

Sur le mauvais usage du mot "photon" dans le transfert radiatif, et proposition d'un néologisme

D'après : Pujol (2015), *J. Quar. Spectrosc. Radiat. Trans.*, **159**, 29-31

Olivier Pujol

Université Lille 1, UFR de physique, Laboratoire d'optique atmosphérique

1. Position du problème

1. Constat

Le mot "photon" est largement répandu dans la littérature sur le transfert radiatif. Cet usage est malheureux car le photon est vu comme une particule newtonienne dont la trajectoire s'identifie au rayon lumineux.

2. Origines

Deux racines à cette regrettable conception :

- la propagation de la lumière est considérée dans sa plus simple et plus vieille approximation, l'optique géométrique ;
- l'idée obsolète de "dualité onde-particule", c'est-à-dire que la lumière est une onde et un flux de photons localisés, ces deux aspects étant complémentaires.

3. Exemples d'expressions sans aucun sens

Il y a pléthore d'expressions étranges voire choquantes pour un physicien du XIX^e siècle : "le chemin du photon", "le photon se dirige", "le photon est réfléchi", "les photons sont lancés", etc. C'est fréquent dans les simulations Monte-Carlo où le photon semble indispensable voire obligatoire (!).

2. Or...

1. ...l'approche corpusculaire **n'est pas** nécessaire : la théorie ondulatoire, avec son vocabulaire, est parfaitement adaptée pour traiter la propagation de la lumière dans l'atmosphère.

2. ...dans une approche newtonienne, il est clair que *le corpuscule considéré n'est pas le photon*. Deux raisons :

- on ne peut pas associer un référentiel propre à un objet sans masse ;
- le photon est défini par l'électrodynamique quantique seule comme le quantum d'excitation du champ électromagnétique.

3. D'autres auteurs dénoncent aussi cette manie à utiliser le mot "photon"

- Wolf (1978) : "...it is well known that it is not possible to associate a position variable with a photon..."
- Mishchenko & Travis (2008) et Mishchenko (2009, 2014) :
 - "the photon must be used only in the rigorous context of quantum electrodynamics"
 - "the phenomenological association of the real physical photons with 'particles of light' creates profound confusion..."
- Kidd et al (1989) : "...texts would do well to drop the corpuscular photon..."
- Lamb (1995) : "It is high time to give up the use of the word 'photon'." → Lamb a même proposé de créer un permis d'utilisation du mot 'photon' !

4. Le néologisme FLIP pour Fictive Light Particle (particule fictive de lumière)

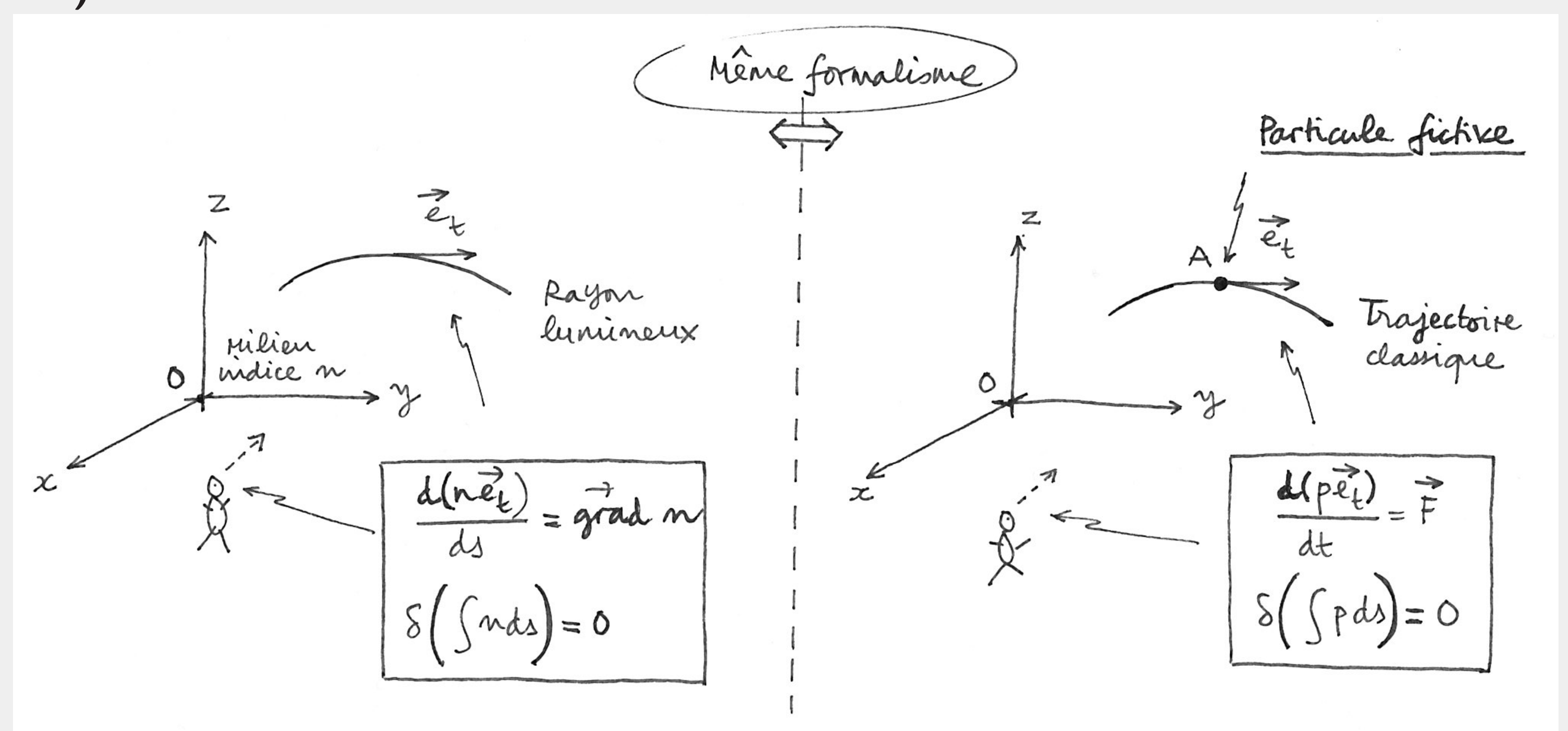
1. Analogie optique géométrique - mécanique classique (Hamilton 1831)

L'équation fondamentale de l'optique géométrique (OG) est formellement analogue à la loi fondamentale en mécanique classique (MC).

$$\text{OG : } \frac{d(n \mathbf{e}_t)}{ds} = \text{grad } n \quad \text{MC : } \frac{d(p \mathbf{e}_t)}{dt} = \mathbf{F} \quad \text{où } dt = \frac{ds}{v}$$

Dit autrement, le principe de Fermat est formellement analogue au principe de moindre action d'Hamilton :

$$\text{Fermat : } \delta \left(\int n ds \right) = 0 \quad \text{Hamilton : } \delta \left(\int p ds \right) = 0$$



2. Conséquence formelle

Rayon lumineux dans un milieu d'indice $n \iff$ Trajectoire d'un corpuscule *fictif* (ou *virtuel* ou *imaginaire*) dans le champ de force $\mathbf{F} = v \text{grad } n$.

C'est seulement dans ce contexte qu'une métaphore newtonienne a du sens !

3. Proposition Je propose de nommer la métaphore newtonienne par le néologisme "**particule fictive de lumière**", soit en termes d'acronymes, **FLIP** (Fictive Light Particle en anglais).

4. Avantages du terme FLIP

- On évite le mot "photon"
- Le terme "fictif" (ou virtuel) rappelle que l'on se ramène astucieusement à une situation irréaliste pour faciliter les calculs. Cette attitude est courante en physique (transformations réversibles en thermodynamique, chemins et travaux virtuels en mécanique analytique).

5. Conclusion

Le néologisme FLIP (fictive light particle) permet à ceux qui souhaitent persister dans une métaphore corpusculaire de ne pas entrer en conflit avec les connaissances physiques de notre époque et de ne pas choquer les physiciens désireux d'utiliser correctement et clairement le mot "photon".