

TERMINOLOGIE CONCERNANT L'OPTIQUE OcéANOGRAPHIQUE*

par

Alexandre IVANOFF et André MOREL

Laboratoire d'Océanographie Physique de la Faculté des Sciences

Université de PARIS

L'Association internationale d'Océanographie Physique, en 1960 à Helsinki, a créé un Comité, le "Committee on Radiant Energy in the Sea" dont l'une des préoccupations a été de fixer une terminologie pour l'optique océanographique. Cette terminologie, établie en anglais, a été publiée dans la chronique de l'U.G.G.I., numéro 57, en novembre 1964 et reprise par N.G. JERLOV en introduction de son livre "Optical Oceanography" publié aux Editions Elsevier.

Une transcription en français de ce vocabulaire est donnée ici. Les traducteurs se sont efforcés, dans la mesure du possible, de ne point s'écarter de la traduction strictement littérale ; néanmoins, un certain nombre de remarques doivent être faites :

1. - l'ordre selon lequel les diverses définitions sont présentées ici n'est pas exactement celui du texte original, ceci afin de respecter un plan qui distingue les grandeurs photométriques fondamentales des grandeurs plus spécifiquement utilisées en optique océanographique et qui, parmi ces dernières, sépare les grandeurs ayant trait à la pénétration de la lumière du jour de celles qui constituent les propriétés optiques proprement dites.
2. - Dans le texte qui suit, tout ce qui n'est pas stricte traduction apparaîtra imprimé en *italique*. Il pourra s'agir soit d'une traduction plus libre que la recherche de clarté aura rendu nécessaire, soit d'additifs ; les additifs qu'il a paru utile de faire concernent :
 - des précisions apportées dans l'énoncé même de certaines définitions,
 - des commentaires ou notes explicatives,
 - enfin, des définitions de grandeurs qui ne figurent pas dans la nomenclature établie par le Comité mais qui en raison de leur utilité ont été ajoutées.
3. - Certains termes, plus précisément ceux qui servent à désigner les appareils, n'ont jamais fait l'objet d'une traduction française officiellement reconnue (c'est-à-dire fixée par la Commission Internationale de l'Eclairage - C.I.E.). Dans ces cas, les traducteurs se sont bornés à reproduire l'anglicisme généralement utilisé, n'ayant pas ici à proposer une équivalence.

*Traduction de la terminologie établie en langue anglaise et officiellement recommandée par l'Association Internationale d'Océanographie Physique (IASPO).

GRANDEURS PHOTOMETRIQUES FONDAMENTALES

- Quantité d'énergie (rayonnante) - (quantity of radiant energy)
 Quantité d'énergie transportée par un rayonnement
 Symbole : Q
 Unités : joule J, erg 1 erg = 10⁻⁷ joule

- Flux énergétique - (radiant flux)
 Quantité d'énergie rayonnée par unité de temps
 Symbole : F
 Unité : watt : W
 Relation : $F = QT^{-1}$

- Intensité énergétique - (d'une source dans une direction donnée)
 (Radiant intensity of a source in a given direction)
 Quotient du flux énergétique émis par une source, ou par un élément de source, dans un cône d'ouverture infiniment petit ayant pour axe la direction considérée, par l'angle solide de ce cône.
 Note : Pour une source non ponctuelle : limite du quotient du flux énergétique reçu par une surface élémentaire par l'angle solide sous lequel on voit cette surface de tout point de la source, lorsque la distance entre la surface et la source croît ; (note : ceci signifie en fait que la source, sans être ponctuelle, doit cependant apparaître en tout point de la surface réceptrice sous un angle solide suffisamment petit afin que les variations de l'angle d'incidence restent négligeables)
 Symbole : $\overset{\circ}{I}$
 Unité : watt par stéradian : $W.Sr^{-1}$
 Relation : $I = dF/d\omega$

- Luminance (énergétique) (dans une direction donnée) - (radiance)
 Flux énergétique par unité d'angle solide et par unité de surface (projetée sur un plan perpendiculaire à la direction considérée).
 Symbole : L
 Unité : watt par mètre carré et par stéradian : $W.m^{-2} Sr^{-1}$
 Relation : $L = d^2 F/dA.cos \epsilon .d\omega$

- Eclairement (énergétique) en un point d'une surface - (Irradiance at a point of the surface)
 Quotient du flux énergétique reçu par un élément de surface infiniment petit autour du point considéré, par l'aire de cet élément.
 Symbole : E
 Unité : watt par mètre carré : $W.m^{-2}$
 Relation : $E = dF/dA.$

- Irradiation (en un point d'une surface) - (Irradiation at a point of a surface)
 Produit de l'éclairement *énergétique* en ce point par la durée ;
 (ou plus généralement, intégrale de ce produit)
 Symbole : H
 Unité : joule par mètre carré : $J.m^{-2}$
 Relation : $\int E dt = Q/A$

- Emittance énergétique - (en un point d'une surface) - (Radiant emittance at a point of a surface)
 Quotient du flux *énergétique* émis par un élément de surface infiniment petit contenant le point considéré, par l'aire de cet élément.
 Symbole : M
 Unité : Watt par mètre carré : $W.m^{-2}$

- Longueur d'onde - (wavelength)
 Distance entre deux points successifs en phase d'une onde périodique, comptée selon la direction de propagation.
 Note : la longueur d'onde d'une radiation monochromatique dépend de l'indice de réfraction du milieu. Sauf indication contraire, la longueur d'onde doit être comprise comme étant celle relative à une propagation dans l'air.
 Symbole : λ
 Unité : mètre et (précédemment) le millimicron $1 \mu m = 10^{-9} m$
 Note : l'appellation maintenant adoptée pour ce sous-multiple du mètre est "nanomètre" : $1 nm = 10^{-9} m$.

- Courbe de répartition spectrale d'une grandeur énergétique - (telle que le flux, la luminance...) - (Spectral distribution curve of a radiometric quantity).
 Courbe figurant la densité spectrale de la grandeur en fonction de la longueur d'onde (ou de la fréquence).
 Note : On appelle densité spectrale d'une grandeur énergétique X pour une longueur d'onde λ , le quotient $dX/d\lambda$, dX étant la contribution à la grandeur considérée du rayonnement dont la longueur d'onde est comprise entre les valeurs $\lambda - d\lambda/2$ et $\lambda + d\lambda/2$.
 Symbole : x_λ
 Relation : $x_\lambda = dX/d\lambda$

- Indice de réfraction - (Refractive index)
 Rapport des vitesses de phase d'un rayonnement *monochromatique* dans le vide et dans le milieu considéré.
 Symbole : n_λ

- Facteur de réflexion - (Reflectance)

Rapport du flux énergétique réfléchi au flux énergétique incident.

Symbole : ρ

Relation : $\rho = F_r / F_o$

- Facteur de transmission - (Transmittance)

Rapport du flux énergétique transmis au flux énergétique incident.

Symbole : T

Relation : $T = F_t / F_o$.

GRANDEURS PLUS SPECIFIQUEMENT UTILISEES EN OPTIQUE OCEANOGRAPHIQUE

1. - CONCERNANT LA PENETRATION DE LA LUMIERE DU JOUR -

- Eclairement scalaire - (Scalar irradiance)

Intégrale, des luminances, étendue à toutes les directions de l'espace autour d'un point.

Symbole : E_o

Unité : Watt par mètre carré : $W.m^{-2}$

Relation : $E_o = \int_{4\pi} L d\omega$

- Eclairement sphérique (moyen) - (Spherical irradiance)

Limite du quotient du flux énergétique reçu par la surface d'une sphère à l'aire de cette surface, lorsque le rayon de la sphère tend vers zéro

Symbole : E_s

Unité : Watt par mètre carré : $W.m^{-2}$

Relation : $E_s = F_r / 4\pi r^2$, F_r étant le flux sur la sphère de rayon r

$$E_s = \frac{1}{4} E_o$$

Note : En fait, il n'est pas indispensable que le rayon de la sphère tende vers zéro, il suffit que l'éclairement scalaire demeure constant quel que soit le point considéré de la sphère.

- Eclairement énergétique descendant - (Downward irradiance)

Eclairement d'une surface horizontale dû au rayonnement provenant de l'hémisphère supérieur.

Symbole : E_d ou $E\downarrow$ (l'indice d correspond à "downward")

Unité : Watt par mètre carré : $W.m^{-2}$

- Eclairement énergétique ascendant - (Upward irradiance)

Eclairement d'une surface horizontale dû au rayonnement provenant de l'hémisphère inférieur.

Symbole : E_u ou $E\uparrow$ (l'indice u correspond à "upward", ou pourrait adopter en français E_a)

Unité : Watt par mètre carré : $W.m^{-2}$

- Eclairement énergétique d'un plan vertical - (Irradiance on a vertical plane)

Eclairement d'une surface verticale dû au rayonnement provenant de l'un ou de l'autre des deux demi-espaces que détermine le plan vertical considéré.

Symbole : E_h ou E_{\leftarrow}

Unité : Watt par mètre carré : $W.m^{-2}$

Note : l'indice h provient de ce que l'axe de visée de l'appareil exécutant la mesure est horizontal.

- Rapport d'éclairement - (Irradiance-ratio)

Rapport de l'éclairement ascendant à l'éclairement descendant, à une profondeur donnée.

Symbole : R

Relation : $R = E_u/E_d = E_{\uparrow}/E_{\downarrow}$

- Coefficient d'extinction - (extinction coefficient)

Relatif à l'un quelconque des éclairagements ou relatif à une luminance dans une direction donnée.

Si aux profondeurs Z_1 et Z_2 (comptée positivement vers le bas) la grandeur mesurée prend les valeurs E_1 et E_2 , le coefficient d'extinction moyen est défini comme étant le quotient :

$$\gamma_{12} = - \frac{\text{Log } E_2 - \text{Log } E_1}{Z_2 - Z_1}$$

à la profondeur Z , il est défini comme étant la limite du rapport précédent :

$$\gamma = - \frac{d \text{Log } E_z}{dZ} = - \frac{1}{E_z} \cdot \frac{dE_z}{dZ}$$

c'est donc la pente de la courbe figurant les variations de $\text{Log } E$ en fonction de Z , au point de la courbe correspondant à la profondeur Z .

Symbole : γ

Unité : m^{-1}

- Facteur de pénétration -

Pour une longueur donnée : par mètre par exemple (et relatif à l'une quelconque des grandeurs énergétiques précédentes : éclairagements, luminances...)

Variation relative de la grandeur E lorsque l'immersion croît d'une unité.

Symbole : néant

Relation : $\frac{E_{z+1}}{E_z} = e^{-\gamma}$

Note : le facteur de pénétration, par mètre (souvent exprimé en pourcent) est le plus usité).

-- Distance zénithale - (Sun zenith distance)

Angle entre la direction du zénith et la direction du centre du soleil.

Symbole : i

Note : la distance zénithale constitue l'angle d'incidence des rayons solaires directs à la surface de la mer ce qui explique que le symbole utilisé est i plutôt que τ symbole utilisé dans le calcul nautique. C'est le complément à la hauteur h_{\odot} du centre du soleil.

- Distribution angulaire limite (ou distribution asymptotique) des luminances - (Asymptotic radiance distribution)

Distribution angulaire des luminances sous-marines atteinte à profondeur suffisante et telle que les luminances relatives aux diverses directions décroissent selon la même loi exponentielle. (Cette distribution est de symétrie autour de la verticale quelles que soient les conditions d'éclairement en surface).

2. - CONCERNANT LES PROPRIETES OPTIQUES PROPREMENT DITES -

- Facteur d'absorption - (Absorptance)

Rapport du flux énergétique perdu par absorption au flux incident transporté par un faisceau.

Symbole : A

Relation : $A = F_a / F_o$

- Facteur de diffusion - (Scatterance)

Rapport du flux énergétique perdu par diffusion au flux incident transporté par un faisceau.

Symbole : B

Relation : $B = F_b / F_o$

- Facteur de diffusion vers l'avant - (Forward Scatterance)

Rapport au flux incident transporté par un faisceau, du flux diffusé vers l'avant, c'est-à-dire dans des directions faisant des angles compris entre 0° et 90° avec la direction de propagation du faisceau.

Symbole : B_f (l'indice f correspond au mot anglais "forward").

- Facteur de diffusion vers l'arrière - (Backward scatterance)

Rapport au flux incident transporté par un faisceau du flux diffusé vers l'arrière, c'est-à-dire dans des directions faisant des angles compris entre 90° et 180° avec la direction de propagation du faisceau.

Symbole : B_b (l'indice b correspond au mot anglais "backward").

- Facteur d'atténuation - (Attenuance)
Somme des facteurs d'absorption et de diffusion.
Symbole : C
Relation : $C = A + B$

- Facteur de transmission régulière (ou facteur de transmission d'un faisceau) - (Beam transmittance)
Facteur de transmission relatif à un faisceau dont le diamètre est petit vis-à-vis de la distance de parcours.
Symbole : T
Relation : $T = 1 - C$
Pour un milieu homogène : $\text{Log } T = - cr$
r étant la distance parcourue dans un milieu dont le coefficient d'atténuation est c (voir ci-dessous la définition de ce coefficient).
*Note : La définition plus générale de ce facteur, adoptée par la Commission Internationale de l'Eclairage est :
"Rapport du flux lumineux transmis suivant les lois de la transmission régulière au flux lumineux total incident".*

- Coefficient d'absorption - (Absorption coefficient)
Rapport du facteur d'absorption correspondant à une couche infiniment mince du milieu absorbant, disposée normalement au faisceau, à la valeur Δr de l'épaisseur de cette couche.
Symbole : a_{-1}
Unité : m^{-1}

Relation : $a = - \frac{\Delta F}{F} \quad \frac{1}{\Delta r} = - \frac{\Delta A}{\Delta r}$
pour un milieu homogène : $a.r = - \text{Log } (1 - A)$

- Coefficient (total) de diffusion - ((total) scattering coefficient)
Rapport du facteur de diffusion correspondant à une couche infiniment mince du milieu diffusant, disposée normalement au faisceau, à la valeur Δr de l'épaisseur de cette couche.
Symbole : b
Unité : m^{-1}

Relation : $b = - \frac{\Delta F}{F} \quad \frac{1}{\Delta r} = - \frac{\Delta B}{\Delta r}$

- Coefficient angulaire de diffusion (ou coefficient de diffusion dans une direction donnée) - (Volume scattering function)
Intensité énergétique dans une direction donnée de la source constituée par un volume diffusant unitaire, l'éclairement sur la face d'entrée du volume diffusant (supposée normale à la direction du faisceau incident) étant lui-même unitaire.

Symbole : $\beta(\theta)$

Unité : m^{-1}

$$\text{Relation : } \beta(\theta) = \frac{1}{E} \frac{d I_0(\theta)}{d \nu}$$

Relation entre b et $\beta(\theta)$:

$$b = \int_{4\pi} \beta(\theta) d\omega = 2\pi \int_0^\pi \beta(\theta) \sin\theta d\theta$$

- Indicatrice de diffusion - (scattering function) (indicatrix)
 Représentation en coordonnées polaires (ou cartésiennes) des variations du coefficient angulaire de diffusion $\beta(\theta)$ avec l'angle θ (compté à partir de la direction du faisceau incident).
 Si les phénomènes ne sont pas de révolution autour de la direction de propagation du faisceau incident, il convient de plus de considérer les variations du coefficient angulaire de diffusion avec l'orientation de la section méridienne.
- Coefficient d'atténuation - (Total attenuation coefficient)
 Rapport du facteur d'atténuation correspondant à une couche infiniment mince d'un milieu à la fois diffusant et absorbant, disposé normalement au faisceau, à la valeur Δr de l'épaisseur de cette couche.
 Symbole : c
 Unité : m^{-1}
 Relation : $c = - \frac{\Delta F}{F} \frac{1}{\Delta r} = - \frac{\Delta c}{\Delta r}$
 Pour un milieu homogène : $c.r = - \text{Log}(1-C)$
- "Optical Length" - (pas d'expression française officiellement reconnue)
 Produit de la longueur géométrique r d'un trajet par le coefficient d'atténuation c du milieu correspondant.
 Symbole : τ
 Relation : $\tau = c.r = - \text{Log} F/F_0$
 Note : τ est un nombre sans dimensions qui pourrait être appelé "facteur de trajet optique" ou "facteur optique" ; les expressions "profondeur" ou "longueur optique" ont été utilisées mais elles peuvent entraîner un malentendu : de telles appellations sous-entendent qu'il s'agit d'une grandeur homogène à une longueur.
- Taux de polarisation - (Degree of polarisation)
 Etant donné un faisceau de lumière partiellement polarisée transportant un flux énergétique total F_t , celui-ci peut être considéré comme

la somme d'un flux F_n de lumière naturelle et d'un flux F_p de lumière totalement polarisée ; le taux de polarisation de la lumière considéré est le rapport :

$$p = \frac{F_p}{F_t} = \frac{F_p}{F_p + F_n}$$

- Facteur de dépolarisation - (polarisation defect)

Le facteur de dépolarisation est égal au rapport des flux minimum et maximum transmis par un analyseur parfait disposé sur le trajet du faisceau.

$$\delta = \frac{\frac{F_n}{2}}{\frac{F_n}{2} + F_p} = \frac{1 - p}{1 + p}$$

TERMINOLOGIE RELATIVE AUX INSTRUMENTS

- Irradiance-mètre - (Irradiance-meter)

(Appellation anglaise sans traduction française reconnue)

Appareil (photomètre) destiné à la mesure de l'éclairement (énergétique) en un point d'une surface; (essentiellement il s'agit des éclairements ascendant, descendant, et de l'éclairement d'un plan vertical).

Note 1. - Cette mesure se fait en général par l'intermédiaire d'un collecteur diffusant plan qui doit être "parfait" (cosine collector) : ceci signifie que pour un flux donné, transporté par un faisceau parallèle incident, le flux diffusé par un tel collecteur vers le récepteur est proportionnel au cosinus de l'angle d'incidence.

Note 2. - Le terme "luxmètre" ne peut traduire l'appellation anglaise "irradiance-meter", le lux étant une grandeur photométrique lumineuse et non une grandeur énergétique.

- Irradiance-mètre sphérique - (Spherical irradiance-meter)

Appareil (photomètre) destiné à la mesure de l'éclairement sphérique moyen.

Note : Si la mesure s'effectue par l'intermédiaire d'un collecteur sphérique, celui-ci doit être "parfait", c'est-à-dire tel que chacune de ses parties élémentaires se comporte comme un collecteur plan parfait.

- Luminance-mètre - (Radiance-meter)

Appareil (photomètre) destiné à la mesure des luminances. Il reçoit l'énergie E en provenance des directions de l'espace contenues dans un cône d'angle solide Ω (limité, par exemple, par un tube cylindrique -Gershun-tube - disposé normalement à la surface du collecteur) ; la luminance est alors, par définition :

$$L = E/\Omega$$

- Atténuation-mètre - (Beam-attenuance-meter or beam-transmittance-meter)

(appelé souvent par certains auteurs anglo-saxons α -meter)

Appareil destiné à la mesure du facteur d'atténuation C (ou du facteur de transmission T , $T = 1 - C$) pour un parcours optique de longueur donnée ; le coefficient d'atténuation est déduit du facteur correspondant, compte-tenu de la dite longueur.

- Diffusionomètres (ou diffusomètres) - (Scatterance-meter, scattering-meter)

Appareils destinés à la mesure des facteurs (et coefficients) de diffusion.

- un diffusionomètre à "angle fixe" (fixed angle - scatterance-meter) mesure le coefficient angulaire de diffusion $\beta(\theta)$ pour une direction donnée θ (par exemple "diffusionomètre à 90°),
- un gonio-diffusionomètre (free angle scatterance-meter) permet la mesure des coefficients angulaires de diffusion pour diverses directions θ , donc la détermination de l'indicatrice de diffusion (ou au moins, d'une partie de celle-ci),
- un diffusionomètre intégrateur intègre l'énergie diffusée dans toutes les directions de l'espace et mesure le coefficient total de diffusion b .

---o0o---

Note 1. - Il est d'usage lorsqu'un appareil permet de déterminer la densité spectrale d'une grandeur photométrique d'accoler le préfixe "spectro" au terme qui le désigne, par exemple : spectro-irradiance-mètre, spectro-atténuation-mètre...

Note 2. - Les termes "transparence" (transparency) et "turbidité" (turbidity) sont considérés comme des termes descriptifs et généraux ; ils n'ont pas reçu de définition précise ; il en est de même des termes dérivés tels que transparence-mètre et turbidimètre.

551.46 (083.3)
551.463.5