



**Ministère du travail, de l'emploi et de l'insertion
Ministère des solidarités et de la santé**

**CONCOURS EXTERNE ET INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES
INSPECTEURS DU TRAVAIL**

Année 2022

Mercredi 15 juin 2022

09h00 à 13h00 (horaires de métropole)

SCIENCE DE LA MATIERE OU DE LA VIE

EPREUVE 3 :

Au choix du candidat, effectué au moment de son inscription, une composition portant sur un ou plusieurs sujets de sciences de la matière ou de la vie. Un dossier comportant 10 pages maximum est mis à disposition des candidats. La composition fait appel à des connaissances personnelles. Elle permet d'évaluer les connaissances, les qualités d'analyse et les qualités rédactionnelles (durée : quatre heures ; coefficient 3).

Les candidats devront traiter **au choix** l'un des deux sujets suivants :

1) Sujet de sciences de la matière.....pages 1 à 6

OU

2) Sujet de sciences de la vie.....pages 7 à 21

Ce dossier contient 22 pages, y compris la présente.

Attention : il est impératif de préciser en haut de votre copie, en toutes lettres, le sujet que vous avez choisi

Sujet de sciences de la matière

Remarques préliminaires :

- La calculatrice est INTERDITE.
- Les candidats traitent la partie Chimie ET la partie Physique.
- Ce sujet ne comporte pas de dossier documentaire.

CHIMIE

Exercice de chimie n°1 : Ions et molécules

1) Nommer les ions et/ou les molécules suivantes :

- a) H_3O^+
- b) HO^-
- c) CH_2Cl_2
- d) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- e) MnO_4^-

2) Pondérer si nécessaire et donner le résultat des équations chimiques suivantes

- a) ... Na^+ + .. SO_4^{2-} donnent
- b) ... Fe^{2+} + ... HO^- donnent
- c) ... Ag^+ + ... PO_4^{3-} donnent

Exercice de chimie n°2 : Titration du dioxyde de soufre présent dans un échantillon d'air

Le dioxyde de soufre SO_2 est un gaz qui a des propriétés réductrices et qui est présent dans l'air pollué. Quand on fait barboter un grand volume d'air dans un litre d'eau, le dioxyde de soufre va se dissoudre dans l'eau. Il est possible, par la suite, de le titrer en solution à l'aide d'une solution de permanganate de potassium lors d'une réaction d'oxydoréduction. La concentration massique du dioxyde de soufre dans l'air pollué est ainsi déduite de ce titrage.

Protocole expérimental :

Une solution S est préparée en faisant barboter $1,00 \times 10^4 \text{ m}^3$ d'air pollué dans $V = 1,00 \text{ L}$ d'eau.

Un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution est placé dans un bécher de 100 mL . La solution violette de permanganate de potassium de concentration $C_2 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ est ensuite versée goutte à goutte jusqu'à persistance de la coloration.

Données : $M(\text{S}) = 32,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

- 1) Quelle verrerie choisiriez-vous pour prélever avec précision 10,0 mL de solution S ?
- 2) Sachant que les couples oxydant / réducteur mis en jeu sont : $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) / \text{SO}_2(\text{aq})$ et $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$, en déduire que l'équation de la réaction entre les ions permanganate et le dioxyde de soufre est la suivante :

$$2 \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 5 \text{SO}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 5 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{Mn}^{2+}(\text{aq}).$$
- 3) Définir l'équivalence d'un titrage.
- 4) Donner la relation entre la quantité de matière n_1 de dioxyde de soufre initialement présente dans la solution S et la quantité de matière $n_{2\text{eq}}$ d'ions permanganate introduite pour atteindre l'équivalence. **Justifier la réponse.** (On pourra éventuellement s'aider d'un tableau d'avancement)
- 5) Sachant que le volume équivalent du titrage est $V_{2\text{eq}} = 8,0 \text{ mL}$, en déduire la concentration molaire C_1 en dioxyde de soufre dissous de la solution S et la calculer.

Exercice de chimie n°3 : Précipitation et redissolution

En solution, les ions argent Ag^+ donnent avec les ions sulfite SO_3^{2-} un précipité blanc de sulfite d'argent de produit de solubilité $pK_s = 13,8$. En présence d'un excès d'ions sulfite, ce précipité se redissout par formation de l'ion $\text{Ag}(\text{SO}_3)_2^{3-}(\text{aq})$.

- 1) Écrire l'équation de dissolution du précipité de sulfite d'argent et exprimer la constante d'équilibre associée, notée K.
- 2) En présence d'un excès d'ions sulfite, écrire l'équation de réaction associée à la redissolution du précipité de sulfite d'argent et exprimer la constante d'équilibre associée, notée K'.

Exercice de chimie n°4 : Réaction de saponification

On considère la réaction de saponification de l'acétate d'éthyle (ou éthanoate d'éthyle) par l'hydroxyde de sodium. Les concentrations initiales des deux réactifs sont égales à $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 1) Écrire l'équation-bilan de cette saponification.
- 2) Exprimer la vitesse volumique, notée v , de cette réaction, par rapport à la concentration de chaque constituant du milieu réactionnel.
- 3) Exprimer la vitesse de disparition de l'ester en fonction des concentrations des réactifs en sachant que la réaction a un ordre et qu'elle n'a lieu que dans un sens. On notera k la constante de vitesse, a et b les ordres partiels respectivement par rapport à l'ester et à l'ion hydroxyde et C la concentration de l'ester.
- 4) Proposer une méthode expérimentale pour suivre la vitesse de cette réaction.

Exercice de chimie n°5 : Elément chimique

Soit l'élément suivant de la classification périodique : $\begin{matrix} 39 \\ 19 \end{matrix} \mathbf{K}$

- 1) Quel est le nom de cet élément ?
- 2) A quelle famille appartient cet élément ?
- 3) Donner la structure électronique de cet élément.
- 4) Quel est le nombre de protons, de neutrons, d'électrons constituant cet élément ?
- 5) Quelle est la charge de l'ion de cet élément ?

PHYSIQUE

Exercice de physique n°1 : Optique

Les deux questions sont indépendantes.

1) Enoncer les 2 lois de la réflexion de Snell-Descartes et les 2 lois et de la réfraction de Snell-Descartes.

2) Une jeune femme constate, depuis quelques mois, qu'elle rencontre des difficultés pour voir correctement de près. Elle décide d'aller consulter un médecin ophtalmologiste afin de réaliser un bilan ophtalmologique.

2) a) Lors de sa visite chez le médecin ophtalmologiste, elle apprend qu'elle est hypermétrope. Que cela signifie-t-il ?

2) b) Un objet \overline{AB} de hauteur égale à 1,0 cm est situé à une distance de 25 cm de l'œil. Dans cette situation, on modélise le cristallin de l'œil hypermétrope par une lentille mince convergente (L_1) de centre optique O et de distance focale $f'_1 = 2,0$ cm.

Réaliser un schéma de l'image $\overline{A'B'}$ de l'objet \overline{AB} à travers la lentille (L_1) en respectant les échelles suivantes :

- échelle horizontale : 1 cm sur la figure représente 2 cm en réalité (échelle 1/2)

- échelle verticale : 1 cm sur la figure représente 0,25 cm en réalité (échelle 4)

2) c) Estimer, à l'aide de la construction géométrique, la taille de l'image $\overline{A'B'}$. Commenter le résultat obtenu.

2) d) En utilisant le relation de conjugaison de Descartes, calculer la position de l'image sur l'axe optique. Arrondir le résultat au dixième.

2) e) Le résultat obtenu est-il en accord avec votre construction géométrique ?

2) f) Quelle est la formule du grandissement γ ?

Exercice de physique n°2 : Thermodynamique

Une mole de gaz parfait subit le cycle moteur de transformations quasi-statiques ABCD, où $A \rightarrow B$ et $C \rightarrow D$ sont deux isothermes à T_2 et T_1 respectivement, et $B \rightarrow C$ et $D \rightarrow A$, deux adiabatiques.

On supposera connues T_1, T_2 , avec $T_1 > T_2$.

- 1) Donner une définition du gaz parfait (macroscopique ou microscopique).
- 2) Rappeler l'équation d'état des gaz parfaits en introduisant la constante des gaz parfaits : $R = 8,3142 \text{ J.mole}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Indiquer les significations des différentes grandeurs avec leurs unités.
- 3) Rappeler le nom du cycle étudié dans cet exercice.
- 4) Montrer que la variation d'entropie ΔS_{AB} mise en jeu pour la transformation $A \rightarrow B$ a pour expression : $\Delta S_{AB} = nR \ln \frac{V_B}{V_A}$. En déduire la variation d'entropie ΔS_{CD} mise en jeu pour la transformation $C \rightarrow D$.
- 5) Calculer les variations d'entropie ΔS_{BC} et ΔS_{DA} mises en jeu pour les transformations $B \rightarrow C$ et $D \rightarrow A$. Justifier votre réponse.
- 6) Calculer, en fonction des volumes et des températures, la quantité totale de chaleur Q_{cycle} échangée au cours du cycle.

Exercice de physique n°3 : Champ électrostatique créé par une boule métallique

Dans cet exercice, on considère une boule en métal de rayon R ayant une charge globale Q .

- 1) A l'équilibre, comment se répartissent les charges dans le conducteur ?
- 2) En déduire l'expression de la densité surfacique de charge σ (en Coulomb/m²).
Que vaut le champ électrostatique dans le conducteur à l'équilibre ?
- 3) En appliquant le théorème de Coulomb, vérifier qu'à la surface du conducteur :

$$E = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \cdot \frac{Q}{R^2}$$

- 4) En utilisant le théorème de Gauss, montrer que l'intensité du champ électrostatique créé à la distance r ($r \geq R$) du centre du conducteur est : $E = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)} \cdot \frac{Q}{r^2}$

Exercice de physique n°4 : L'oscillateur

Un oscillateur harmonique à une dimension est un modèle d'oscillateur qui intervient dans de nombreux domaines de la physique : mécanique et électricité notamment.

Son évolution temporelle est régie par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2Y}{dt^2} + A.Y = 0$$

Y est une grandeur physique qui varie au cours du temps, comme par exemple, la position x d'un mobile ou la charge électrique q d'un condensateur.

A est une constante positive reliée à la période propre T_0 de l'oscillateur par : $A = \frac{4\pi^2}{T_0^2}$.

T_0 est indépendante de l'amplitude de la grandeur Y.

1) Le pendule simple

Un pendule simple a une longueur l égale à 100 cm. La période mesurée T est donnée dans le tableau ci-dessous :

Amplitude (°)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00
T (s)		2,01	2,01	2,01	2,02	2,03	2,04	2,05

Donnée : Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.

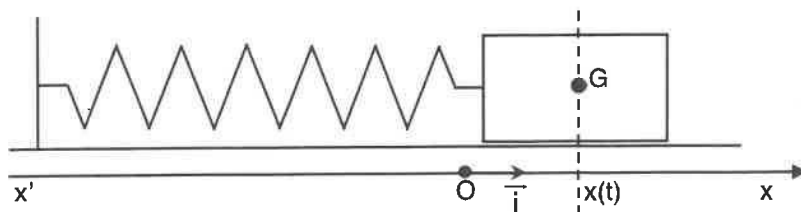
1) a) Donner la formule de la période propre, notée T_0 du pendule simple. Dans cet exercice, elle est égale à environ 2,01s.

1) b) Pourquoi peut-on, d'après le tableau ci-dessus, parler d'isochronisme des petites oscillations ?
Justifier la réponse.

2) Le pendule élastique

Un solide S est relié à un ressort dont l'autre extrémité est fixe. Le solide de masse m égale à 205 g et de centre d'inertie G peut glisser sur un rail à coussin d'air horizontal. Le ressort, à spires non jointives, a une masse négligeable et une constante de raideur k égale à $10,0 \text{ N.m}^{-1}$. Au repos, G est en O.

Le document ci-dessous schématise le dispositif expérimental.



2) a) Recopier le document ci-dessus sur votre copie et faire le bilan des forces s'exerçant sur S. Les représenter sans souci d'échelle.

2) b) Montrer que, dans ces conditions, l'équation différentielle du mouvement s'écrit :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

2) c) Le pendule est assimilable à un oscillateur harmonique puisque l'équation ci-dessus est analogue à l'équation générale donnée en début d'exercice.

Déterminer l'expression de la période propre T_0 en fonction de k et de m.

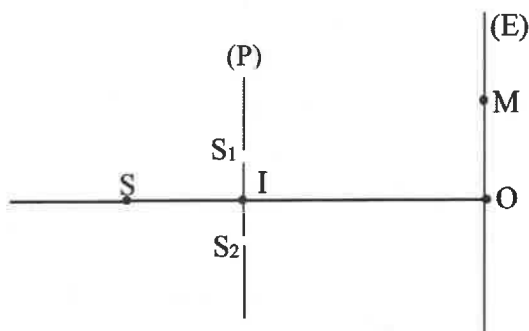
Exercice de physique n°5 : Fentes d'Young

On considère le dispositif des fentes d'Young constitué de deux fentes très fines S_1 et S_2 horizontales et séparées par une distance $a = 1 \text{ mm}$, d'un écran (E) parallèle au plan (P) contenant S_1 et S_2 et d'une source de lumière monochromatique S.

L'écran (E) est à une distance $D = 2 \text{ m}$ du milieu I de $[S_1S_2]$.

La source lumineuse S est sur la médiatrice de $[S_1S_2]$. Cette médiatrice coupe l'écran (E) en un point O.

La longueur d'onde dans l'air de la lumière monochromatique est $\lambda = 650 \text{ nm}$.



1) Une figure se forme sur (E). Indiquer le nom du phénomène correspondant.

2) Citer, en les expliquant, les conditions remplies par S_1 et S_2 pour l'obtention de cette figure.

3) On considère un point M de la figure obtenue sur l'écran (E) tel que $OM = x$.

Soient $d_1 = S_1M$ et $d_2 = S_2M$. Ecrire la relation donnant la différence de marche $\delta = d_2 - d_1$ en fonction de a , D et x .

4) Donner la définition de l'interfrange i .

5) Donner l'expression de i en fonction de λ , D et a puis calculer sa valeur.

SUJET SCIENCES DE LA VIE

LES RAYONNEMENTS

Le sujet comprend 4 pages avec 25 questions dont **l'annexe** à rendre avec la copie.

Il porte sur un dossier documentaire de 12 pages comprenant 20 documents puis un corpus de 13 sources.

- **PARTIE 1 : LES RAYONNEMENTS ET LES SITUATIONS EXPOSANTES**

- **PARTIE 2 : LES EFFETS SUR LA SANTE**

- **PARTIE 3 : L'EVALUATION ET LA PREVENTION DES RISQUES**

➤ **PARTIE 1 : Les rayonnements et les situations exposantes (documents 1 à 5)**

Q1 - Rappeler l'étendue du spectre du visible et indiquer les rayonnements situés en deçà et au-delà de ce domaine en complétant les légendes A, B, C du schéma du document repris en annexe.

Q2 - Indiquer l'ordre de grandeur des longueurs d'ondes concernées par les UV.

Q3 - Nommer les 3 types de rayonnements UV.

Q4 - Identifier les rayonnements dits ionisants. Justifier le terme ionisant.

Q5 - Citer 5 professions particulièrement concernées par l'exposition au rayonnement UV naturel puis 5 pour le rayonnement artificiel en veillant à prendre des exemples dans des secteurs différents.

Q6 - Indiquer la signification des 4 termes soulignés dans le document 5 : germicide, derme, cancérigène, épiderme.

➤ **PARTIE 2 : Les effets sur la santé (documents 6 à 20)**

1/ Effets des rayonnements sur l'ADN (documents 6 à 11)

Q7 - Identifier les cibles des rayonnements ionisants dans les cellules humaines en argumentant votre réponse.

Q8 - Rappeler la signification du sigle ADN et la nature biochimique de cette biomolécule.

Q9 - Indiquer la composition d'un nucléotide.

Q10 - Indiquer le nombre et le type de liaisons impliquées entre les bases azotées A et T, puis entre C et G. Indiquer ensuite le type de liaisons impliquées entre T et T.

Q11 - Les systèmes de réparation de l'ADN, notamment ERCC3, interviennent normalement pour corriger les erreurs provoquées par les UV. Préciser en quoi le dysfonctionnement du complexe enzymatique ADN polymérase est alors gênant lors de la réparation de l'ADN.

2/ Risque cutané (documents 12 à 15)

Q12 – Identifier le type de tissu concerné par les dommages dus aux rayonnements en argumentant votre réponse.

Q13 - Décrire l'évolution des 2 coupes de peau après exposition présentées document 13 puis conclure.

Q14 - Donner la signification du terme « mélanocyte » et préciser son rôle.

Q15 - Indiquer les rayonnements les plus dangereux puis les moins dangereux pour la peau en justifiant.

Q16 - Nommer les groupes chimiques numérotés 1 et 2 de la molécule présentée document 15.

Q17 - Indiquer la nature biochimique (ou type de biomolécule) du cholestérol dont sont dérivés le cortisol et la cortisone.

Q18 -Préciser la localisation du cholestérol dans la cellule.

3/ Risque cancéreux (documents 16 à 18)

Q19 - Nommer les 2 grandes phases d'alternance d'un cycle cellulaire.

Q20 - Préciser le rôle des 4 étapes G1, S, G2, M du cycle cellulaire.

Q21 - Nommer les sous étapes de la phase M.

Q22 - Identifier les représentations A à E de l'ADN présentées dans le document 18.

4/ Risque oculaire (documents 19 à 20)

Q23 - Légender le schéma proposé en annexe.

Q24 - Indiquer les rayonnements les + dangereux, les moins dangereux.

➤ **PARTIE 3 : L'évaluation et la prévention des risques (corpus documentaire)**

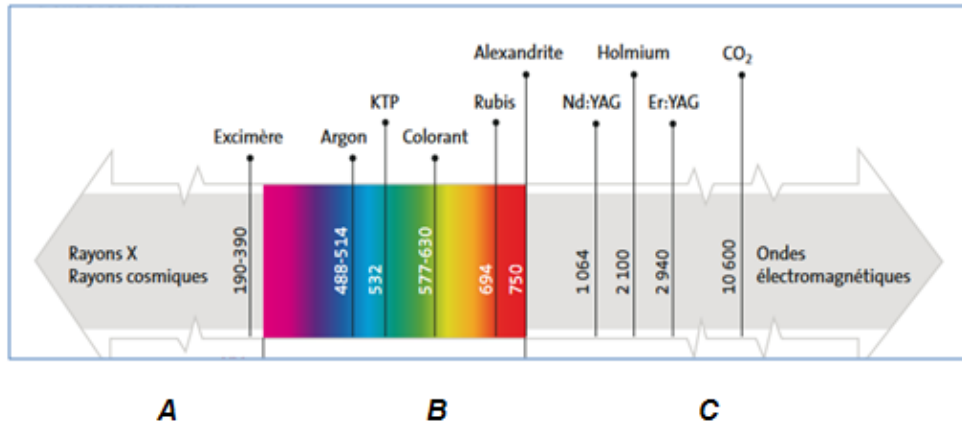
Q25 - Question de synthèse

En vous aidant du corpus documentaire des 13 sources fournies, et à l'aide d'exemples judicieusement choisis, présenter les moyens de prévention et de protection lors de l'exposition à des rayonnements ionisants dans le monde professionnel.

Vous insisterez particulièrement sur les mesures dites collectives et sur les mesures individuelles.

Vous utiliserez notamment un format synthétique adapté comme une carte mentale, un tableau...

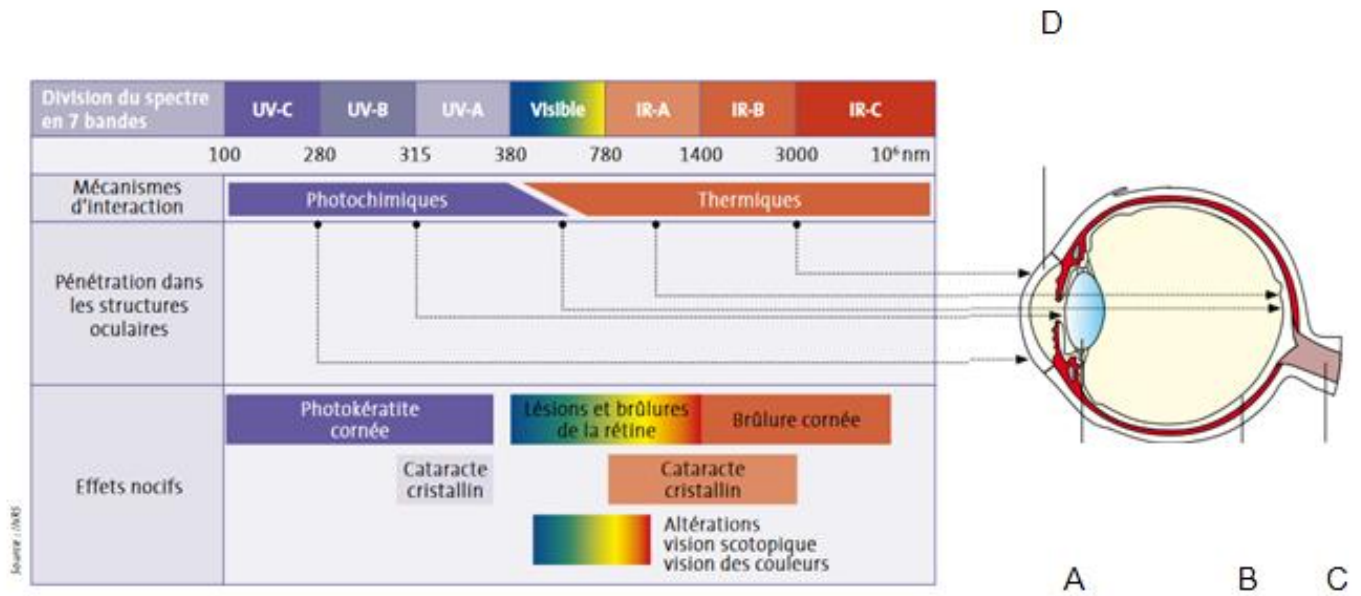
➤ Question 1



Document 1 : Domaine spectral couvert par les principaux lasers

- A
- B
- C

➤ Question 23



Document 20 : Pénétration des radiations dans l'œil

- A
- B
- C
- D

SUJET SCIENCES DE LA VIE

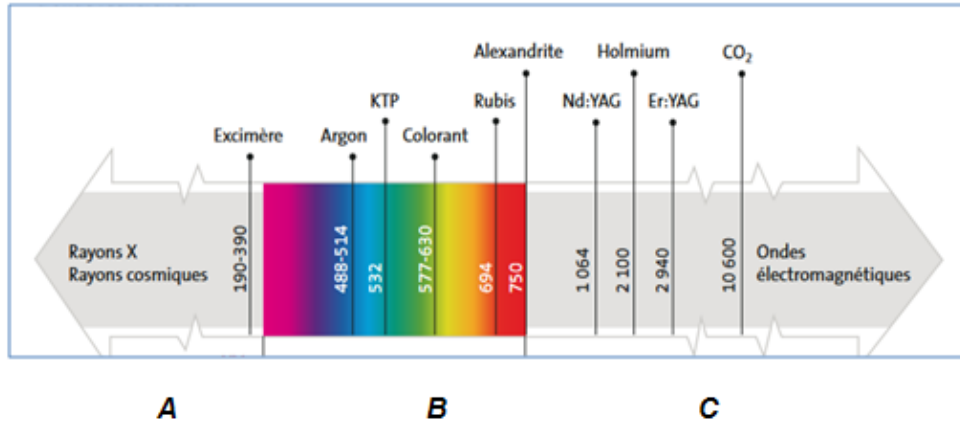
LES RAYONNEMENTS

DOSSIER DOCUMENTAIRE

(11 pages)

- **PARTIE 1 : LES RAYONNEMENTS ET LES SITUATIONS EXPOSANTES**
- **PARTIE 2 : LES EFFETS SUR LA SANTE**
- **PARTIE 3 : L'EVALUATION ET LA PREVENTION DES RISQUES**

➤ **PARTIE 1 : Les rayonnements et les situations exposantes (documents 1 à 5)**

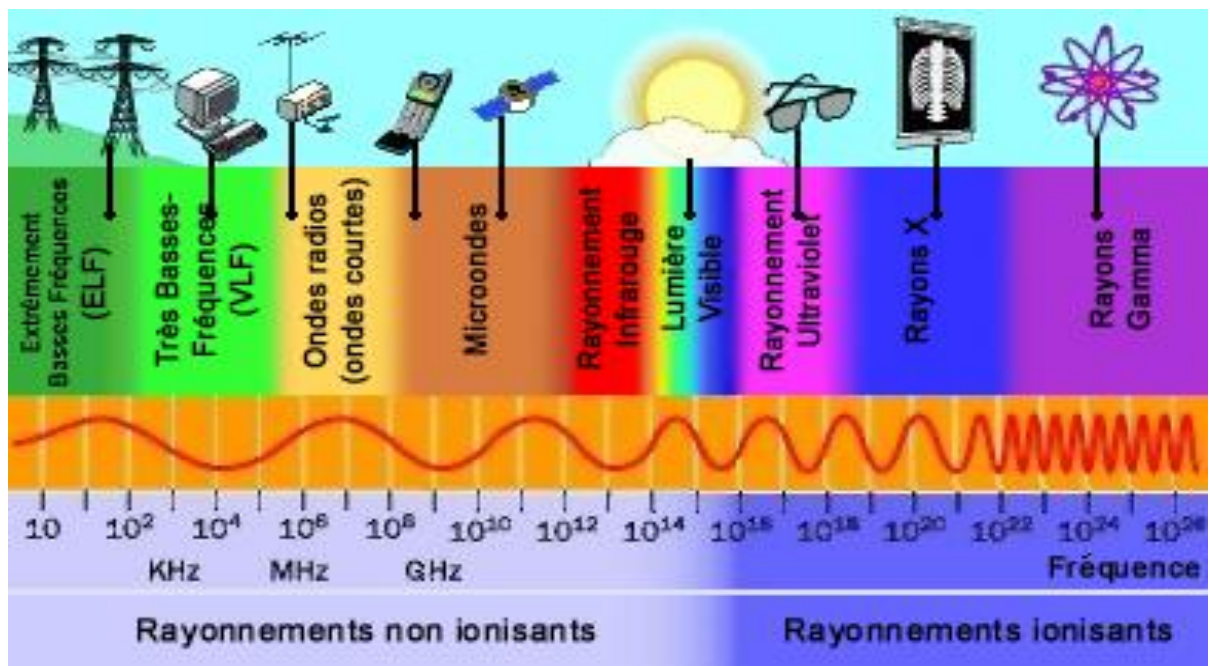


Document 1 : Domaine spectral couvert par les principaux lasers

La lumière, qu'elle soit naturelle (soleil) ou artificielle (bougie, phare de voiture...), est le résultat d'une émission spontanée : la source émet des photons d'énergie différente, sans direction privilégiée, et sans relation de phase. L'œil, qui est sensible à l'énergie lumineuse, perçoit un effet lumineux moyen.

Le principe du laser (acronyme de « light amplification by stimulated emission of radiation ») repose sur l'émission stimulée de photons : un photon incident dans la matière entraîne l'émission d'un photon identique (un clone) qui possède les mêmes propriétés en termes d'énergie, de direction, et de phase. L'émission stimulée donne à la lumière laser ses caractéristiques les plus marquantes : monochromatisme, directivité, cohérence.

Document 2 : Lumière et laser



Document 3 : Rayonnements ionisants

Le bilan de la surveillance des expositions professionnelles aux **rayonnements ionisants** est réalisé par l'**Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire** (IRSN). Elle concerne l'ensemble des secteurs d'activité soumis à un régime d'autorisation ou de déclaration, y compris ceux de la défense, dans les domaines des activités médicales et vétérinaires, de l'industrie nucléaire ou non nucléaire, de la recherche et de l'enseignement, ainsi que les secteurs concernés par une exposition à la radioactivité naturelle.

Document 4 : Surveillance des rayonnements ionisants

Caractéristiques du rayonnement ultraviolet

Les types de rayonnements ultraviolets se distinguent par leur longueur d'onde, leur capacité à pénétrer la peau plus ou moins profondément et leur intensité.

On distingue trois types de rayons ultraviolets qui divisent le domaine de l'ultraviolet en rayonnements UVC (100-280 nm), UVB (280-315 nm) et UVA (315-400 nm).

Les sources artificielles de rayons UV comprennent plusieurs types de lampes UV (outils de soudages à l'arc, lampes à vapeur de mercure...) et sont largement utilisés dans les procédés industriels pour notamment désinfecter, sécher les encres et résines, administrer une photothérapie...

Les lampes germicides sont les principales sources artificielles.

L'industrie utilise des rayons UV artificiels de différentes longueurs d'onde et intensités, à des niveaux souvent plus élevés que le rayonnement solaire et avec des longueurs d'ondes plus nocives (UVC), ce qui rend le rayonnement UV artificiel intrinsèquement beaucoup plus dangereux pour la santé.

Rayonnements solaires

L'exposition solaire d'un individu est liée aux rayonnements directs du soleil mais aussi aux rayonnements diffusés par le ciel (nuages) et aux rayonnements diffusés par le sol. Plus la longueur d'onde des ultraviolets est courte, plus leur énergie est importante mais moins ils sont pénétrants.

Les rayonnements UV-A, dont les longueurs d'onde sont les plus longues, sont les plus nombreux à atteindre la terre. Ce sont eux qui ont le plus grand pouvoir de pénétration dans la peau, une partie atteignant le derme. Ils ont une toxicité indirecte et peuvent avoir des effets cancérogènes. Ils traversent le verre d'une vitre ou d'une baie vitrée.

Les rayonnements UV-B, de longueurs d'onde moyennes, plus puissants que les UV-A, peuvent être la source de brûlures, d'érythèmes. Ils pénètrent plus profondément l'épiderme et le derme et ont une action directe sur l'ADN. Leur quantité varie selon les saisons, l'heure (quantité maximale de 11 heures à 14 heures en heure solaire) et l'altitude. Ils sont arrêtés par une vitre.

Les rayonnements solaires UV-C, dont les longueurs d'onde sont les plus courtes, sont donc les plus énergétiques. Ils sont pour l'essentiel arrêtés par la couche d'ozone.

Pour information : Outre le soleil, les principales autres sources d'émission d'ultraviolets dans le cadre professionnel sont le soudage à l'arc, les lampes germicides (émettant des UV-C) utilisées dans le cadre médical, dans le secteur pharmaceutique ou agroalimentaire, les tubes à lumière noire pour le contrôle de qualité, les appareils de photothérapie ou les lampes à bronzer... Leur utilisation implique des précautions.

Document 5 : Quelques données sur les UV

➤ **PARTIE 2 : Les effets sur la santé (documents 6 à 20)**

1/ Effets des rayonnements sur l'ADN (documents 6 à 11)

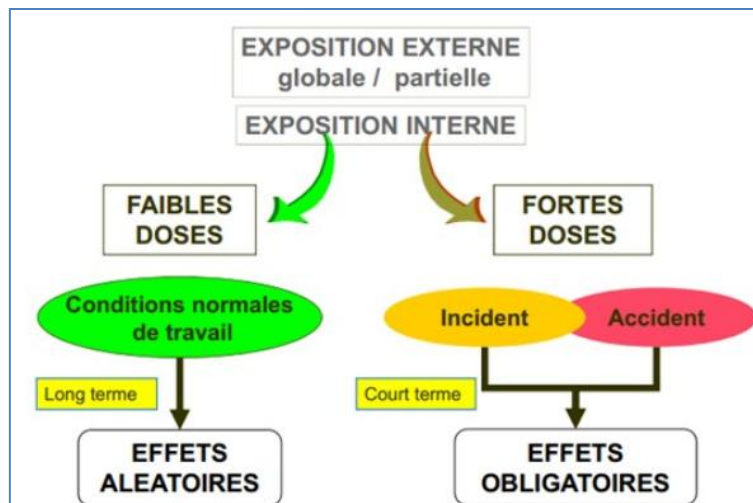
Les atteintes pathologiques engendrées par les rayonnements électromagnétiques dépendent de leurs longueurs d'onde : plus celle-ci est courte, plus le rayonnement est pathogène ; c'est pourquoi les rayons X de longueur d'ondes bien inférieure à celle des rayons ultraviolets sont beaucoup plus dangereux.

En effet, plus leur longueur d'onde est courte, plus les rayons pénètrent dans le corps et détériorent les structures cellulaires puis tissulaires. Les rayons X sont des rayons ionisants, ils arrachent des électrons aux atomes qu'ils ionisent et, dans une cellule, ils peuvent rompre les molécules d'ADN.

Pour le rayonnement UV, ce sont les rayons UV de courte longueur d'onde (UVC) qui présentent le plus grand risque, alors que les rayons UV de grande longueur d'onde (UVA) sont moins dangereux. Les ultraviolets ne sont pas absorbés de la même manière par le corps humain.

Les UVA parviennent jusqu'au derme et les UVB sont absorbés très rapidement par l'épiderme. Quant aux UVC, ce sont les plus agressifs : s'ils sont totalement absorbés par la couche d'ozone de l'atmosphère et ne présente pas de danger en ce qui concerne le rayonnement solaire, par contre, ils sont produits par des sources artificielles, notamment pour la désinfection car ils possèdent un effet très destructeur des micro-organismes aussi bien dans l'air que sur des surfaces solides.

Document 6 : Quelques effets des radiations ionisantes



Document 7 : Effets des rayonnements ionisants sur les tissus humains

Sources de photosensibilisation dans le cadre professionnel

Sous l'influence des UV (solaires ou autres), certaines substances peuvent provoquer des réactions de photosensibilisation. Il peut s'agir de réaction phototoxique (réaction inflammatoire proche du coup de soleil) ou photoallergique (par exemple de l'eczéma).

Ainsi, des sujets exposés dans le cadre du travail aux rayonnements solaires ou à d'autres ultraviolets peuvent développer une photosensibilisation après la prise d'un médicament.

Exemples d'agents susceptibles de provoquer des réactions toxiques au contact des UV

- Végétaux (céleri, persil, fenouil, aneth, carotte, coriandre, citron, figues...) : les maraîchers, jardiniers, épiciers, ramasseurs, fleuristes, fermiers travaillant en plein air ou près de fenêtres peuvent être concernés.
- Goudrons et dérivés : les couvreurs, les ouvriers des travaux publics en charge de l'asphaltage, du goudronnage ou du créosotage peuvent y être exposés.
- De nombreux médicaments (antibiotiques, psychotropes...) : outre les consommateurs de médicaments, le personnel de santé et les employés de l'industrie pharmaceutique peuvent être concernés.

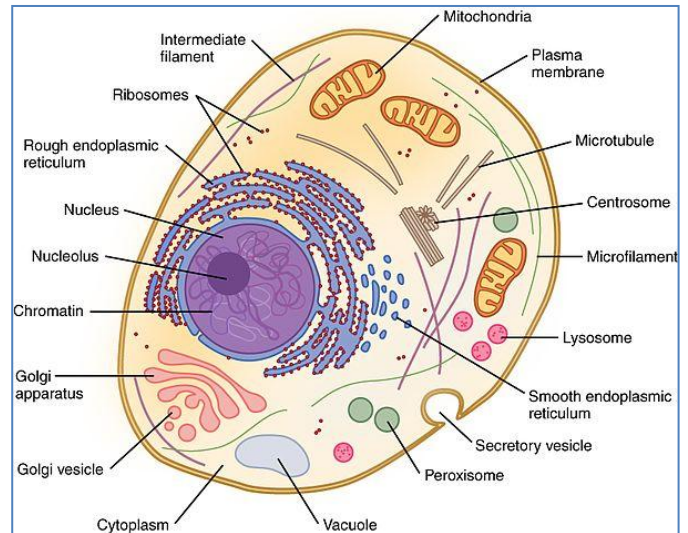
Quelques produits susceptibles de provoquer des réactions allergiques au contact des UV

- Écrans solaires
- Produits antibactériens (savons, produits et détergents vétérinaires...)
- Parfums
- Médicaments
- Pesticides et insecticides
- Métaux

Document 8 : Risques avec les UV

EFFETS DÉTERMINISTES ET DOSES SEUILS POUR UNE EXPOSITION UNIQUE BRÈVE	
Effets déterministes ou réactions tissulaires	Dose d'irradiation
Diminution temporaire des spermatozoïdes	0,15 Gy
Atteinte oculaire : opacités du cristallin	0,5 Gy
Diminution temporaire des leucocytes (globules blancs) Lésions cutanées	1 Gy
Stérilité féminine	2,5 Gy
Stérilité masculine définitive	3,5 Gy
Atteinte gastro-intestinale	5 Gy
Décès par atteinte du système nerveux	15 Gy

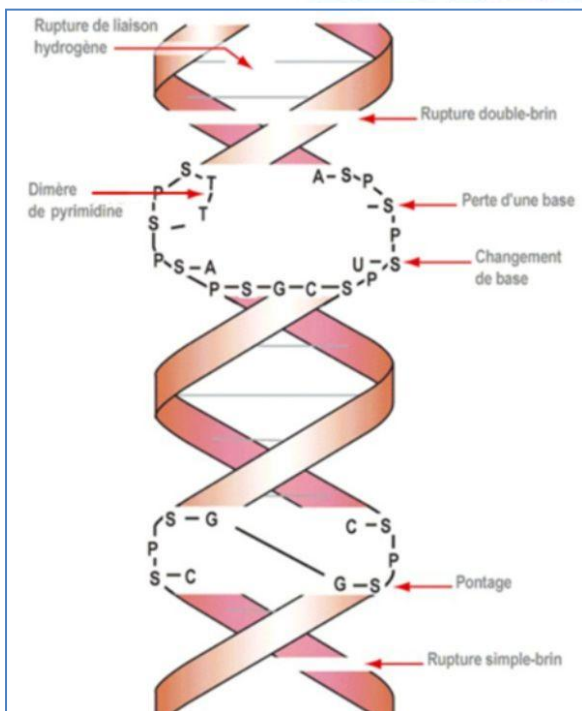
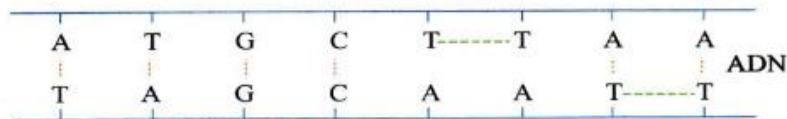
Document 9 : Exposition aux Rayons X



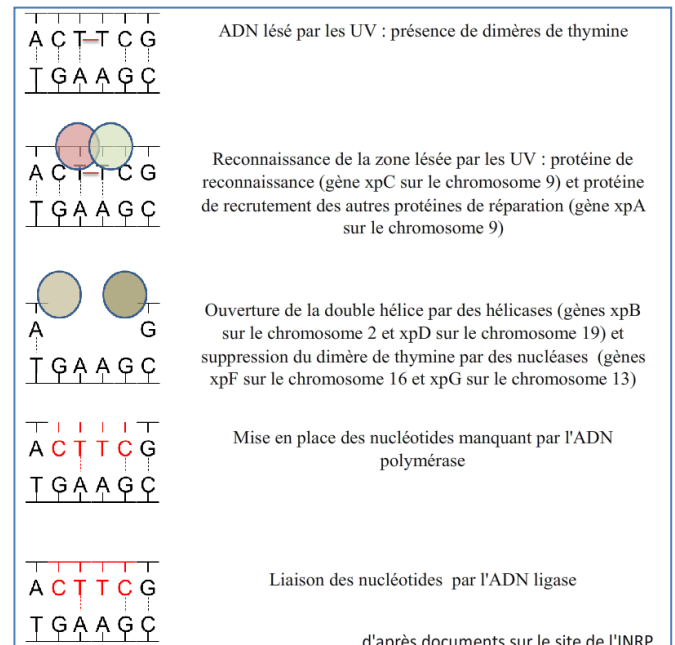
Document 10 : Schéma d'une cellule eucaryote

Document 11 : Dommages sur l'ADN

Les rayons UV émis par le soleil ou les lampes de bronzage sont absorbés par les nucléotides de l'ADN. Les UV-B provoquent la formation de dimères entre thymine adjacentes ce qui entraîne une modification de la structure de l'ADN et perturbe fortement le fonctionnement de l'ADN polymérase.



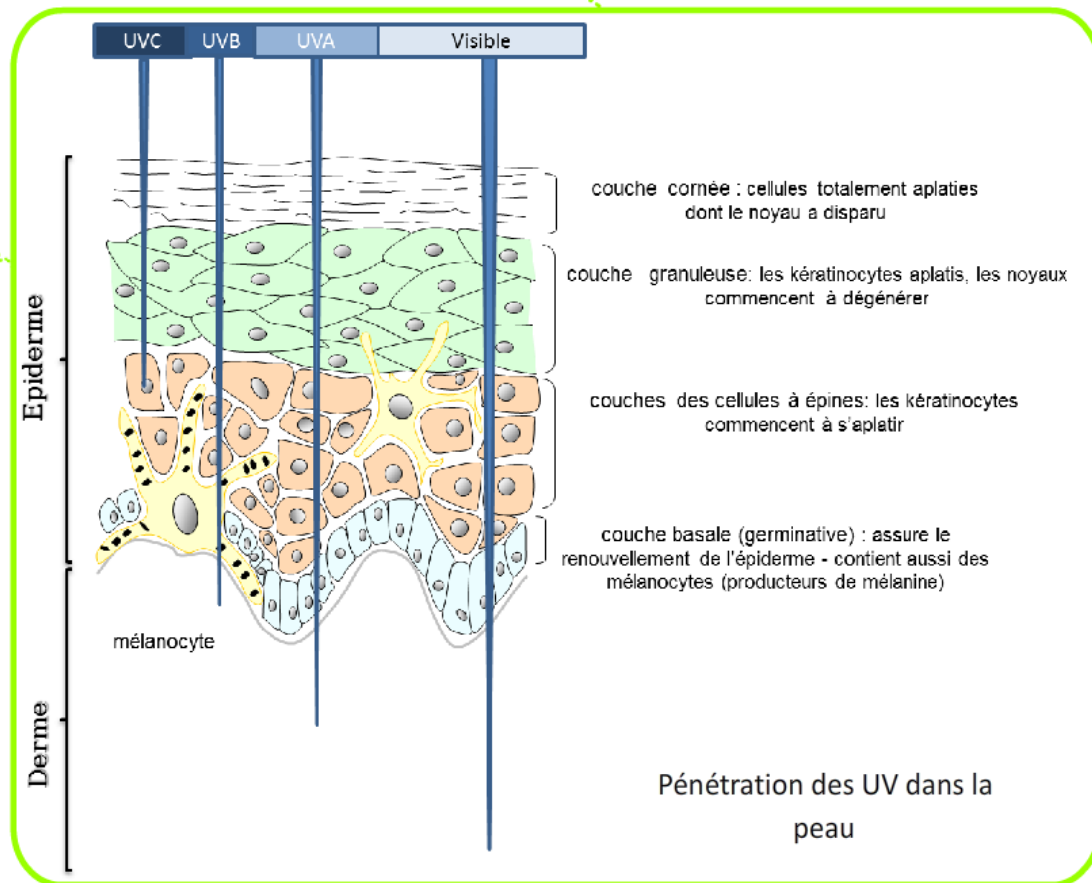
Document 11a : Altérations possibles de l'ADN après exposition aux rayonnements ionisants



Document 11b : Réparation de l'ADN après exposition aux UV

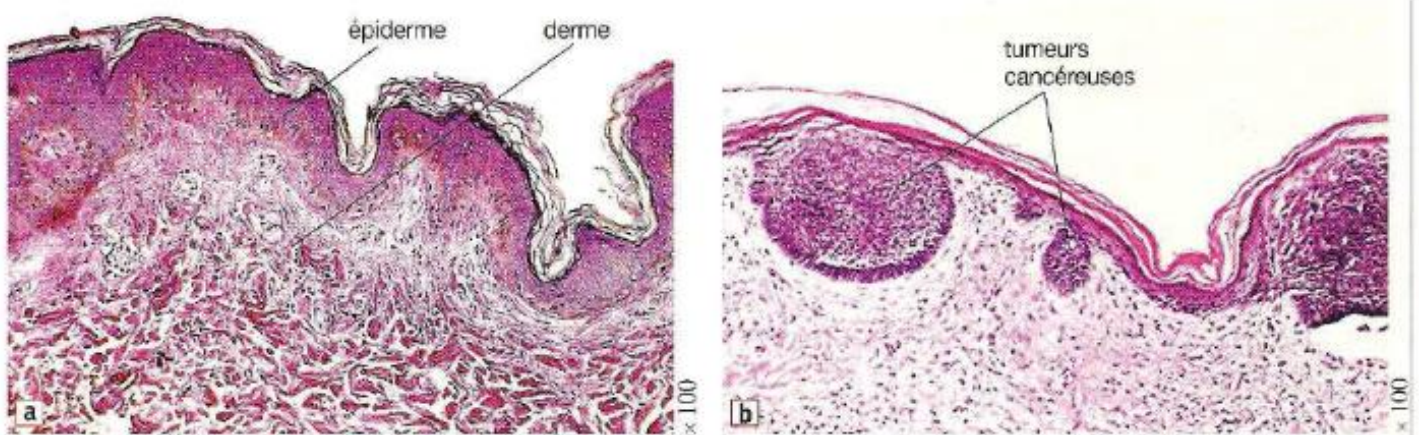
P : Liaison Phosphodiester S : Sucre Pentose
 T : Thymine A : Adénine C : Cytosine
 G : Guanine U : Uracile

2/ Risque cutané (documents 12 à 15)



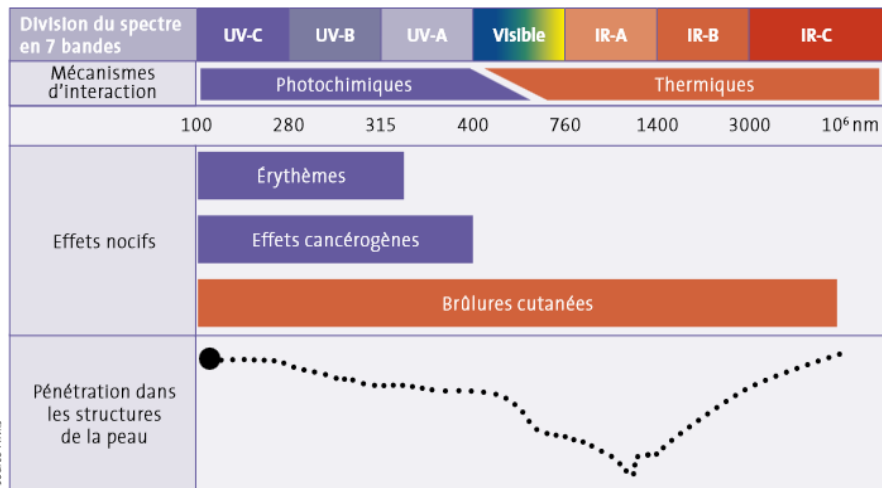
Document 12 : Pénétration des UV dans la peau

Des brûlures et anomalies de la pigmentation de la peau apparaissent si on s'expose à la lumière du soleil ou d'une lampe inadaptée. On constate un vieillissement accéléré de la peau et des lésions cutanées et oculaires graves pouvant aboutir à des cancers.



Coupes de peau observées au microscope optique. **a** : épiderme sain. **b** : épiderme avec carcinome basal.

Document 13 : Comparaison de coupes de peau



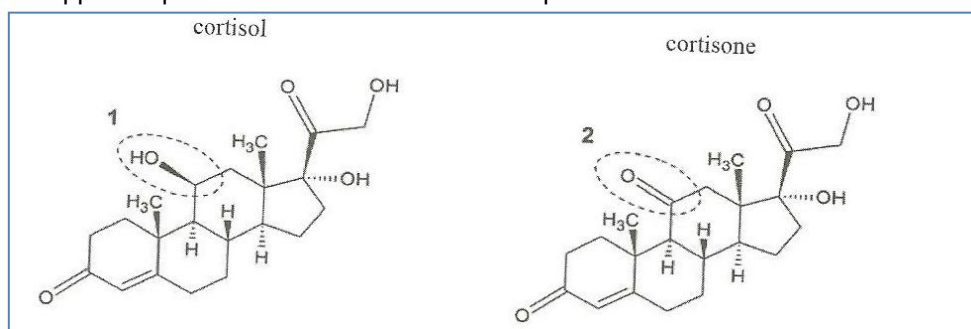
Document 14 : Dommages sur la peau

Malgré ces protections, des travailleurs sont régulièrement atteints de brûlures et en cas de lésions cutanées graves, des greffes de peau sont nécessaires.

Pour éviter le rejet de telles greffes, on administre alors au patient des corticoïdes comme par exemple la cortisone et le cortisol dont les formules sont proposées ci-dessous.

Ces molécules vont permettre de diminuer l'efficacité du système immunitaire du patient afin que le greffon soit accepté on les appelle donc des molécules « immunosuppresseives ».

On apprend que ces 2 molécules ont comme précurseur moléculaire le cholestérol.



Document 15 : Traitement par greffe de peau

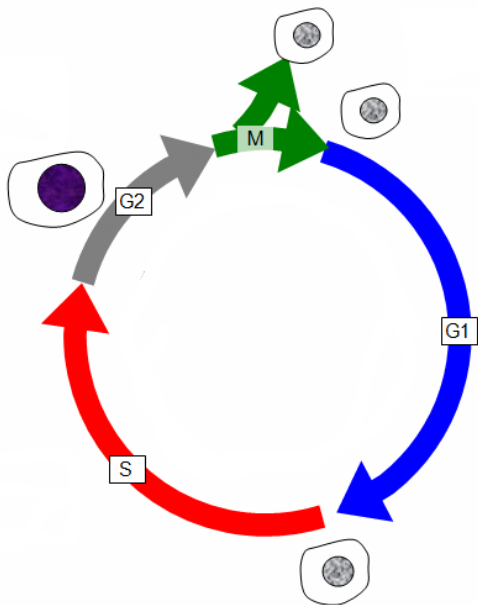
3/ Risque cancéreux (documents 16 à 18)

D'après un rapport de l'ANSES, seulement dans 5 à 10 % des cancers, une cause endogène (altération génétique) est identifiée. Les autres, soit 90 à 95 % des cancers, sont liés à des causes exogènes, c'est-à-dire à l'environnement au sens large. Celui-ci inclut les modes de vie (tabac, alcool, sédentarité, habitudes de consommation alimentaire, exposition solaire...) et les expositions à des facteurs environnementaux naturels (radon...), aux agents chimiques, physiques et infectieux de l'environnement général et professionnel.

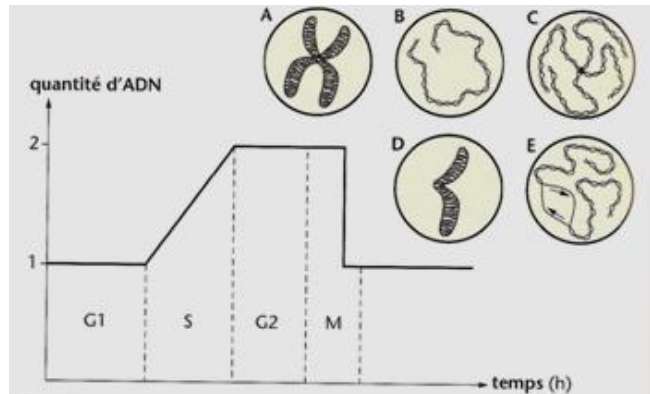
En France, on estime que la part des cancers attribuables à des expositions professionnelles se situe entre 4 et 8,5 %, c'est-à-dire entre 14 000 et 30 000 nouveaux cas par an.

Les radiations ultraviolettes (UV) peuvent altérer, muter l'ADN des cellules en entraînant, par exemple, la formation d'une liaison entre deux thymines successives. Ces deux thymines liées par une liaison covalente forment alors un dimère de thymine. La présence de ces dimères perturbe le cycle cellulaire et provoque la mort de cellules ou la multiplication incontrôlée des cellules irradiées par les UV

Document 16 : Effet cancérigène



Document 17 : Phases du cycle cellulaire



Document 18 : ADN au cours du cycle cellulaire

4/ Risque oculaire (documents 19 à 20)

Les yeux sont particulièrement sensibles aux rayons UV car le rayonnement ultraviolet est invisible et ne stimule pas les défenses naturelles des yeux. Les pathologies oculaires qu'ils induisent sont immédiates et douloureuses (photokératite et la photoconjonctivite) ou chroniques et invalidantes (cataracte).

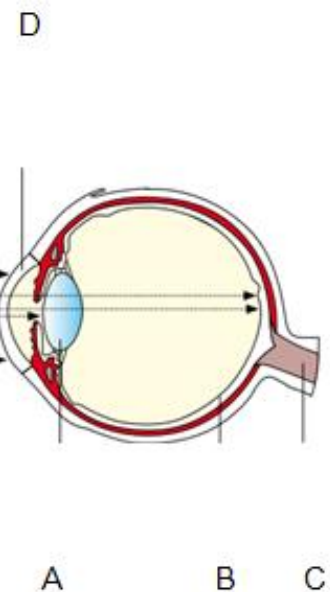
Les effets aigus douloureux consécutifs à une exposition aux UV peuvent apparaître très rapidement, mais sont réversibles : la photokératite est une inflammation de la cornée, la photoconjonctivite est une inflammation de la conjonctive.

L'éblouissement du soudeur ou du travailleur en altitude (ophtalmie des neiges) provoque de vives douleurs et la crainte de la lumière vive.

Les effets chroniques du rayonnement UV peuvent favoriser la formation d'une cataracte, opacification du cristallin, entraînant une déficience visuelle.

Document 19 : Effets oculaires des UV

Division du spectre en 7 bandes	UV-C	UV-B	UV-A	Visible	IR-A	IR-B	IR-C
	100	280	315	380	780	1400	3000
					10 ⁶ nm		
Mécanismes d'interaction	Photochimiques			Thermiques			
Pénétration dans les structures oculaires	→			→			
Effets nocifs	Photokératite cornée			Lésions et brûlures de la rétine		Brûlure cornée	
	Cataracte cristallin			Cataracte cristallin			
					Altérations vision scotopique vision des couleurs		



Document 20 : Pénétration des radiations dans l'œil

➤ **PARTIE 3 : L'évaluation et prévention des risques**

CORPUS DOCUMENTAIRE de 13 sources variées



Les rayons X sont des radiations ionisantes qui peuvent traverser le corps et ont des effets très nocifs sur la santé pour des durées d'exposition longues ou répétées et/ou pour de fortes intensités : atteintes cutanées, ophtalmologiques, hématologiques, cellulaires pouvant provoquer des cancers, des malformations fœtales.

Les principales applications concernent les utilisations médicales (radiodiagnostic et radiothérapie), industrielles (contrôle non destructif, radiométagraphie) et scientifiques (laboratoires) et le nombre d'équipements générateurs de rayons X est en constante augmentation.

La protection contre le rayonnement X est donc impérative, tant par la prévention collective (vérification périodique des appareils, formation à leur utilisation, délimitation et signalisation des zones d'émission, écrans de protection...) que par la prévention individuelle (dosimétrie, surveillance médicale renforcée, port d'équipements de protection...).

Le directeur d'unité doit nommer au sein de son unité au moins un référent sécurité laser dès lors que les personnels sont susceptibles d'être exposés à des rayonnements laser dépassant les valeurs limites d'exposition. Le RSL exerce sous son autorité les missions suivantes définies réglementairement :

- Participer aux évaluations des risques exposant les personnes intervenant à proximité d'appareils à laser et à la mise à jour du document unique d'évaluation des risques professionnels.
- Participer à la mise en œuvre de toutes les mesures propres à assurer la santé et

la sécurité des travailleurs intervenant à proximité d'appareils à laser, notamment le dimensionnement des équipements de protection collective et individuelle ainsi que lors de la conception ou la modification de postes de travail.


- Participer à l'amélioration continue de la prévention des risques à partir de l'analyse des situations de travail.

NOTICE DE POSTE

Indiquer le nom de l'installation - Salle XXX

Caractéristiques LASER				
Classe				
Longueur d'onde (nm)				
Mode (D / I / R / M)				
Puissance (W/E)				

Risque laser au poste de travail



Indiquer précisément le niveau auquel agissent les effets de l'exposition au laser (niveau d'exposition / à l'émission au risque)


Risques associés



Indiquer précisément le niveau auquel agissent les effets de l'exposition au laser (niveau d'exposition / à l'émission au risque)

- Risque chimique (produit à la fois produit chimique)
- Risque électrique (produit / équipement, à l'arrêt et / en marche)
- Risque d'incendie (produit / source d'énergie)
- Risque de rayonnements ionisants (produit / le produit)
- Risque de brûlure (produit / le produit)
- Risque d'explosion (produit / le produit)
- Risque de brûlure (produit / le produit)

Consignes de sécurité à respecter



Indiquer si un mode opératoire existe à suivre et évaluer les risques associés au produit / au produit / à l'émission au risque (niveau d'exposition / à l'émission au risque)

Logo : Normes sécurité laser (norm. européenne) - Association française des utilisateurs de lasers (norm. européenne) - Association française des utilisateurs de lasers (norm. européenne)

NOTICE DE SALLE


Indiquer le nom du local - Salle XXX

Risques présents

Indiquer les risques présents dans le local (liste non exhaustive)



Accès réservé aux personnels habilités (A compléter)



Pierre DURAND		
Mme DUPONT		
Cécile BOUTIN		

Conduite à tenir (signalisation)*

	Accès interdit	
	Accès limité : LASER en fonctionnement non protégé	Prévoir le niveau des mesures de sécurité à prendre
	Accès limité : LASER en fonctionnement protégé	Prévoir le niveau des mesures de sécurité à prendre
	Accès libre : LASER éteint	

* Pour information : voir tableau de signalisation de la norme NF EN 60825-1

- **Arrêté du 1^{er} mars 2016** relatif aux modalités de l'évaluation des risques résultant de l'exposition aux rayonnements optiques artificiels en milieu de travail
- **Décision de la commission européenne du 5 février 2014** concernant les exigences de sécurité que doivent comporter les normes européennes concernant les produits de consommation à laser, conformément à la directive 2001/95/CE du Parlement européen et du Conseil relative à la sécurité générale des produits
- **Décret 2010-750 du 2 juillet 2010** relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels
- **Avls aux fabricants, importateurs et distributeurs** relatif à l'application du décret n° 2007-665 du 2 mai 2007 relatif à la sécurité des appareils à laser sortant
- **Décret n° 2007-665 du 2 mai 2007** relatif à la sécurité des appareils à laser sortant
- **Directive 2006/25/CE** du Parlement européen et du Conseil du 5 avril 2006 relative aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels)

CAS DES POINTEURS LASER

- **Décret n° 2012-1303 du 26 novembre 2012** fixant la liste des usages spécifiques autorisés pour les appareils à laser sortant d'une classe supérieure à 2
- Article 68 de la **loi n° 2011-267 du 14 mars 2011** d'orientation et de programmation pour la performance de la sécurité intérieure
- **Arrêté du 13 mars 1998** portant suspension de la fabrication, de l'importation, de la mise sur le marché et ordonnant le retrait des pointeurs à laser de classe égale ou supérieure à 3 et des objets comportant ce type de pointeur à laser

CAS DES TIRS LASER EN EXTÉRIEUR

- **Décret n° 2012-1303** et article 68 de la **loi n° 2011-267** (cf. « pointeur laser »)
- **Arrêté du 11 décembre 2014** (disposition FRA.7024 alinéa e) relatif à la mise en œuvre du règlement d'exécution (UE) n° 923/2012 établissant les règles de l'air communes et des dispositions opérationnelles relatives aux services et procédures de navigation aérienne
- **Arrêté du 11 décembre 2009** modifiant le **règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public**

Normes relatives à la sécurité laser

- **NF EN 60825-1** « Sécurité des appareils à lasers - partie 1 : Classification des matériels et exigences »*
- **NF EN ISO 11553-1** « Sécurité des machines - Machines à laser - partie 1 : prescriptions générales de sécurité »*

Normes relatives aux équipements de protection

- **NF EN 207** « Protection individuelle de l'œil - Filtres et protecteurs de l'œil contre les rayonnements laser (lunettes de protection laser) »*
- **NF EN 208** « Protection individuelle de l'œil - Lunettes de protection pour les travaux de réglage sur les lasers et sur les systèmes laser (lunettes de réglage laser) »*
- **NF EN 12254** « Écrans pour poste de travail au laser - Exigences et essais de sécurité »*
- **NF EN 60825-4** « Sécurité des appareils à laser – Partie 4 : Protecteurs pour lasers »*

