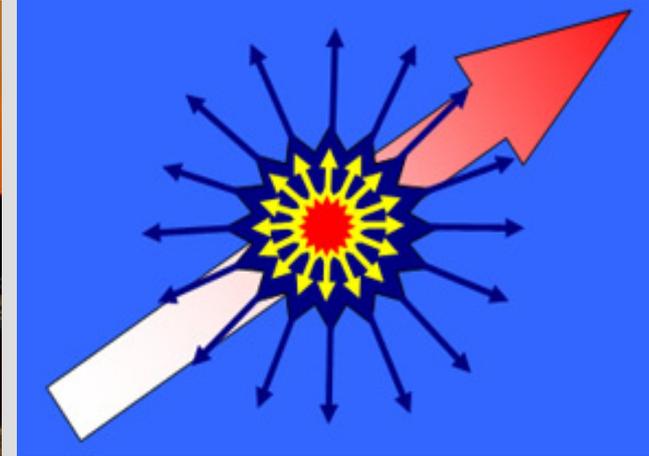
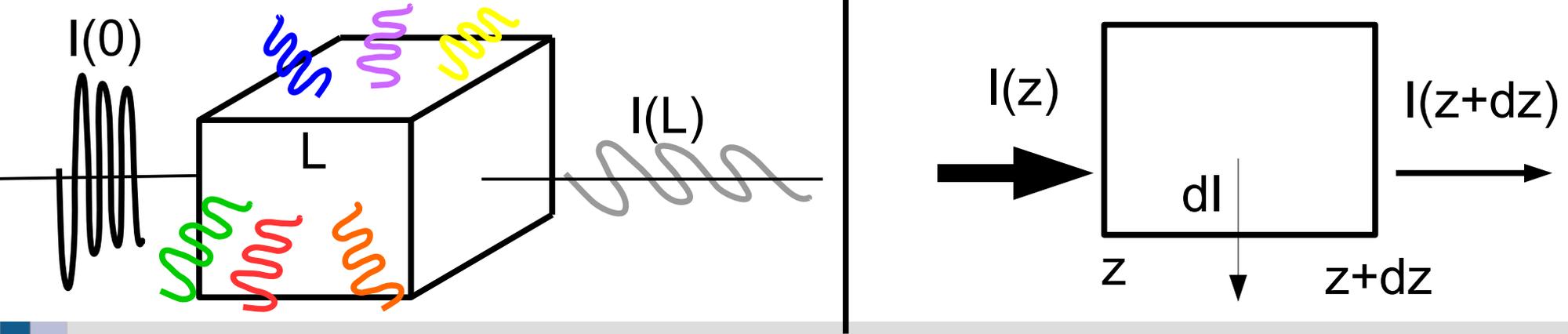


Modèles de diffusion de la lumière



- Niveau : L3
- Prérequis :
 - Relativité Restreinte, principes fondamentaux, cinématique relativiste.
 - Electromagnétisme classique du vide et des milieux continus, rayonnement dipolaire.
 - Notion de section efficace
 - Mécanique quantique, principes fondamentaux.



Ecrit :

$$dl = dz \times (-1) \times z \times I \times \sigma_{\text{extinction}}$$

Avec $\sigma_{\text{extinction}} = \sigma_{\text{absorption}} + \sigma_{\text{diffusion}} = f(I, \lambda, \text{etc...}) \Rightarrow$ contient toute la physique de la diffusion et de l'absorption par le milieu étudié.

$$\text{Donc } dl/dz + n \sigma_{\text{extinction}} I = 0$$

Pour une longueur L de matériau : $I(L) = I(0) \exp(- \int_0^L n \sigma_{\text{extinction}} dz)$

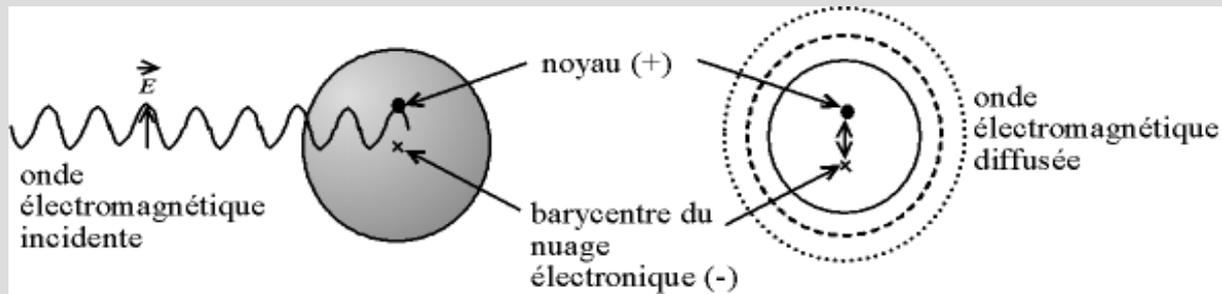
Soit $I(L) = I(0) \exp(-\tau) \rightarrow$ Loi de Beer-Lambert-Bouguer

avec τ l'épaisseur optique du milieu.

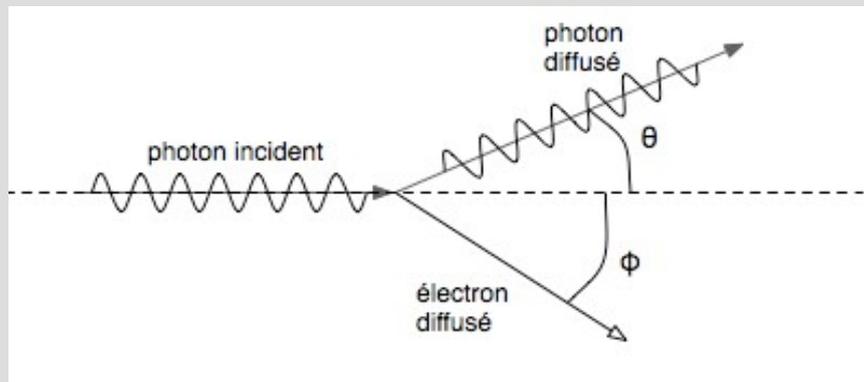
Comme cette expression est vraie quelque soit la lumière incidente et le milieu, les différents « modèles » vont nous renseigner sur $\sigma_{\text{extinction}} = \sigma_{\text{absorption}} + \sigma_{\text{diffusion}}$ et ses dépendances ! \Rightarrow On ne s'intéresse ici qu'à des modèles permettant d'avoir $\sigma_{\text{diffusion}}$.

De manière générale, on a $\sigma_{\text{diffusion}} = \text{Puissance diffusée (W)} / \text{Irradiance incidente (W/m}^2\text{)}$

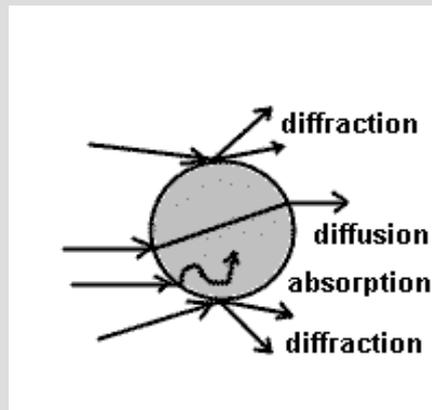
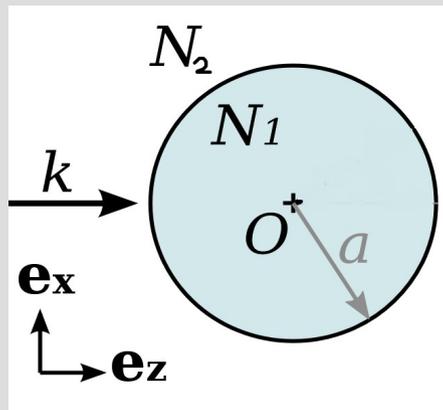
I-2) Quelques exemples de modèles



=> Diffusion Rayleigh, Diffusion résonante, etc...



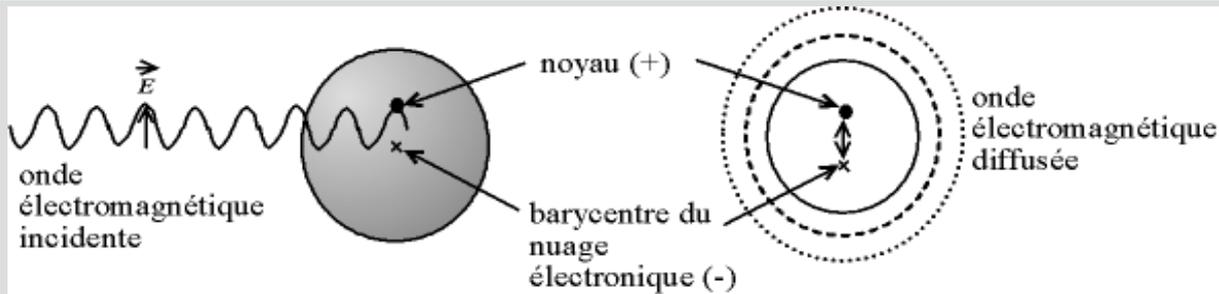
=> Diffusion Compton, Diffusion Thompson



=> Théorie de Mie de la diffusion

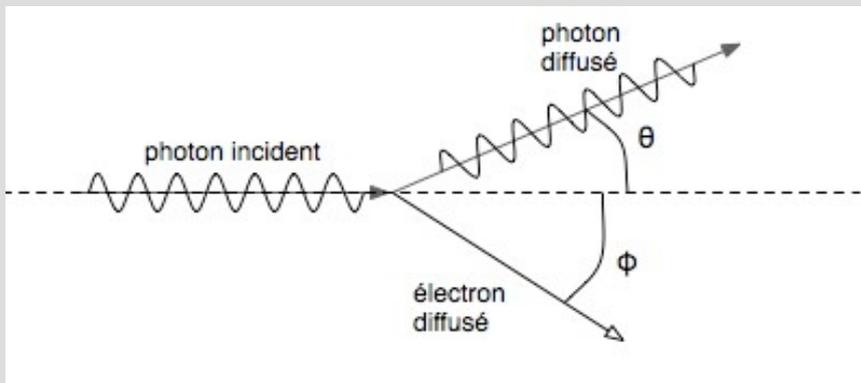
Autres : Tyndall, Raman, Brillouin, etc...

I-2) Quelques exemples de modèles

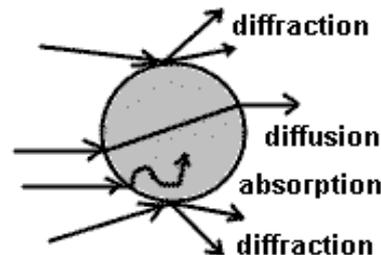
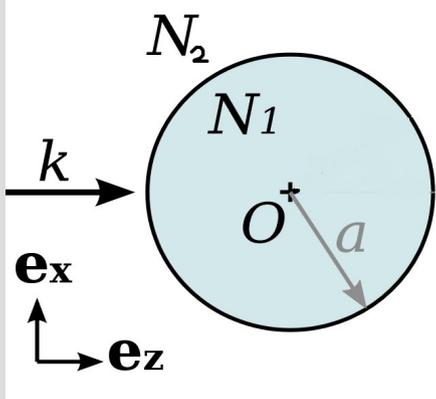


=> Diffusion Rayleigh, Diffusion résonante, etc...

Dans cette leçon

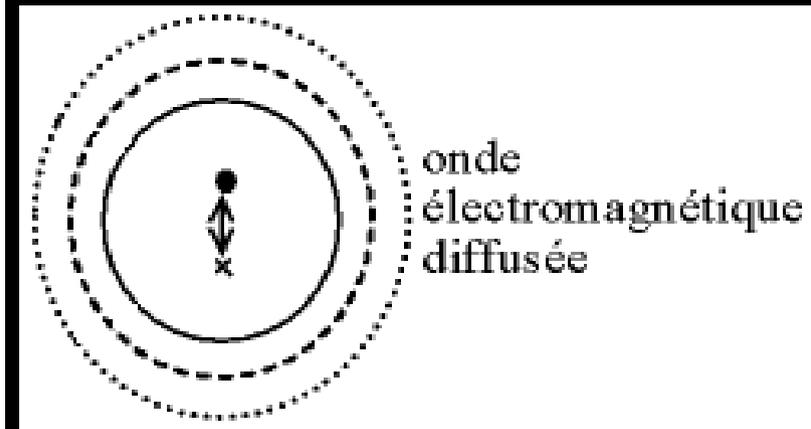
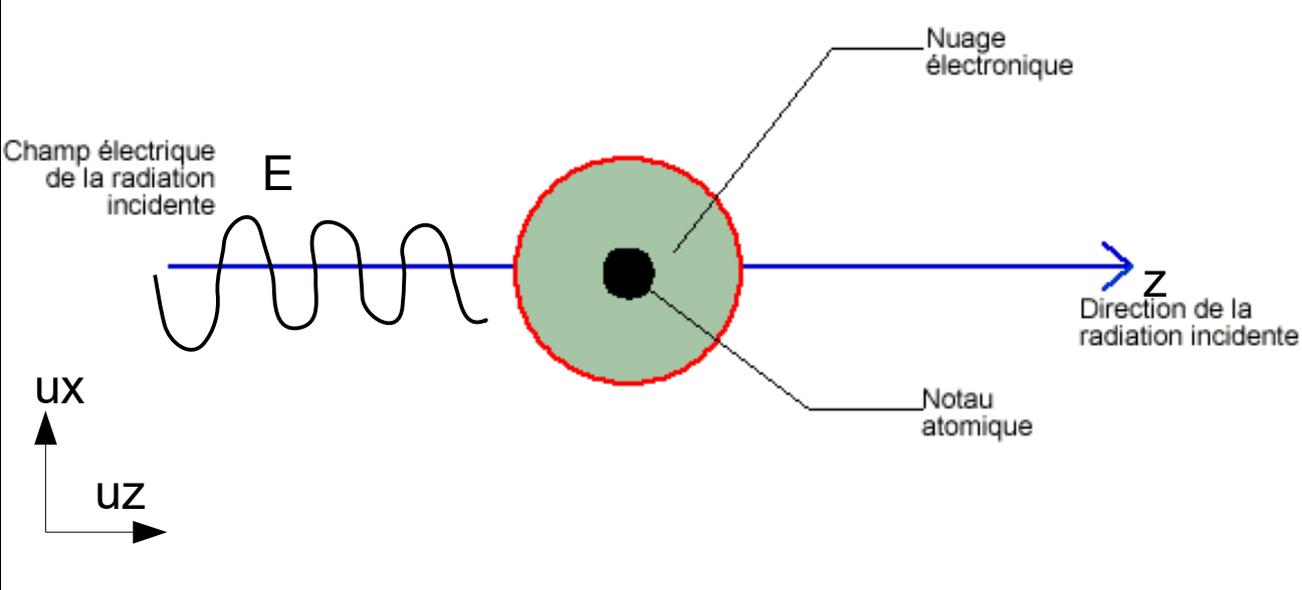


=> Diffusion Compton, Diffusion Thompson

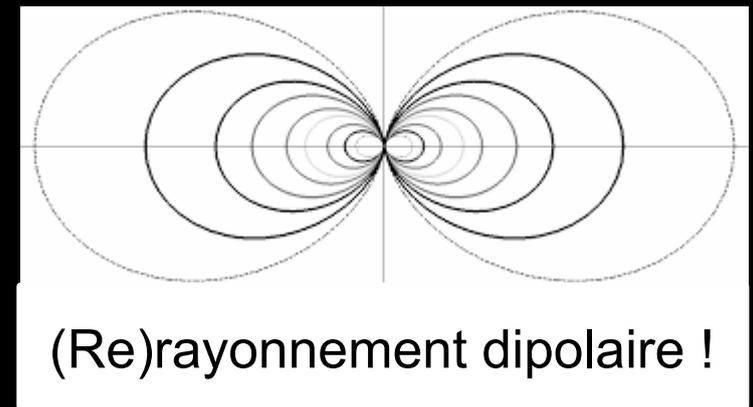
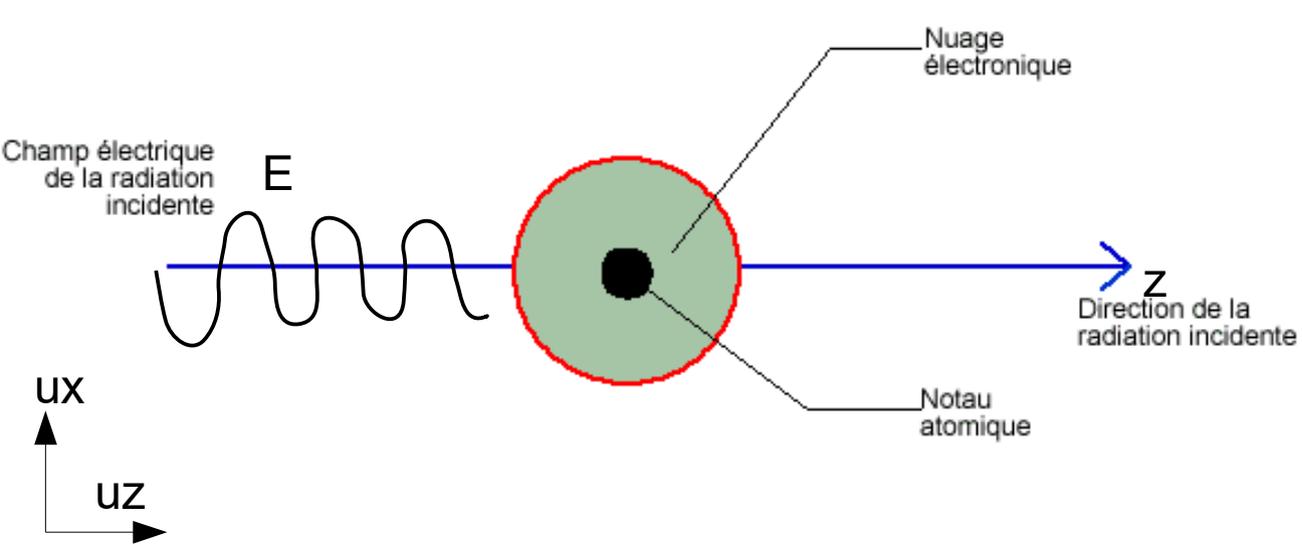


=> Théorie de Mie de la diffusion

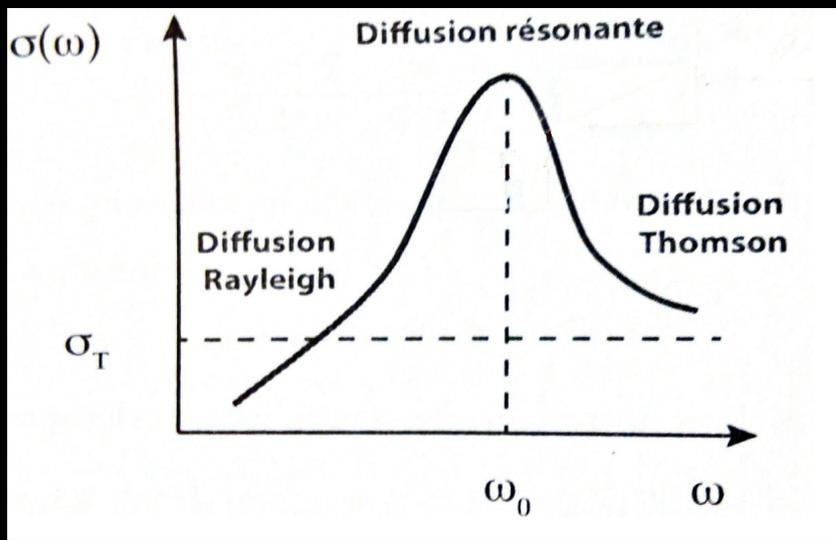
Autres : Tyndall, Raman, Brillouin, etc...



Insérer ici le calcul du rayonnement diffusé (dipolaire) avec le modèle de l'électron élastiquement lié.

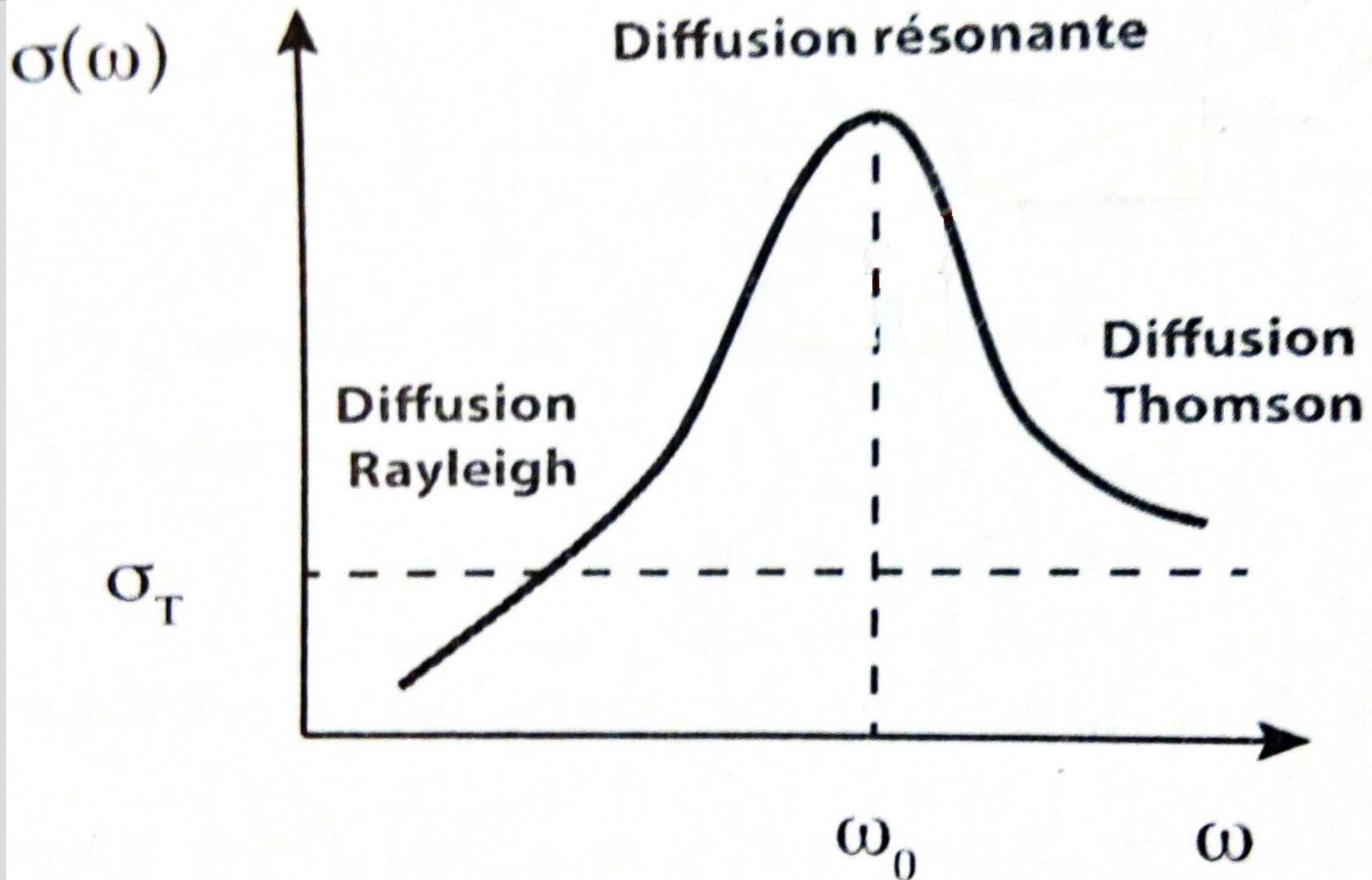


Insérer ici le calcul du rayonnement diffusé (dipolaire) avec le modèle de l'électron élastiquement lié.

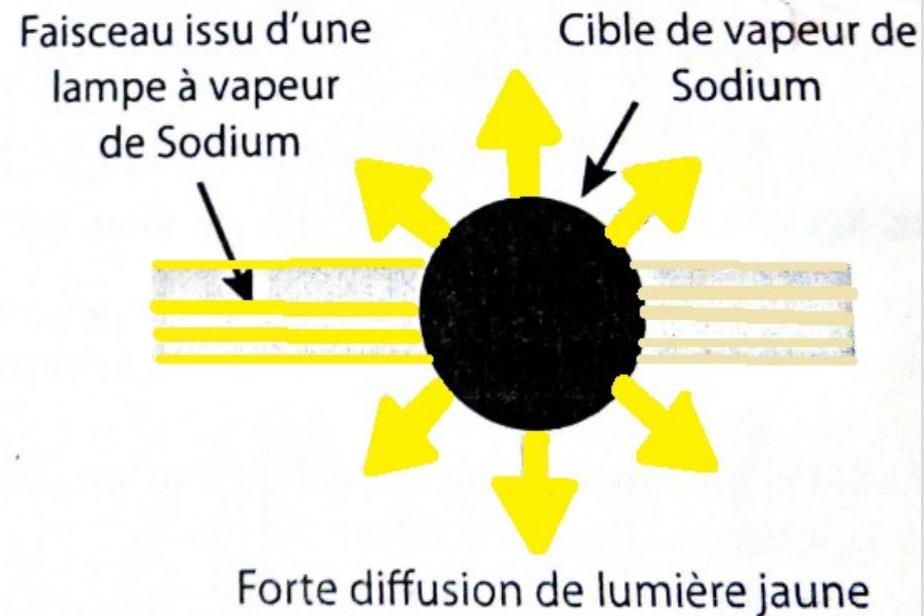
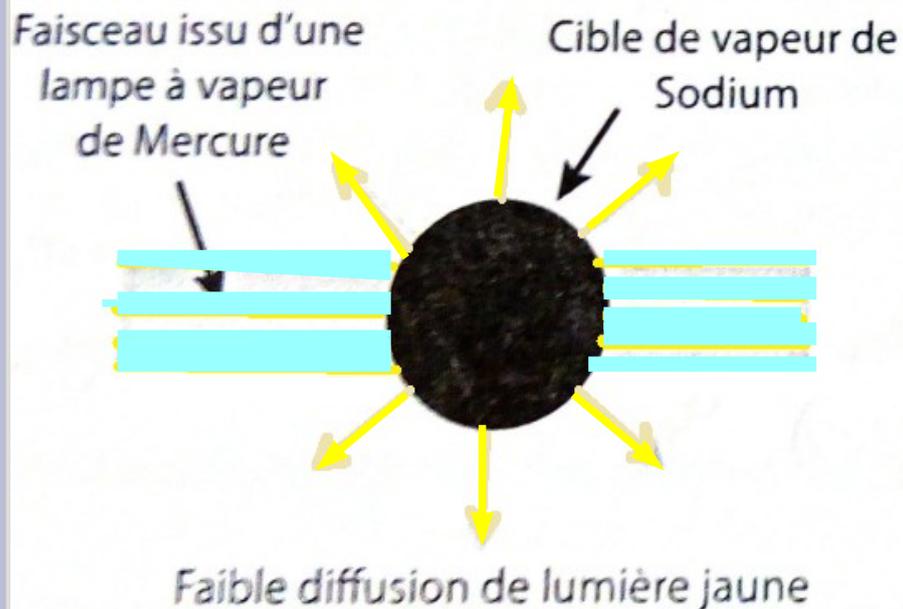


Insérer ici les expressions approchées de $\sigma(\omega)$ pour les trois domaines du graphe.

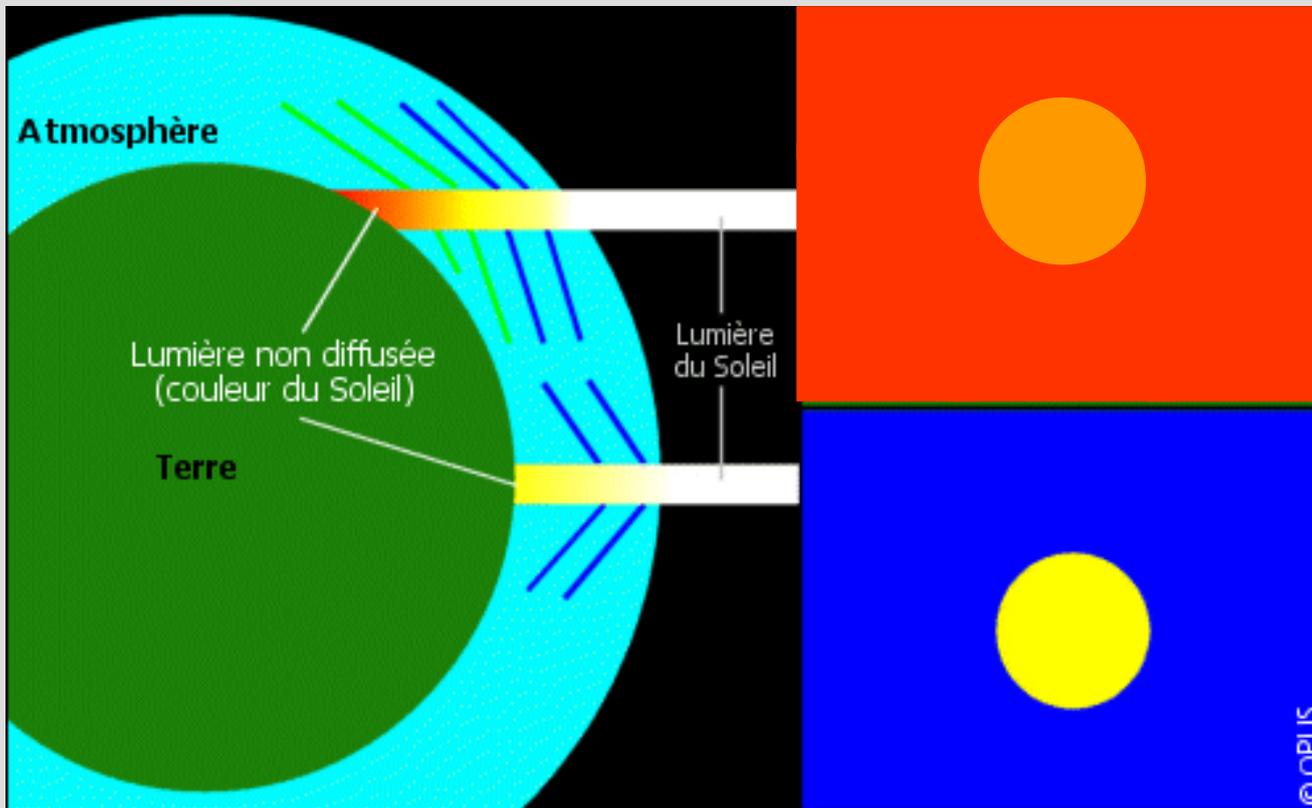
II-2) Différents domaines de diffusion



II-2) Différents domaines de diffusion : Diffusion résonante



II-2) Différents domaines de diffusion : Diffusion Rayleigh



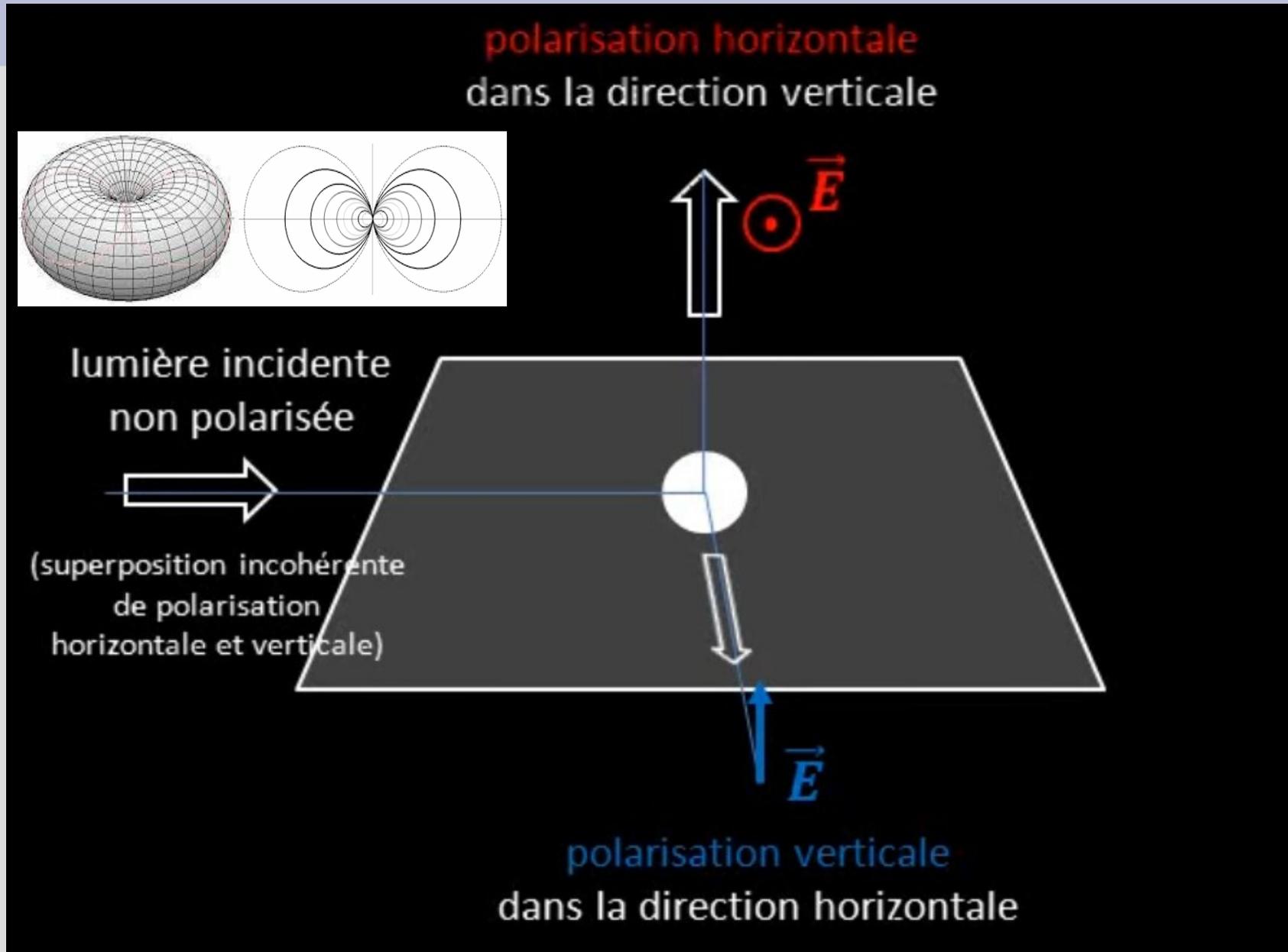
II-2) Différents domaines de diffusion : Diffusion Rayleigh

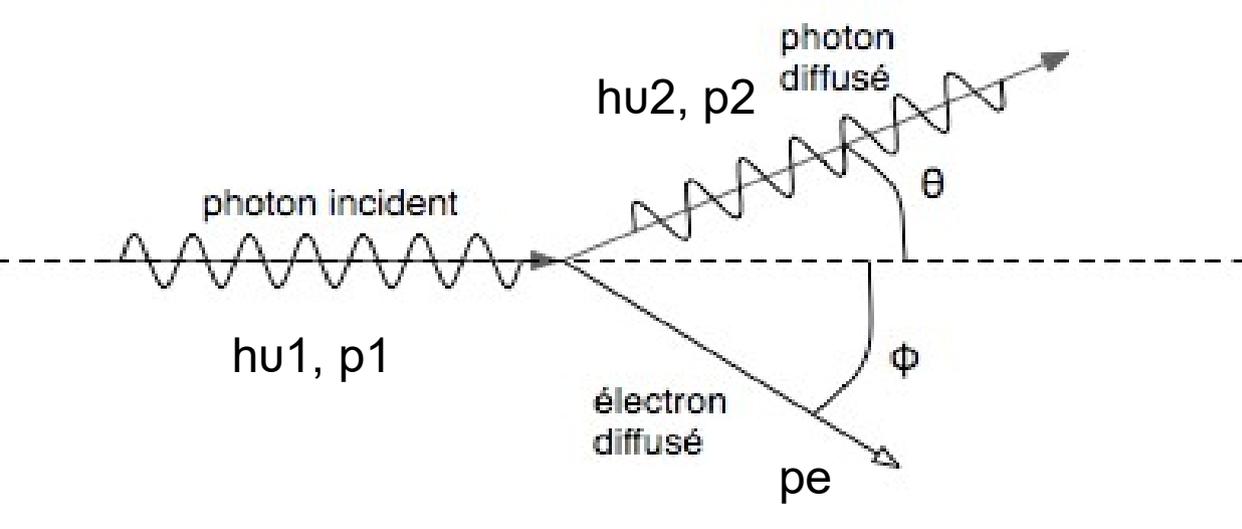


<https://www.youtube.com/watch?v=uLDMT6EBwk0>



II-3) Polarisation par diffusion





Insérer ici le calcul de $\lambda_1 - \lambda_2$ de la diffusion Compton
Afin de mettre en évidence qu'il s'agit d'une
diffusion inélastique.

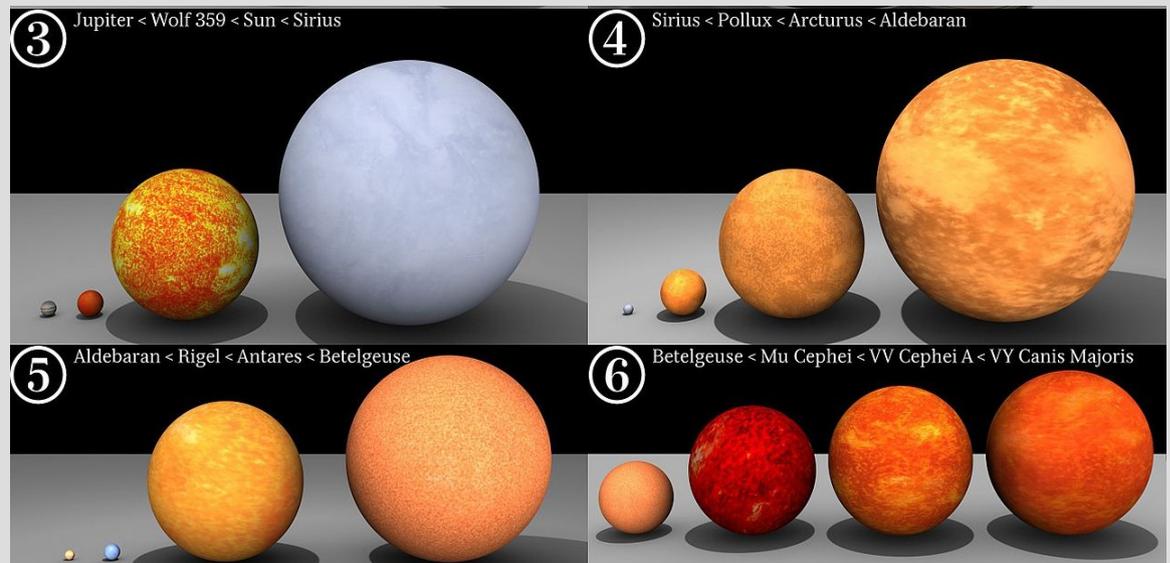
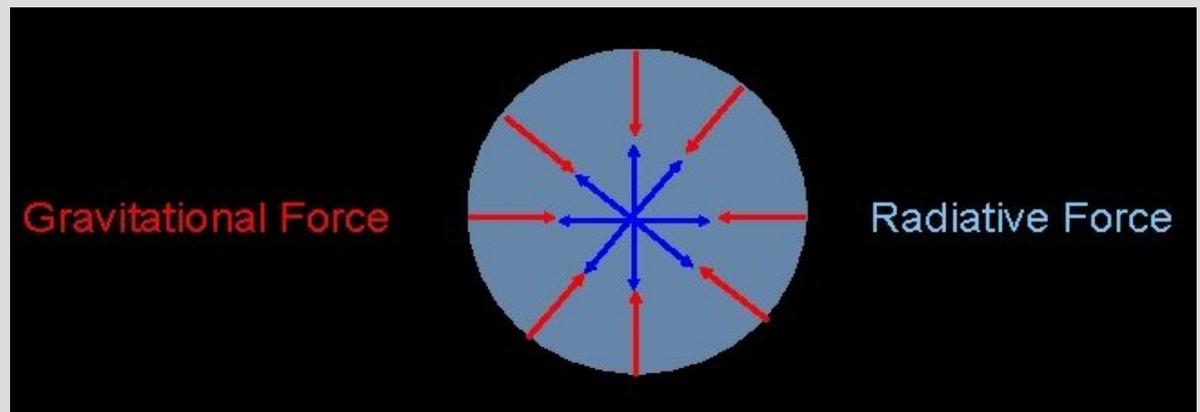
Insérer l'approximation de Thompson qui permet de dire que
 $p_e = 0$: $E_{\text{photon incident}} \ll m_e c^2$

III-2) Approximation de Thomson: Application

→ Limite d'Eddington des étoiles : $L_{\text{Edd}} = 3.3 \times 10^4 \left(\frac{M}{M_{\odot}} \right) L_{\odot}$



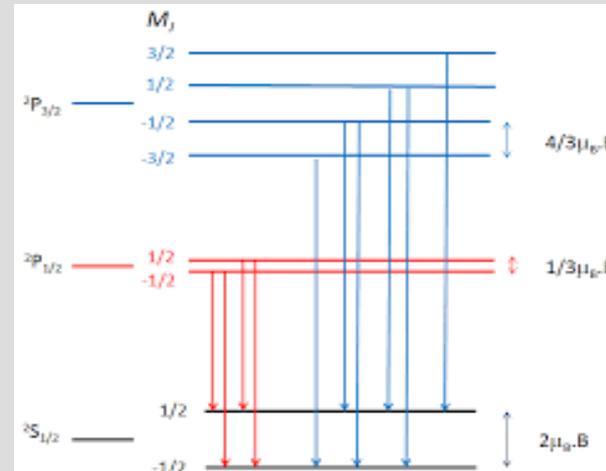
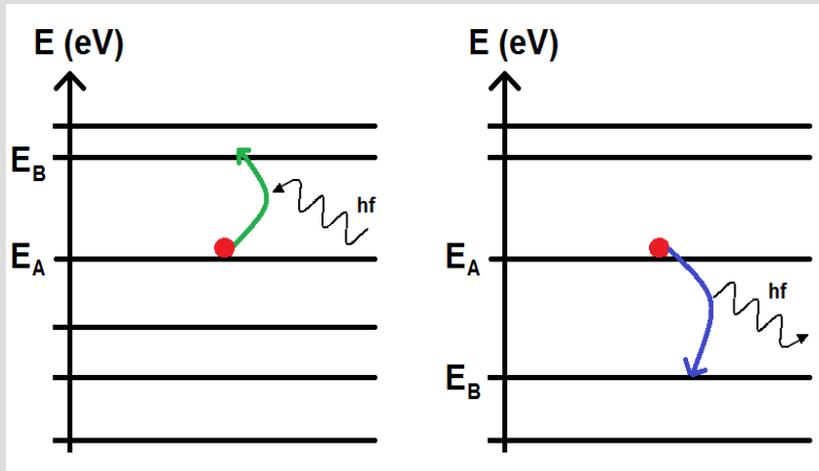
Arthur Stanley Eddington
1882-1944



Conclusion :

→ En réalité, à l'échelle microscopique, il n'y pas vraiment de différence entre absorption, diffusion et même fluorescence, phosphorescence, etc... ! Ce classement est uniquement macroscopique !!

→ Tous ces mécanismes sont décrits par des transitions entre niveaux énergétiques (électroniques, vibrationnelles, rotationnelles, etc...) qui dépendent du matériau dans le cadre de la mécanique quantique!



→ La diffusion n'est donc qu'un cas particulier d'interaction lumière-matière.

Plan de la leçon :

I) Description du phénomène de diffusion

- 1) Extinction et loi de Beer-Lambert-Bouguer
- 2) Quelques exemples de modèles de diffusion

II) Diffusion par un électron atomique

- 1) Modélisation et résolution
- 2) Différents domaines de diffusion
- 3) Polarisation par diffusion

III) Diffusion sur des particules élémentaires libres chargées

- 1) Diffusion Compton
- 2) Approximation de Thomson

Annexe 1 : Relation Masse-Luminosité des étoiles :

$$L/L_{\text{sun}} \sim (M/M_{\text{sun}})^{\alpha}$$

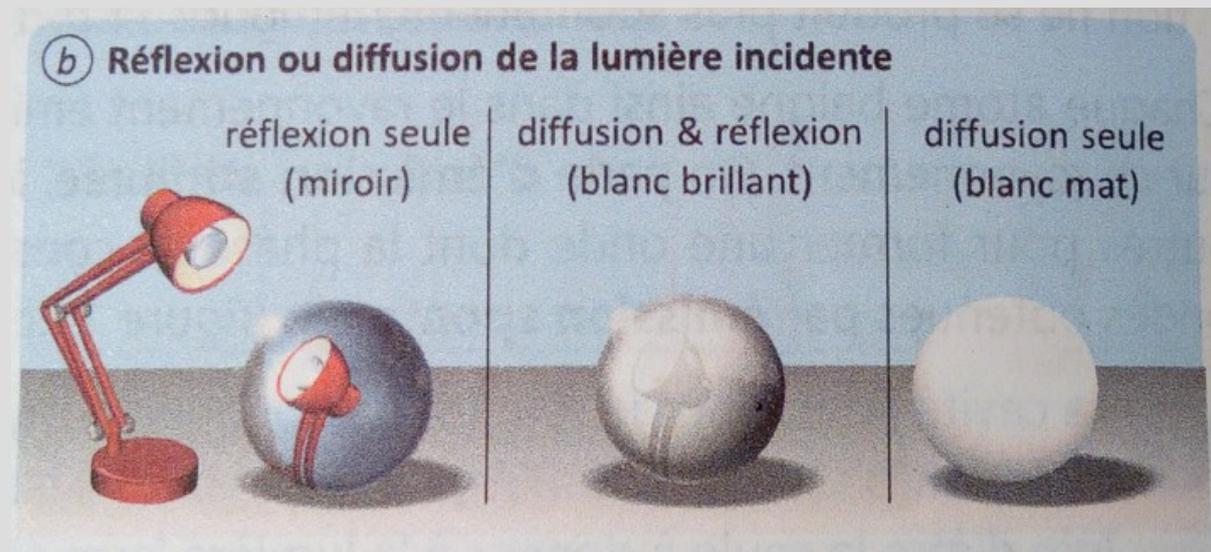
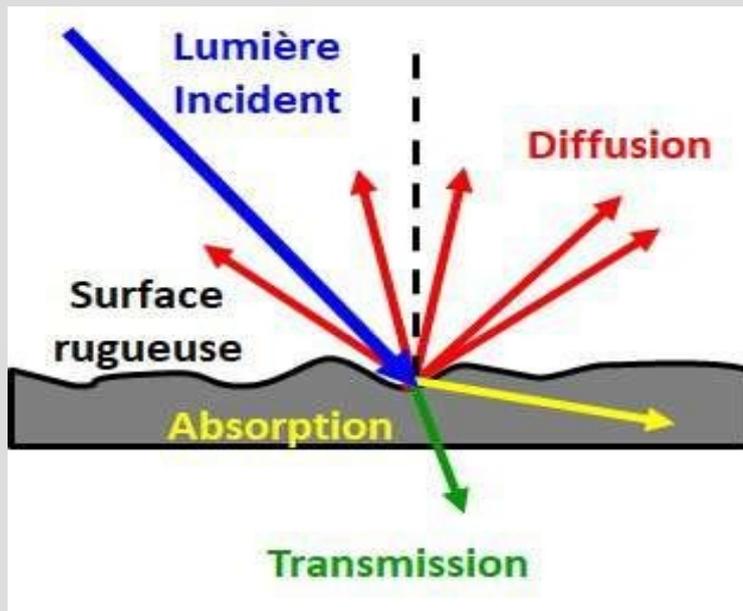
$\alpha = 3.45$ en moyenne, mais dépend de la masse des étoiles :

$\alpha = 4$ pour M in $1, 30 M_{\text{sun}}$

$\alpha = 2.4$ pour $M < 0.8 M_{\text{sun}}$

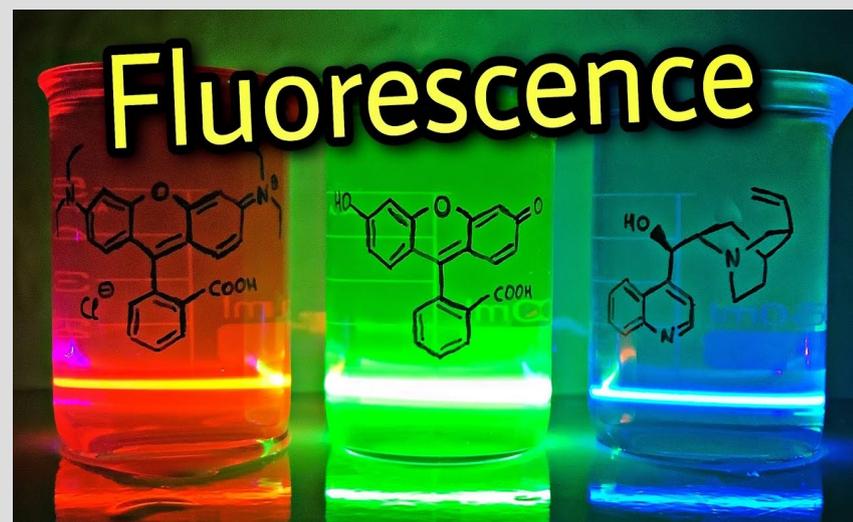
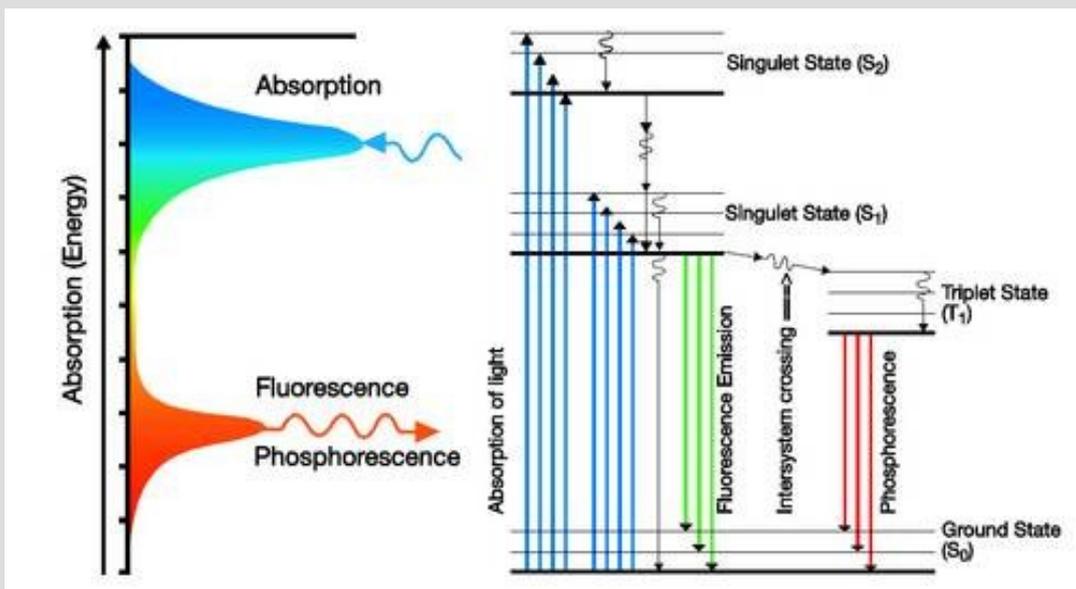
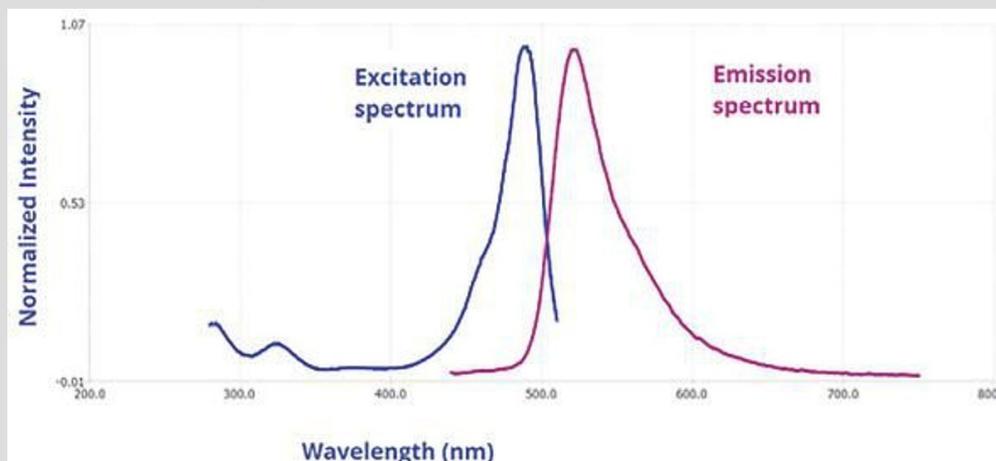
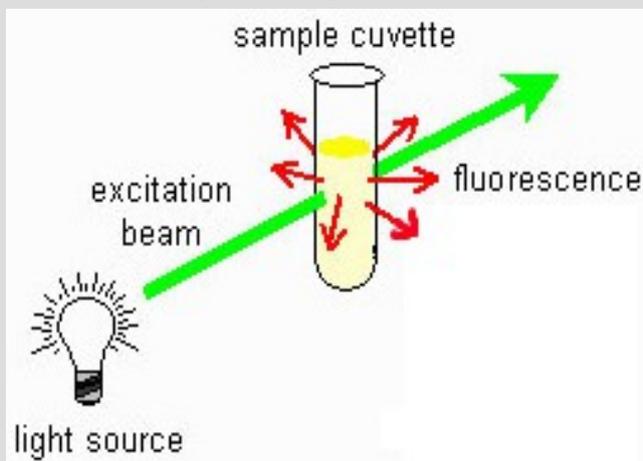
$\alpha = 2$ pour $M > 30 M_{\text{sun}}$

Annexe 2 : Diffusion « de surface »



Annexe 3: « Tu nous parles de fluorescence, qu'est-ce que c'est ? »:

→ Modèle quantique nécessaire pour décrire ce phénomène.



Annexe 4: Le rayon vert:

