

Chapitre 3

Les rayonnements ultraviolets

1. Introduction

Les rayons ultraviolets (UV) sont un type de rayonnement optique dont la longueur d'onde est plus courte que celle de la lumière visible et dont les photons (particules de rayonnement) ont une plus grande énergie. Ils sont présents dans la lumière solaire et dans la plupart des sources de lumière; ils sont également émis par de nombreuses sources utilisées dans l'industrie, les sciences et la médecine. Les travailleurs de maintes professions peuvent y être exposés. Dans certains cas, lorsque la lumière ambiante est faible, des sources très intenses en ultraviolet proche (lumière noire) sont visibles, mais les UV sont d'ordinaire invisibles: on ne peut les détecter que parce qu'ils rendent certaines substances fluorescentes.

2. Classification des UV selon leurs effets biologiques

Les *ultraviolets* (UV) sont formés des rayonnements électromagnétiques de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nm, c'est-à-dire d'énergie comprise entre 3,1 et 12,4 eV. La proposition de la Commission internationale de l'éclairage (CIE) distingue les UV selon leurs effets biologiques comme montré dans le tableau 1 : les UV A, les UV B et les UVC.

Tableau 1.

Nature du REM	Énergie (en eV)	λ (vide, air)	Propriétés
UVA	de 3,1 à 3,94	de 315 à 400 nm	agents de bronzage, vieillissement
UVB	de 3,94 à 4,43	de 280 à 315 nm	érythèmes, cancers cutanés
UVC	de 4,43 à 12,4	de 100 à 280 nm	bactéricides

Les UVA, ou lumière noire, de longueur d'onde comprise entre 315 et 400 nm sont ceux qui nous bronzent en cabine de bronzage ou sur les plages. Le verre et le quartz leur sont transparents. On utilise les UVA en photothérapie car ils pénètrent profondément l'épiderme et détruisent le collagène et l'élastine. Mais, pour les mêmes raisons, ils accélèrent le vieillissement et l'élastose solaire se manifeste alors sous la forme d'un épiderme ridé, aminci et semé de taches de vieillesse (pigmentations éparses et brunâtres).

Les UVB sont plus énergétiques (280 à 315 nm) et potentiellement plus dangereux (ionisants), n'étant que partiellement arrêtés par la couche d'ozone (mais totalement arrêtés par le verre). Ils sont responsables des érythèmes cutanés (coups de soleil).

Enfin, les UV C (100 à 280 nm) sont très énergétiques mais fort heureusement très vite et totalement arrêtés par l'atmosphère, où leur réaction avec les atomes d'oxygène engendre l'ozone. Ils sont utilisés à partir de lampes germicides UV pour purifier l'air et l'eau.

Les UV ne sont qu'en partie filtrés par les nuages, mais abondamment réfléchis par la neige et le sable.

3. Production des UV

Vu leur gamme d'énergie de définition, les UV peuvent être produits de plusieurs façons : en continu, sous forme discrète et sous forme à la fois discrète et continue.

En continu, ils sont produits par le rayonnement thermique de corps suffisamment chauds (photosphères d'étoiles comme le Soleil). La relation de Wien permet de constater que $\lambda_{\max} \leq 400 \text{ nm}$ au-dessus de 7300 K. La figure 1 montre la variation de λ_{\max} en fonction de la température T du corps noir où λ_{\max} diminue avec l'augmentation de T.

Loi de Wien En étudiant le rayonnement de corps de nombreux objets à différentes températures, Wilhelm Wien a remarqué que la longueur d'onde correspondante au maximum de rayonnement était inversement proportionnelle à la température du corps noir. D'où la célèbre loi de Wien:

$$\lambda_{\max} = \sigma_w / T \tag{1}$$

Où σ_w , est une constante égale à $2,898.10^{-3} \text{ m.K}$
 T est la température maximale du corps noir.

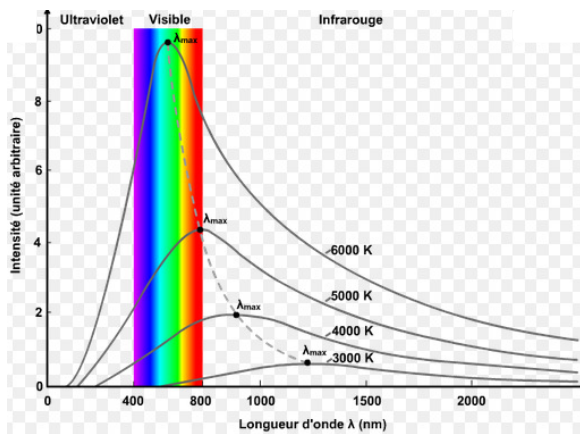


Figure 1.

Sous forme discrète, les UV sont produits par le rayonnement de désexcitation à basse pression de certains atomes. Ce rayonnement est dû aux réarrangements des électrons au sein des différentes orbitales atomiques d'atomes regroupés sous forme de gaz. Les lampes à vapeur de mercure basse pression fonctionnent sur ce principe. Elles émettent des UV, en particulier la raie de résonance à 254 nm, utilisée comme germicide. **L'avantage des basses pressions est en outre de ne produire aucune chaleur (pas d'IR, seulement des UV et du visible).**

Les ampoules contenant ces gaz peuvent être **recouvertes intérieurement de substances fluorescentes** pour améliorer leur émission dans le domaine. Dans les tubes fluorescents, **l'addition de phosphore déplace l'émission vers le visible.**

La Figure 2 montre des exemples de spectre de lampes productrices d'UV et de visible. Dans la figure 2.a., il s'agit du spectre d'une lampe à arc (xénon) et dans la figure 2.b, c'est les spectres des tubes fluorescents producteurs d'UV et du visible qui sont concernés.

1. Effets biologiques

1.1. Effets sur la peau

1.1.1. L'érythème

L'érythème, ou coup de soleil, se caractérise par une rougeur de la peau qui se manifeste dans les quatre à huit heures suivant l'exposition aux ultraviolets, puis disparaît progressivement après quelques jours. Un grave érythème peut entraîner la formation d'ampoules et une desquamation. Les UV-B et les UV-C sont environ mille fois plus puissants que les UV-A. Mais l'érythème provoqué par les UV-B à grande longueur d'onde (295 à 315 nm) est le plus

grave et le plus persistant, par suite d'une pénétration plus profonde dans l'épiderme. Il semble que la peau soit la plus sensible aux alentours de 295 nm.

A une longueur d'onde de 295 nm, la dose d'érythème (dose de rayonnement nécessaire pour produire rougeur et pigmentation appelée HED) va de 6 à 30 mJ/cm² pour une peau non bronzée légèrement pigmentée.

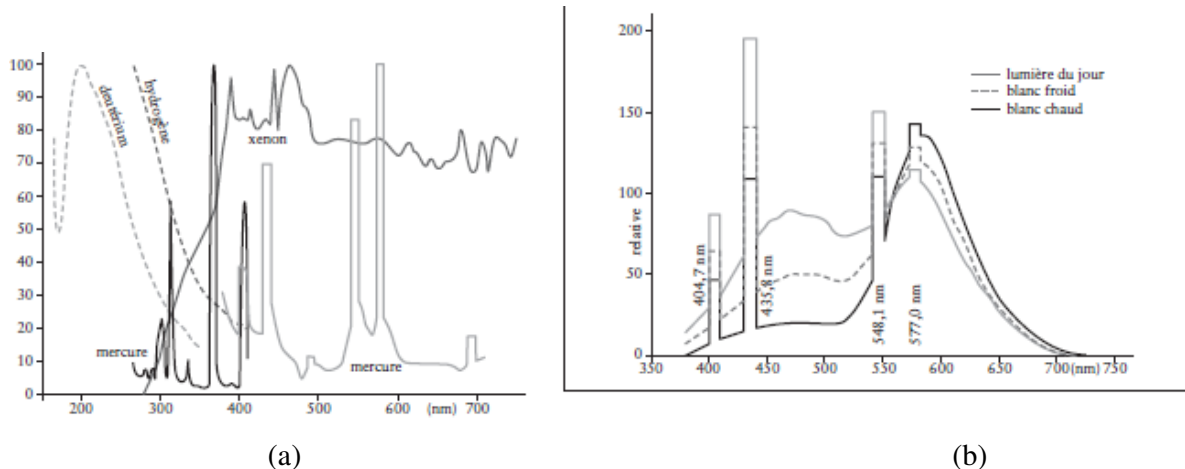


Figure 2.

A 254 nm, la HED varie considérablement avec le temps écoulé après l'exposition et le niveau d'exposition antérieur de la peau, mais elle est en général de l'ordre de 20 mJ/cm² et peut atteindre 0,1 J/cm². La pigmentation et le bronzage de la peau, et surtout l'épaississement de la couche cornée, peuvent augmenter la HED d'un ordre de grandeur.

1.1.2. La photosensibilisation

Les spécialistes de la santé au travail constatent souvent chez les travailleurs photo sensibilisés les effets nocifs de l'exposition professionnelle aux UV. La photosensibilisation aux UV découle de l'utilisation de certains médicaments ou de l'application topique de certains produits (parfums, lotions hydratantes, etc.). Les réactions aux agents photo sensibilisants résultent tant de la photo-allergie (réaction allergique de la peau) que de la photo toxicité (irritation de la peau) après l'exposition aux UV d'origine solaire ou industrielle (les réactions de photosensibilisation sont également courantes en cas d'utilisation de matériel de bronzage).

La photosensibilisation de la peau peut être due à des crèmes ou à des pommades, à des médicaments pris par voie buccale ou par injection ou encore à l'utilisation d'inhalateurs sur prescription médicale comme résumé dans la figure 3. Le médecin qui prescrit un médicament pouvant avoir des effets photo sensibilisants devrait toujours avertir le patient pour que celui-ci prenne les précautions nécessaires.

Toutefois, il arrive souvent que le médecin conseille seulement d'éviter le soleil, sans mentionner les sources de rayonnement UV (parce que le public est rarement exposé à ces sources).



Figure 3 Exemples d'agents photo sensibilisants

4.2. Effets sur l'œil

4.2.1. La photokératite et la photoconjonctivite

La photokératite et la photoconjonctivite sont des réactions inflammatoires aiguës dues aux UV-B et aux UV-C, qui se manifestent quelques heures après une exposition excessive et disparaissent normalement un ou deux jours plus tard.

4.2.2. Les lésions rétiniennes dues à une lumière vive

Même s'il est peu probable qu'une source lumineuse puisse causer des brûlures à la rétine, l'exposition à des sources riches en lumière bleue peut provoquer des dommages photochimiques, susceptibles de causer des réductions temporaires ou permanentes de l'acuité visuelle. Toutefois, la réaction normale d'aversion à la lumière vive devrait prévenir cet effet, sauf si une personne fait un effort délibéré pour fixer la source. La contribution des UV aux lésions rétiniennes est généralement très faible, parce que l'absorption des ultraviolets par le cristallin limite l'exposition de la rétine.

4.2.3. Les effets chroniques

L'exposition professionnelle aux UV pendant des dizaines d'années peut contribuer à la formation de cataractes et à l'apparition d'autres effets dégénératifs non reliés à l'œil, comme le vieillissement de l'épiderme. L'exposition chronique au rayonnement infrarouge peut également accroître le risque de cataracte, mais avec une faible probabilité, compte tenu de la possibilité de se protéger les yeux.

Les ultraviolets UV-B et UV-C sont fortement absorbés par la cornée et la conjonctive. La surexposition de ces tissus cause la kératoconjonctivite, couramment appelée «conjonctivite du soudeur» ou «ophtalmie des neiges».