

**THEME 1A : Expression, stabilité et variation du patrimoine génétique**

**Chapitre 2 : Variabilité Génétique et Mutation de l'ADN**

**TP 2: Effet de l'environnement sur la structure de l'ADN**

**Situation initiale :**

Visionnage d'un film: « UV rays can cause this much damage to body » afin de dégager le problème posé.

**Problème posé :**

**Ressources:**

- Documents divers (types de mutations de gènes et leurs conséquences possibles ; les effets des agents mutagènes sur les populations humaines, etc.)
- Images des résultats des expériences d'exposition de levures à des doses croissantes de rayonnement UV
- Ordinateur avec un logiciel permettant un comptage (ex. : MESURIM) et fiche technique Mesurim
- Documents sur la chaîne de biosynthèse de la couleur des levures et la mutation du gène *ade2*

**Consigne :** à l'aide des informations apportées par les différentes activités proposées (A et B) répondre au problème posé. Votre réponse sera présentée sous forme d'un texte structuré.

**Activités:**

**A- Modification de l'ADN dans une population humaine :**

**Document 1 :**

La molécule d'ADN est relativement stable. Des modifications peuvent pourtant apparaître suite à des erreurs de réplication de l'ADN. Certaines erreurs sont directement corrigées par le complexe ADN polymérase, d'autres échappent à la correction et sont à l'origine des mutations.

**Les conséquences possibles des mutations :**

- Mort de la cellule ;
- Absence de modification du métabolisme cellulaire ;
- Modification du métabolisme cellulaire avec changement d'aspect de la cellule (Taille, couleur, formé,...).

## Document 2 : Effet des facteurs environnementaux sur la molécule d'ADN

- Les rayons X ont des effets directs sur l'ADN : rupture d'un brin, perte d'un nucléotide, déformation de la molécule, production des radicaux libres qui interagissent avec l'ADN et provoquent des mutations ;
- Les UV émis par le soleil ou par les cabines de bronzage (Solarium) sont préférentiellement absorbés par les nucléotides de l'ADN. Ils provoquent la formation des radicaux libres et stimulent la formation des dimères (liaison covalente entre nucléotides adjacents) ; ces dimères déforment la double hélice et stoppent la plupart des ADN polymérase lors de la réplication, induisant la mort de la cellule.
- Certains produits chimiques comme le benzène ou l'acridine (colorant biologique) s'intercalent dans la molécule d'ADN, modifient sa structure et augmentent la probabilité d'erreurs de réplication .

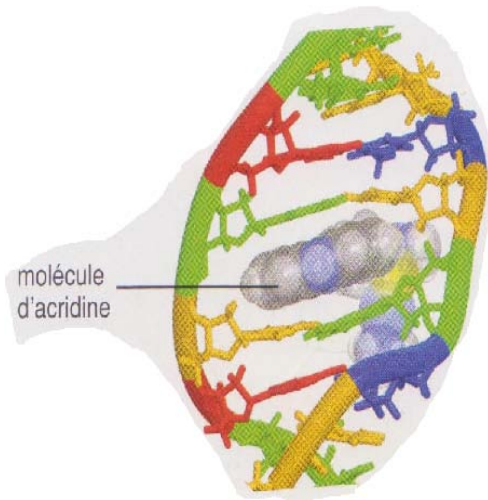


Photo1 : Molécule d'acridine fixée sur une molécule d'ADN

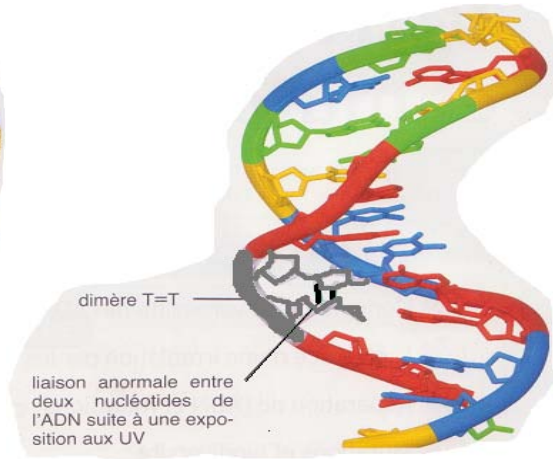


Photo 2 : Molécule d'ADN exposée aux UV

### **Document 3 : Etude des effets des UV sur la population scandinave**

Les cancers sont des maladies dues à une multiplication incontrôlée de certaines cellules. Ils sont causés par une accumulation de mutations. Le lien entre l'exposition aux UV artificiels dans les cabines de bronzage (Solarium) et les cancers de la peau a été étudié. Plus de 100.000 femmes scandinaves ont été suivies durant 14 années, ce qui a permis de déterminer le risque relatif (RR) à la fréquentation de ces cabines. Depuis Juillet 2009, les UV émis par les appareils de bronzage sont classés dans le groupe des agents cancérigènes certains favorisant l'apparition de cancers.

$$\text{RR} = \frac{\text{risque de développer une maladie si l'on est exposé à un facteur}}{\text{risque de développer cette maladie si l'on n'est pas exposé à ce facteur}}$$

Fréquence d'utilisation des cabines	Durée d'utilisation	Risque relatif
$\geq 12$ fois par an	$\geq 20$ ns	2.4
	$\leq 10$ ans	1.4
$\leq 10$ fois par an	20 à 30 ans	1.2
Nulle	-	1.0

### **B- Etude des résultats expérimentaux des effets des irradiations par les UV sur une culture de levures :**

#### **1. Le protocole de l'expérience :**


Sur un milieu nutritif en boîte de Pétri, on dépose des cellules isolées de levure. Chaque cellule, en se multipliant, donne naissance à une colonie qui devient visible à l'œil nu lorsqu'elle est suffisamment développée. Les levures de type sauvage sont de couleurs blanches.

On a mis en culture les cellules d'une souche de levures appelées Ade2 qui forme normalement des colonies de levures rouges. Cette caractéristique est héréditaire. Pour l'expérience, on a étalé une même quantité de levures sur 3 boîtes de Pétri. Puis les boîtes 1, 2 et 3 ont été exposées respectivement pendant 15 s, 45 s et 90 s au rayonnement ultraviolet.

#### **Les résultats de l'expérience :**

Après les 5 jours de culture, les résultats de chaque boîte ont été photographiés. une image de chacune des boîtes obtenues est enregistrée dans le fichier *Culture de levures ade2 et exposition aux UV* que vous pourrez ouvrir avec Mesurim.

## **2. Traitement des résultats à l'aide du logiciel Mesurim :**

1. Ouvrir le fichier « *Culture de levures ade2 et exposition aux UV* », cliquer sur l'image « levures ade2 exposées 15 s aux UV » ;
2. Utiliser la fonction « ligne »  pour diviser la boîte de pétri en 4 quadrants égaux ;
3. Utiliser la fiche technique de Mesurim pour compter les levures blanches et rouges ade2. (choisir la marque « plus », et la couleur qui fait contraste avec la couleur de la colonie des levures à compter) ;

**Appeler le professeur pour vérifier votre travail**

4. Utiliser la fiche technique pour construire le tableau et le graphe représentant les variations du nombre de colonies (rouges et blanches) en fonction de la durée d'exposition aux UV ; cocher dans « choisir le type de tableau » : « avec une seule série de valeurs par variable Y », cliquer sur « 2 » dans « nombre de variables Y », puis ok.
5. Taper le titre du graphe ainsi que les grandeurs X et Y et leurs unités ;
6. Taper Enter.

**Appeler le professeur pour vérifier votre travail**

7. Refaire le même travail pour les boîtes exposées 45 s et 90 s aux UV ;
8. Reporter les valeurs obtenues par comptage des colonies exposées respectivement 15 s, 45 s et 90 s aux UV dans le tableau ; ne pas oublier de cliquer sur « enter » en passant du comptage d'une boîte à un autre ;

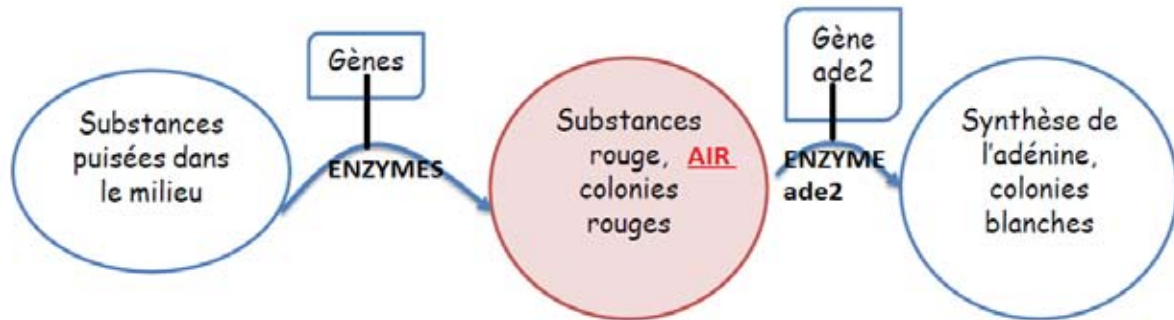
**Appeler le professeur pour vérifier votre travail**

## **3. Etude de l'action des rayons UV au niveau moléculaire :**

### **Document 4: La couleur des levures est due à l'expression de différents gènes**

Les levures rouges ade2 sont des levures mutantes car elles portent une version mutée du gène Ade2. Or, ce gène code pour une enzyme de la chaîne de biosynthèse de l'adénine. Si le milieu est carencé en adénine, les levures engagent la chaîne des réactions biochimiques qui devraient normalement permettre la biosynthèse de l'adénine mais dans ce cas, celle-ci est stoppée. En effet, du fait de la mutation du gène Ade2, le composé intermédiaire Amino Imidazole Ribotide (noté « AIR ») n'est plus transformé, il s'accumule et s'oxyde en pigment rouge.

### **Document 5: Réactions responsables de la synthèse de l'adénine chez une levure**



### Document 6: Comparaison des allèles du gène ade2

Le gène *ade2* est le gène responsable de la coloration des levures. Le document ci-dessous donne une partie de la séquence en nucléotides de ce gène *ade2* chez une levure rouge et blanche (1 seul brin de l'ADN est représenté) :

Colonies rouges (*ade2*) Fragment du gène *ade2* : AGA AGG TTA AAT TTT TA  
 Colonies blanches Fragment du gène *ade2* : AGA AGG GTA AAT TTT TA

## **Coup de pouce :**

### Apport de connaissances :

Mutation : modification rares et spontanées de la séquence des nucléotides de l'ADN, favorisées par des facteurs environnementaux

### Apport de capacités :

#### **Activité A**

Exploiter les documents proposés afin de :

- a. Définir et nommer des agents mutagènes
- b. Décrire les effets des agents mutagènes sur la fréquence d'apparition des mutations dans une population humaine.

#### **Activité B**

- a. Comparer les résultats des différentes cultures. Proposer une hypothèse pour expliquer l'apparition des colonies blanches
- b. Exploiter les documents 4-5-6 pour expliquer comment agissent les rayonnements UV au niveau moléculaire
- c. L'image des colonies de levures exposées 90 s aux UV montre une diminution importante du nombre des colonies rouges et blanches. Utiliser les informations du document 2 pour expliquer la mort des levures.