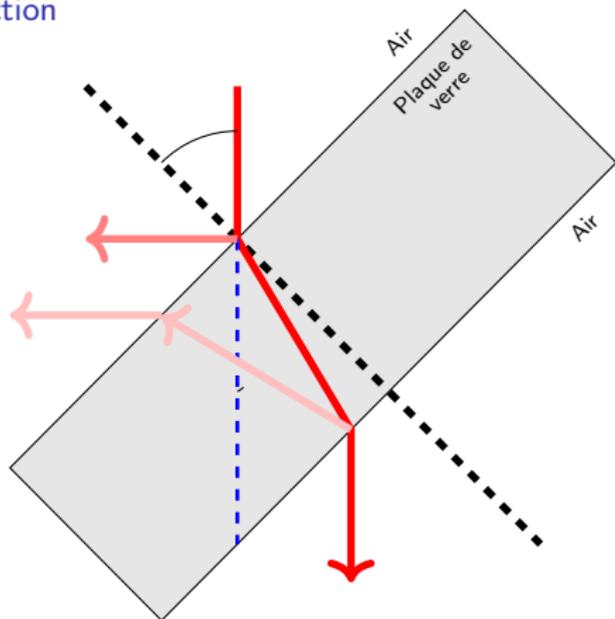
L'ombre avant la Lumière

La réfraction



L'ombre avant la Lumière

La réfraction



Lumière

Référence

- ▶ "Iliade", Homère, Trad. Victor Bérard, Folio, 1988.
- ▶ "Les origines de la physique moderne", I. Bernard Cohen, Ed. Seuil, 1993.
- ▶ "Histoire générale des Sciences", René Taton, Eds. Quadrige, 1994.
- ▶ "Histoire de la Philosophie", Emile Bréhier, Eds. Quadrige, 1994.
- ▶ "La lumière", Émile Biémont, collection Que sais-je, 1996.
- ▶ "Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences", Thomas Bourgeois et Dominique Lecourt, Presses Universitaires de France, 2006.
- ▶ "La vue et la lumière", Michel Blay, Revue d'Histoire des Sciences **60**, 119 (2007).
- ▶ "Histoire de la Physique", Jean Perdijon, Dunod, 2008.
- ▶ "Optique : Une approche expérimentale et pratique", Sylvain Houard, Eds. De Boeck, 2011.
- ▶ "A history of optics", Olivier Darrigol, Oxford University Press, 2012.
- ▶ "Initiation à la Philosophie", Roger Caratini, Archipoche Eds, 2012.
- ▶ "Le double chemin de la lumière", Bernard Maitte, La Recherche N° 493, Novembre 2014.
- ▶ "Une histoire de la lumière", Bernard Maitte, Eds. Seuil, 2015.
- ▶ "Brève histoire des théories de la lumière", Michel Blay, Union Rationaliste **196**, 7 (2015).
- ▶ "Les plus grandes dates de la Science", Jean C. Baudet, La Boîte à Pandore Eds, 2016.
- ▶ "Optics", Eugene Hecht, Eds. Pearson, 2017.
- ▶ "Lumière et luminescence", Bernard Valeur, Eds. Belin, 2017.