



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour –Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie Appliquée

Thème

**Contribution à l'étude sur l'Effet des rayons ultraviolets
sur la croissance de *Escherichia coli***

Présenté par : Arour Freiha
Belatra Zineb

DEVANT LE JURY :

Président : M: BOURAGBA Messoud M.C.B Univ. Djelfa

Promoteur : M: MAHI Mohamed M.C.A Univ. Djelfa

Examineur : M: KACIMI Mohamed ELhassani M.C.B Univ. Djelfa

Année Universitaire 2022/2023

Remerciement

*Avant toutes choses, nous remercions <<Allah>>, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience. Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive connaissance à Monsieur **MAHI Mohamed** pour avoir proposé le thème de ce travail et avoir accepté de le diriger du début jusqu'à la fin. Nous le remercions sincèrement pour ses précieux conseils, ses encouragements, sa disponibilité, sa patience, le temps qu'il nous a consacré, des corrections minutieuses et tous les efforts qu'elle a fournis pour le bon aboutissement de ce travail.*

Nos remerciements aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de lire et de juger ce travail.

Nous adressons également nos remerciements, à tous nos enseignants, qui nous ont donné les bases de la science, sans oublier d'exprimer nos remerciements encore au Chef de Département de biologie.

Nous tenons à remercier enfin, tous ceux qui ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Dédicace

*Je dédie ce travail à mes très chers parents **AROUR Belkheir** et **MOHAMEDI Fatna**, vos prières et vos bénédictions m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avaient cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte que Dieu, puissants, vous protège et vous accorde santés, longue vie et bonheurs*

*A mon frère **Ahmed Djamel**, les mots ne peuvent exprimer l'étendu de mon affection et de ma tendresse que dieu vous le succès la bonheur, la santé et la prospérité A ma chère sœurs **Omelkhire** et **Hanane** et **Linda** et **khaira**, merci beaucoup pour vous efforts et votre soutien Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous Puisse Dieu vous garder, éclairer votre chemin de vie et vous aider à réaliser tous vos vœux*

*A ma binôme **Zinab**.*

A mes chères amies et A tous ceux qui étaient à mes cotés et employé administratif

***AL AQOUN Ahmed**.*

Freiha

Dédicace

*Avant tout, je remercie **Dieu** qui me donne la force, la sagesse, la direction, le pouvoir de penser, la sécurité, la compétence, et m'a donné une bonne santé. Elhamdoulillah. Je dédie ce modeste travail à **ma chère mère**, à la lumière de mes yeux, à l'ombre de mes pas et au bonheur de ma vie. Ma mère qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude. Pour tous les sacrifices qu'elle a faits pour moi, toute la confiance qu'elle m'accorde, tout l'amour dont elle m'entoure. La personne la plus chère à mon cœur qui m'a supporté vaillamment pas à pas tout au long de ma vie. Je te dois ma réussite, mon éducation, ma fierté. Tu m'as aimé très profondément et tu as toujours été une mère idéale. Que Dieu la protège et te donne une longue vie pour moi.*

*Je dédie ce travail à mon cher frère, **Boulerbah**. J'espère que la vie lui réserve le meilleur. Que Dieu vous préserve.*

*À ma sœur, mon amie et ma collègue, **Imane**, ma compagne et mon soutien, merci pour tout. À ma chère doctorante, **Khalifa Meriem**, pour m'avoir motivée, encouragée et être restée à mes côtés. À mes amies que j'aime beaucoup, **HARBI Hanane**, **OULDMOHAMED Imane**, **GUESMIA Imane**, **Radja**, **Khawla**, **Fufu**, pour les liens forts d'amitié qui nous unissent et les meilleurs moments que nous avons passés ensemble.*

Je remercie toutes les personnes de mon entourage que je n'aurais pas citées et qui ont été présentes pour moi à chaque instant. Je ne vous oublie pas, mais vous êtes tellement nombreux que je pourrais écrire un livre rien que pour vous remercier de ce que vous avez été et de ce que vous avez fait pour moi. Je remercie également tous mes professeurs pour leur générosité et leur soutien, avec mon plus profond respect, et je remercie tous mes amis et collègues de la faculté des sciences biologiques.

Zineb

Sommaire

LISTE DES ABRIVIASIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Introduction	1
--------------------	---

Partie bibliographique

Chapitre1:Généralités sur les rayons ultraviolets.

1. Aperçu générales sur les rayons ultraviolets	3
2. Les sources des rayons UV	4
3. Mesure de l'irradiation UV	4
3.1. Spectromètres et radiomètres (mesures directes)	5
3.1.1. Spectroradiomètres	5
3.1.2. Radiomètre à large band.....	5
3.2. Dosimètres individuels	6
3.2.1. Satellites (mesures indirect)	6
4. Facteurs influençant la dose de rayonnement UV	6
4.1. Ozone.....	6
4.2. Altitude.....	7
4.3. Albédo	7
4.4. Aérosols.....	7
4.5. Nébulosité.....	7
5. Action locale des rayons UV.....	8
6. Action du rayonnement UV sur les micro-organismes	9
6. 1. Mécanisme de l'inactivation des micro-organismes par l'UV	9
6.2. Inactivation des Virus et des bactéries	10
6.3. Cinétique d'inactivation	11
7. Résistance des micro-organismes aux rayonnements UV.....	11
8. L'utilisation des rayons UV	13

Chapitre2:Généralités sur *Escherichia coli*

1.Introduction sur l' <i>Escherichia coli</i>	15
2.Historique d' <i>Escherichia coli</i>	16
3.Habitat d' <i>Escherichia coli</i>	16

4. Pathogénicité et virulence	16
4.1. Différents types pathogènes d'Escherichia coli	17
5. Importance de l'étude des réponses microbiennes aux UV	18
5.1. Santé publique	19
5.2. Santé environnementale.....	19
5.3. Biotechnologie.....	19
5.4. Mécanismes des dommages.....	20

Partie pratique

Chapitre 3: Matériels et Méthodes.

1. Objectifs de l'étude.....	23
2. Principe de l'étude	23
3. Matériels utilisés	23
3.1. Milieux de culture	23
3.2. Equipements	24
3.3. Instruments de prélèvement, de transfert, d'étalement et d'observation.....	24
3.4. Les appareillages	24
4. Description de la lampe UV.....	25
5. Application des souches sur l'UV	26

Chapitre 4: Résultats et Discussions.

1. Caractéristiques microbiologiques des souches E. Coli	29
1.1. Résultats de l'impact des rayons UV sur l'E. coli	29
1.2. L'évolution de la sensibilité des souches E. coli aux rayons UV.....	31
Conclusion.....	33

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

LISTE DES ABRIVIASIO

-A	: Arginine
-ADN	: Acide désoxyribonucléique.
-AIEC	: Escherichia coli à adhérence invasive.
-ARN	: Acide ribonucléique.
- C	: Cytosine.
- CIRC	:Centre International de Recherche sur le cancer.
- cm	: Mètre.
- DAEC	: Escherichia coli à adhérence diffuse.
- EAEC ou EAGGEC	:Enteroadherent ou Enteroaggregative.
- E. coli	: Escherichia coli.
- EHEC	: Escherichia coli entérohémorragique.
- EIEC	: Escherichia coli entéro-invasif.
- EPEC	:Enteropathogenic.
-ETEC	: Escherichia coli enterotoxinogène.
-Ex PEC	:pathogenicExtraentero.
-GOES	: Les GeostationaryOperational Environnemental Satellites
-H	: Heur.
- m	: Mètre.
- ml	: Militer.
-MNEC	: Escherichia coli induisant desménéngite néonatale.
- nm	: nano Mètre.
- OMI	:Ozone Monitoring Instrument
- PCA	: Plate Count Agar.
-UFC	: unité formant colonie.
-UPEC	: Escherichia coli uropathogène.
-URE	:Uréesenes.
-T	:Thymine.
-UV	:ultraviolets.
- Wh	:Watt Heur.

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Spectre des rayonnements UV.....	3
Figure 2:	La double hélice de l'ADN et les deux paires de ses bases.....	9
Figure 3:	Dimérisation photochimique de deux bases de thymine.....	10
Figure 4:	Courbes de doses-réponses pour différents types de micro-organismes.....	12
Figure 5:	Escherichia coli observées au microscope électronique (Gx10000).....	15
Figure 6:	Formation d'un dimère de thymine-thymine.....	21
Figure 7:	Formation d'un dimère de thymine-cytosine.....	21
Figure 8:	Formation d'une lésion 6-4.....	22
Figure 9:	Préparation de milieu Hekton.....	23
Figure10:	Préparation de Bouillon Nutritif (Merck).	24
Figure11:	l'appareil UV utilisé.....	25
Figure12:	Diagramme montrant le protocole expérimental.....	26
Figure13:	Schéma de travail expérimentale.....	28
Figure14:	Résultat de Isolement d E. coli sur milieu Hekton.....	29
Figure15:	Représentation graphique des résultats de pourcentages d'inhibition des souches E. Coli après l'exposition sur les rayons UV (6, 12, 18, 24, et 30 Seconde) de l'échantillon A.....	30
Figure16:	Représentation graphique des résultats de pourcentages d'inhibition des souches E. Coli après l'exposition sur les rayons UV (6, 12, 18, 24, et 30 Seconde) de l'échantillon B.....	30
Figure17:	Représentation graphique de la moyenne du pourcentage d'inhibitions.....	31
Figure18:	Evolution du pourcentage d'inhibition pour les deux échantillons.....	32

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: PRESENTATION DES CARACTERE MORPHOLOGIQUE AINSI L'EFFET PATHOLOGIQUE <i>D'ESCHERICHIA COLI</i> (DJAALB, ET AIDOUCI, 2015).....	17
--	----



Introduction

Introduction

Dans le contexte de sécurité alimentaire mondiale, où de nouvelles méthodes sans chaleur sont constamment recherchées pour lutter contre la croissance de micro-organismes indésirables, cette recherche s'inscrit dans un projet européen visant à combiner les effets antibactériens des ultraviolets (UV) et de l'ozone pour purifier les fruits et produits alimentaires. légumes, réduisant ainsi les pertes après récolte et prolongeant ainsi la durée de conservation

L'art antérieur présente un grand nombre d'études sur l'activité antibactérienne de la lumière UV seule ou de l'ozone seul. Peu d'études ont abordé les effets combinés et synergiques des deux, et à notre connaissance, aucune étude n'a abordé les effets de ce processus sur les fruits et légumes. Les résultats présentés dans cet article se concentreront dans un premier temps sur l'étude des effets de la lumière UV seule.

La plupart des recherches utilisant la lumière UV concernent le traitement des eaux usées ou la désinfection de l'eau potable pour remplacer le chlore. La désinfection de l'eau par rayonnement UVC est un procédé de désinfection physique très répandu et utilisé avec succès dans de nombreux pays du monde. L'efficacité est maximale entre 250 et 280 nm et peut dénaturer l'ADN ou provoquer des modifications structurelles de la membrane, entraînant la perte de composés cellulaires importants et donc la mort cellulaire (LIU *et al*, 1993 ; NIGRO *et al*, 1998).

L'évaluation de l'efficacité de la désinfection est effectuée de manière standard à l'aide de bactéries indicatrices, mais des problèmes peuvent survenir lors de l'évaluation de l'efficacité de la désinfection par UV ; E. coli est un type de bactérie du groupe des coliformes thermotolérants qui est capable de se réactiver après une exposition à des substances visibles. lumière. Ce phénomène est appelé photoactivation(GEHR et NICELL, 1996).

Les micro-organismes d'altération et les micro-organismes pathogènes examinés sont : Escherichia coli. C'est dans cette optique que cet article vise à déterminer l'impact de la lumière UV sur la survie d'E. coli. coli selon le temps d'exposition

Ce manuscrit s'articule sur deux grands axes:

- Le premier consiste en une synthèse bibliographique divisée à son tour en deux chapitres ; le premier constitue un aperçu général sur les rayons ultraviolette qui on à étudié leur effet sur les souches *E. Coli*, Nous rappelons dans le deuxième chapitre les connaissances sur *Escherichia coli*.
- Le second axe est consacré à notre expérimentation personnelle dans laquelle nous répondons à l'objectif cité précédemment. tout en s'appuyant sur :
 - Les essais ont été conduits en mesurant l'effet antimicrobien de l'UV sur *Escherichia coli* pendant différent temps de traitement
 - La suite des essais s'est intéressée à l'effet des UVC sur *E. Coli*, puis sur le traitement direct. L'effet des UVC a été suivi par dénombrement. L'effet des UVC a été suivi par dénombrement. Les résultats obtenus seront discutés ensuite et une conclusion générale achèvera notre étude.



Partie bibliographique



Chapitre1:
Généralité sur les rayons ultraviolets

1. Aperçu générale sur les rayons ultraviolets

En 1801, le physicien **JOHANN WILHELM RITTER** a découvert la région ultraviolette du spectre solaire. Il a montré une action chimique des longueurs d'onde plus courtes que le violet de 100 à 400 nm sur le chlorure d'argent. Cette partie du spectre correspond au rayonnement UV. Il est subdivisé en trois groupes en fonction des caractéristiques physiques des différentes longueurs d'onde : UVC de 100 à 280 nm, UVB de 280 à 315 nm et les UVA de 315 à 400 nm. Seulement 1% du rayonnement de longueur d'onde supérieure à 315 nm est absorbé par l'ozone de l'atmosphère et 90% pour les longueurs d'onde inférieures à 315 nm (**ARMSTRONG, 1994**).

Ces rayons UV ont une action photochimique sur les corps, action qui se manifeste par des réactions très diverses telles que:

- pigmentation de la peau (UV-A),
- vitamiation des produits alimentaires (UV-B),
- destruction des micro-organismes (UV-C),
- formation d'ozone (pour des longueurs d'onde de l'ordre de 185 nm).

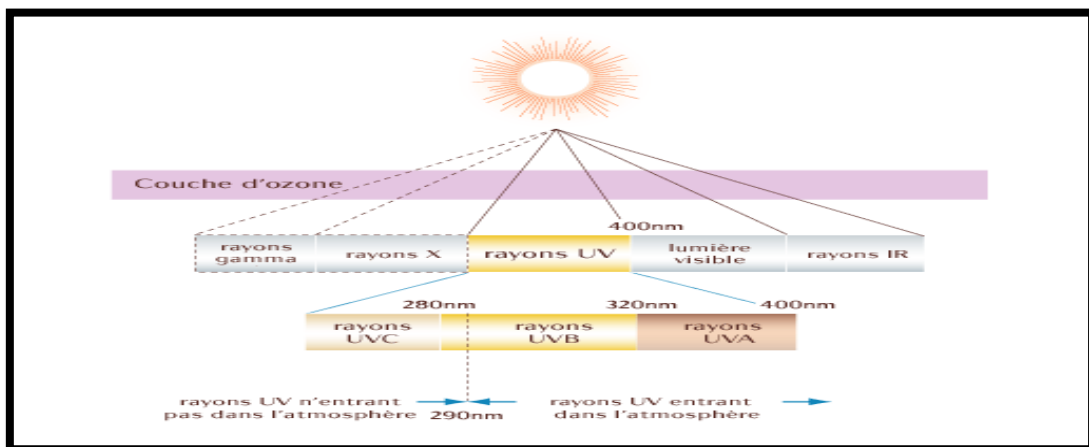


Figure 1: Spectre des rayonnements UV (AWWA, 1990)

En pratique, les photobiologistes utilisent parfois une subdivision différente en fonction des caractéristiques biologiques du rayonnement ultraviolet : UVC de 200 à 290 nm, les UVB de

290 à 320 nm et les UVA de 320 à 400 nm (**DIFFEY, 2002**). Les rayonnements UVC ainsi définis (de longueur d'onde inférieure à 290 nm) n'atteignent pas la surface de la terre, sauf à très haute altitude où la couche Atmosphérique traversée par les UV est moins épaisse. La séparation à 320 nm correspond à la longueur d'onde au-delà de laquelle le rayonnement traverse le verre. De plus, les effets biologiques sont plus importants pour les longueurs d'onde plus courtes que 320 nm. Le flux d'énergie du rayonnement s'exprime en Watt par unité de surface (par exemple: W/cm²). L'irradiation reçue par un individu ou par une surface dépend de ce flux d'énergie et du temps d'exposition. Elle s'exprime en Joules par unité de surface (par exemple : J/cm²) ou en Wattheures par unité de surface (Wh/cm²). Par exemple, une dose de 100 Wh correspond à la dose reçue avec une puissance de 100 watts pendant une heure ou avec une puissance de 50 Watts pendant deux heures. 1Wh correspond à 3600 Joules. Lorsque l'irradiation est exprimée en fonction de la longueur d'onde, on parle de distribution spectrale. IL est important de la prendre en compte car la nature des effets du rayonnement UV dépend de la longueur d'onde (**SETLOW, 1974; AGAR et COLL, 2004; PEARSE et COLL, 1987**).

2. Les sources des rayons UV

Naturellement les rayons UV sont contenus dans le rayonnement solaire. La plupart des UV de type B et C sont absorbés dans l'atmosphère par la couche d'ozone (**SANDEC, 2005**) Généralement les rayonnements UV artificiels sont produits à l'aide de sources lumineuses à vapeur de mercure parmi lesquelles on distingue les lampes basse et haute pression qui se différencient par leur spectre, leur géométrie ou encore leur puissance (**FAURE, 2010**). Les UVA peuvent être générés également par des diodes électroluminescentes (**HUANG et al, 2009**) Cette technique présente certains avantages dont une durée de vie longue, un meilleur rendement photonique/électrique que les lampes à vapeur de mercure, ainsi qu'une compacité plus élevée et une faible consommation électrique (**FAURE, 2010**).

3. Mesure de l'irradiation UV

Une difficulté dans la mesure de rayonnement UV est de supprimer les autres composants du spectre électromagnétique. Ce problème est dû au fait que l'énergie du rayonnement UV est très faible en comparaison des rayonnements visibles et infrarouges. Diverses méthodes ont été développées pour estimer l'exposition au rayonnement ultraviolet solaire et sont discutées ici dans l'optique d'utilisations dans les études épidémiologiques.

3.1. Spectromètres et radiomètres (mesures directes)

Les spectroradiomètres et les radiomètres sont des appareils de mesure directe de l'irradiation ultraviolette au sol. Ils fournissent des données pour des localisations précises (**MARTÍNEZ-LOZANO ET COLL, 2002**).

3.1.1. Spectroradiomètres

Le spectroradiomètre est utilisé pour déterminer la distribution spectrale de l'irradiation qui sert à définir les spectres d'action, c'est-à-dire le pouvoir pathogène du rayonnement pour chaque longueur d'onde. Les spectroradiomètres sont composés de deux parties. L'optique d'entrée reçoit la lumière et la transmet au monochromateur qui la diffracte en fonction de la longueur d'onde. Ce deuxième élément est dit dispersif car il sépare les différentes longueurs d'ondes afin que seuls les UV atteignent le détecteur. Le principal avantage est qu'il donne le spectre du rayonnement UV reçu en temps réel, c'est-à-dire qu'il ne nécessite pas d'étape intermédiaire pour l'obtention du résultat. Pour chaque longueur d'onde, souvent avec un pas de 0,5 à 1 nanomètre.

3.1.2. Radiomètre à large band

D'après (**GRAINGER ET COLL. 1993; HARTGE ET COLL. 2006; JOHNSEN et MOAN, 1991; LEAET COLL, 2007**) Le radiomètre à large bande est un instrument moins coûteux qui permet de mesurer l'irradiation fournie par un ensemble de longueurs d'ondes prédéfinies et non pour chaque longueur d'onde. Il possède généralement un détecteur avec un dispositif de sélection des longueurs d'onde et une optique d'entrée. Par exemple, un radiomètre à UVB doit avoir un capteur avec une réponse spectrale uniforme pour les longueurs d'ondes comprises entre 280 et 315 nm et une réponse nulle pour les autres longueurs d'onde. Il existe aussi des radiomètres à UVA et à UV érythémateux. Le capteur doit recevoir les rayonnements provenant de tous les côtés pour prendre en compte le rayonnement direct, diffus et réfléchi. Le temps de réponse est plus rapide que celui des spectroradiomètres ce qui permet de prendre en compte les changements météorologiques rapides. Le radiomètre le plus utilisé est le Robertson-Berger. Il mesure la dose d'ultraviolet reçue pour les longueurs d'onde responsables de l'apparition des érythèmes. Mais il est sensible à la température. De plus, pour couvrir de grandes zones

géographiques, il est nécessaire d'avoir un grand réseau de radiomètres (**JOHNSEN et MOAN, 1991**).

3.2. Dosimètres individuels

Les dosimètres individuels sont des outils de plus petite taille et de moindre coût. Le fonctionnement des dosimètres individuels chimiques ou biologiques est basé sur des caractéristiques des rayonnements UV. Ces rayonnements causent des dommages biologiques ou chimiques sur les films des dosimètres, l'estimation de l'irradiation est faite à partir de la mesure de ces dommages (**HORNECK, 1995**).

3.2.1. Satellites (mesures indirect)

L'utilisation de données satellitaires permet l'estimation de l'exposition au rayonnement UV pour des localisations où des mesures directes ne sont pas possibles. Les données de satellites peuvent être utilisées pour générer des cartes car elles permettent de couvrir une large zone géographique. Les paramètres influençant le rayonnement UV, c'est-à-dire essentiellement l'ozone, la nébulosité, l'albédo de la surface, sont dérivés à partir des mesures des satellites. Ils sont ensuite inclus dans un modèle de transfert radiatif pour estimer l'irradiation UV à la surface terrestre. Mais la précision de ces modèles a des limites. Les valeurs estimées à partir des capteurs positionnés dans l'espace doivent être validées avec des mesures au sol, plus directes et donc plus précises. Pour l'estimation du rayonnement UV, plusieurs types d'instruments sont utilisés: Ozone Monitoring Instrument (OMI), Les Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES), Satellites Météosat (**PEREZ, 1997; ZELENKA ET COLL, 1999**).

4. Facteurs influençant la dose de rayonnement UV

4.1. Ozone

La couche d'ozone (O_3) de l'atmosphère est située dans la stratosphère, à environ 10 km au dessus de la surface terrestre. Elle absorbe la quasi-totalité des UVC et une partie des UVB dont elle est le principal composant absorbant dans l'atmosphère et très peu d'UVA. Dans les années 1980, nous avons commencé à nous intéresser plus en détails à la diminution de la quantité d'ozone dans l'atmosphère et à ses effets. Elle est susceptible d'entraîner une augmentation de l'irradiation UV arrivant jusqu'à la surface terrestre (**KIMLI, 2008**). Une diminution de 1% de l'ozone atmosphérique engendrerait une augmentation de 2% de la dose de rayonnement UV efficace sur l'ADN (**SETLOW, 1974**).

4.2. Altitude

Aux altitudes les plus élevées, les rayonnements UV ont une épaisseur d'atmosphère plus fine à traverser et sont donc moins atténués. L'augmentation du rayonnement UV varie de 5% à 20% pour chaque kilomètre d'altitude selon la longueur d'onde (**AUCAMP et COLL, 2011**).

4.3. Albédo

L'albédo est le taux de rayonnement atteignant la surface terrestre qui est réfléchi par celle-ci Il est souvent inférieur à 10% La principale exception est la neige dont l'albédo peut amplifier le rayonnement UV jusqu'à 90%. Le sable reflète 15 à 30% du rayonnement. Au contraire l'herbe réfléchit peu le rayonnement UV. La réflexion de l'eau dépend de son mouvement. Une eau calme ne reflète que 5% tandis qu'une eau agitée peut refléter jusqu'à 20% (**DIFFEY, 2002**).

4.4. Aérosols

Diverses particules de l'atmosphère, les aérosols, diffusent et absorbent les radiations UV. La diffusion est le phénomène par lequel un faisceau de rayonnement est dévié dans de multiples directions. Lorsqu'une petite particule se trouve sur le trajet de l'onde ultraviolette, elle rayonne à son tour dans toutes les directions (**KIMLIN, 2008**).

4.5. Nébulosité

L'effet d'un nuage sur le rayonnement UV dépend de sa composition, sa densité et son altitude. Dans la plupart des cas, la nébulosité diminue le rayonnement (**KIMLIN,2008**). La transmittance d'un nuage est le ratio de l'éclairement UV avec couverture nuageuse et de l'éclairement UV sans couverture nuageuse. Elle diminue quand la longueur d'onde augmente. Elle est de 45% pour les UVA et 60% pour les UVB (**SECKMEYER et COLL, 1996**). Les nuages qui sont composés soit de gouttelettes liquides ou de gouttelettes de glace atténuent les UV principalement par diffusion (**DIFFEY, 2002**). Les gouttelettes ont un rayon d'environ 1 à 30 microns, beaucoup plus large que les longueurs d'onde des UV.

Certaines études ont montré que les nuages pouvaient augmenter le rayonnement UV par rapport à une journée sans nuage par phénomène de réflexion, en particulier le rayonnement UVB (**SABBURG et COLL, 2001; THIEL et COLL, 1997**)

5. Action locale des rayons UV

- **L'érythème:** que l'on appelle communément un coup de soleil, est une inflammation de la peau due à une surexposition au rayonnement UV. Il est principalement dû aux UVB mais les UVA sont aussi en cause dans leur apparition (**SETLOW, 1974**). L'UVA induit sur le long terme un vieillissement prématuré de la peau par une diminution de l'efficacité de l'élastose dans le tissu conjonctif. La peau se dépigmente et se détend et des rides apparaissent (**RABE et COLL, 2006**).
- **Pathologies oculaires:** Le rayonnement UV atteint aussi l'œil. Il est absorbé d'abord par le cristallin puis par la cornée ; il n'atteint pas la rétine. Les rayonnements les plus susceptibles de jouer un rôle majeur dans les maladies oculaires sont ceux issus de la diffraction et de la réflexion car les rayonnements directs ont peu de risque d'atteindre la cornée et les autres tissus oculaires, et ce en raison de l'aversion naturelle à regarder directement en direction du soleil. La cataracte est la maladie oculaire liée à l'exposition solaire la plus répandue. Il s'agit d'une opacification totale ou partielle du cristallin qui provoque une baisse de la vision. Plusieurs études suggèrent le rôle des UVB dans certains types de cataractes liées à l'âge. Le rayonnement UV peut aussi provoquer des inflammations de la cornée, de l'iris ou de la conjonctive de l'œil qui apparaissent dans les quelques heures suivant l'exposition (**NORVAL,2006**).
- **Système immunitaire:** L'irradiation UVA et à l'UVB diminue les défenses immunitaires (**HALLIDAY et RANA, 2008**). Elle réduit la capacité de certaines personnes à résister à des maladies infectieuses et compromet l'efficacité des vaccinations (**NORVAL,2006**).
- Le rayonnement UV altère la structure de l'ADN en fonction de la longueur d'onde. En temps normal, les mécanismes de réparation de l'ADN corrigent ces dommages. Mais s'ils sont trop nombreux, ils provoquent une apoptose des cellules concernées voire des tumeurs (**MATSUMURA et ANANTHASWAMY,2004**). Le rayonnement UV engendre notamment des mutations du gène TP53. Ce gène code pour la protéine p53 qui agit comme un suppresseur de tumeurs. Elle empêche des cellules de croître ou de se diviser de manière incontrôlée et prévient ainsi les cancers (**GALLAGHER et LEE ,2006; MEERAN et COLL,2008**).
- Le rayonnement UV a été classé en cancérigène de groupe 1 c'est-à-dire en cancérigène pour l'homme par le CIRC (Centre international de Recherche sur le Cancer) en 2009 (**EL**

GHISSASSI et COLL, 2009). Il est notamment un facteur de risque pour les cancers de la peau. Une étude en laboratoire a montré que l'exposition chronique (plusieurs mois) au rayonnement UV induit des cancers cutanés chez la souris (**KRIPKE et FISHER,1976**).

6. Action du rayonnement UV sur les micro-organismes

6. 1. Mécanisme de l'inactivation des micro-organismes par l'UV

Pour qu'il y ait désinfection, les lampes doivent fournir une radiation lumineuse dont le spectre d'émission se situe dans la région de l'UVC laquelle est la plus efficace à produire un effet germicide. On observe ce dernier lorsque l'énergie de la radiation est absorbée au niveau du matériel génétique (A.R.N et A.D.N). Ce dernier contient l'information qui est transmise d'une génération à l'autre et qui permet de perpétuer les caractères propres à l'espèce. Plus particulièrement, ce sont les nucléotides, éléments constitutifs des acides nucléiques qui absorbent le rayonnement, soit les bases puriques (adénosine (A) et guanine (G)) et les bases pyrimidiques (thymine (T) et cytosine (C)) (figure 2) (**ABRAHAMS PJ et VAN DER EB AJ, 1976**).

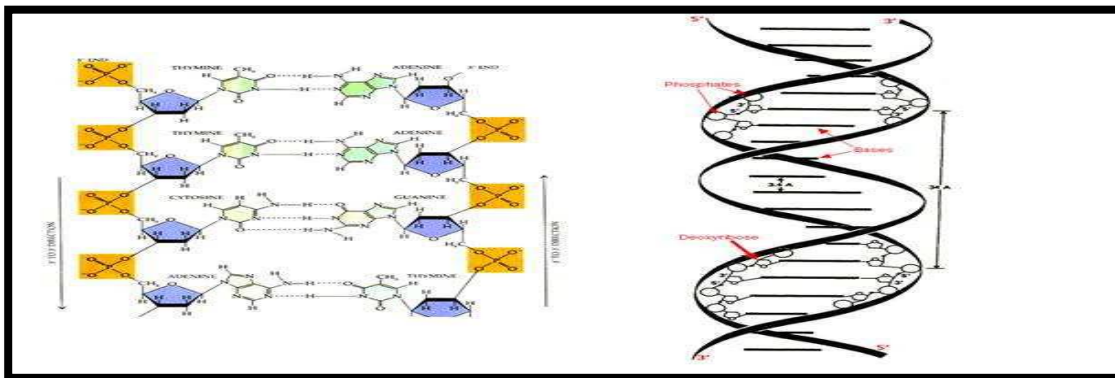


Figure 2: La double hélice de l'ADN et les deux paires de ses bases (d'après MASSELOT M.)

Suivant l'exposition aux UV, il y a une variété de photoproduits formés au niveau de l'A.D.N dont le plus important est le dimère de pyrimidines adjacentes sur un des brins d'A.D.N. et dont les 3 types répertoriés sont : T-T (appelé le dimère de thymine et le plus fréquent), T-C et C-C (figure 3). Le dimère crée une distorsion au niveau de l'A.D.N., rendant inefficace voire impossible la réplication du micro-organisme ; il en résulte la mort cellulaire ou l'apparition d'une génération de mutants non viables ou incapables de se reproduire (**BOLTON, 1999**).

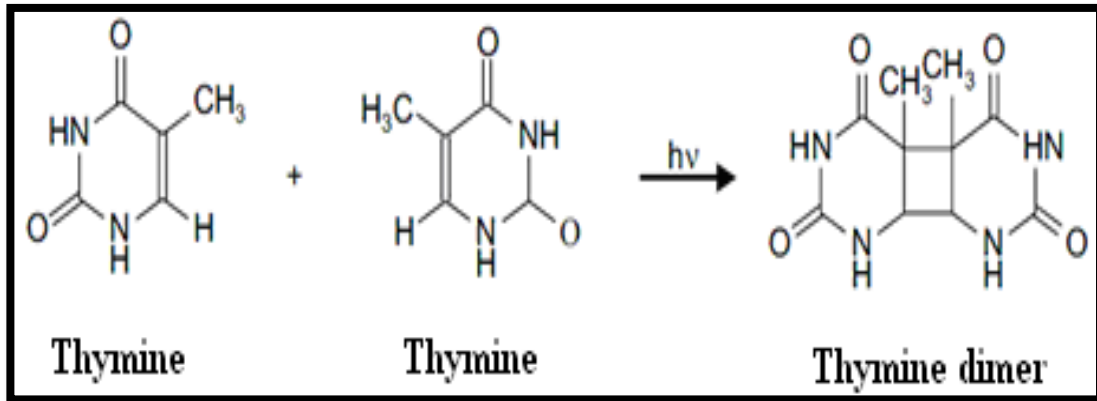


Figure 3: Dimérisation photochimique de deux bases de thymine. (BOLTON, 1999).

Quelques micro-organismes (en particulier bactéries) ont un mécanisme de réparation qui dissocie les dimères de thymine, ce processus est déclenché par l'absorption de la lumière UVA et la lumière visible et s'appelle ainsi la photoreactivation. Le mécanisme de réparation peut être empêché, mais ceci exige une dose UV plus élevée (KACHIMADA *et al.*, 1996).

6.2. Inactivation des Virus et des bactéries

Les bases pyrimidiques de l'A.R.N. des virus sont constituées de cytosine et d'uracile, au lieu de thymine et de cytosine pour l'A.D.N. des bactéries. La dimérisation de la thymine est plus facilement induite par les UV que celle de l'uracile. Ceci peut expliquer la plus grande résistance des virus. Les réovirus ont un double brin d'A.R.N. sur lequel davantage de dommages seraient nécessaires à l'inactivation ou qui permettrait la redondance des informations, ce qui est impossible sur un A.R.N. monobrin tel que celui du poliovirus. Les réovirus sont 3 fois plus grands que les poliovirus et possèdent une double membrane protéinique, qui absorberait mieux les UV (TSENG CC; LI CS, 2007).

6.3. Cinétique d'inactivation

L'inactivation des bactéries est caractérisable par des cinétiques qui comportent classiquement trois (03) étapes. La première phase correspond à une décroissance lente de la concentration bactérienne au cours du temps voire une stabilisation de celle-ci : il s'agit d'un plateau (I) dont la présence peut s'expliquer par une attaque isolée sur de multiples cibles qui conduirait à un faible endommagement des cellules. Puis viennent l'étape de croissance « loglinéaire » (II) qui couvre la plus grande partie de la réaction et dans laquelle l'attaque des cellules est démultipliée, et le troisième stade qui correspond au ralentissement final du processus (III) La cinétique de désinfection par rayonnement UV est contrôlée essentiellement par les caractéristiques de l'intensité UV, du temps (MARIE FAURE, 2010).

7. Résistance des micro-organismes aux rayonnements UV

a. Les bactéries

Les bactéries non sporulées sont les germes les moins résistants aux rayonnements UV (DYKSTRA *et al.*, 2002), leurs résistance est comparable à celle d'*Escherichia coli*.

b. Les virus

LINDEN et MOFIDI (1999) et d'autres auteurs ont démontré dans leurs travaux que les virus sont moins sensibles aux rayonnements UV que les bactéries. On note également une différence de sensibilité entre virus, les rota virus étant plus résistants que les poliovirus. Les bactériophages fécaux spécifiques des bactéries entériques peuvent servir comme indicateurs des risques de contamination virale (SHAYEB, 2000).

c. Spores et kystes de protozoaires

Ce sont les formes qui présentent la plus grande résistance aux rayonnements UV, et certains micro-organismes parasitaires ne seraient pas affectés (comme les œufs d'helminthe). Des travaux ont comparé la sensibilité des spores aux UV et aux autres désinfectants, et ils ont constaté que les UV sont les plus efficaces, même si quelques formes résistantes nécessitent d'importantes doses UV pour les réduire aux normes requises (HIJNEN *et al.*, 2006).

d. Les différences de sensibilité des micro-organismes

D'après RAUTH (1965); CHANG *et al.*, (1985) la réponse à l'UV est variable selon le type demicro-organisme ciblé (figure4). En se limitant aux trois groupes principaux visés par ladésinfection, la conclusion de la majorité des auteurs va dans le sens de celle de (CHANG *etal.*, 1985).

Les essais en laboratoire ont permis de déterminer le degré de résistance de différents microorganismes par rapport à celle d'*Escherichia coli*. Les bactéries végétatives nécessitent à peu près les mêmes doses qu'*Escherichia coli*. Les virus testés (rotavirus et poliovirus) sont trois à quatre fois plus résistants, les bactéries sporulées (*Bacillus subtilis*) sont environ 10 fois plus résistantes alors que les kystes de protozoaires (*Acanthamoeba castellanii*) requièrent des doses environ 15 fois supérieures (MIGNOT, 2006).

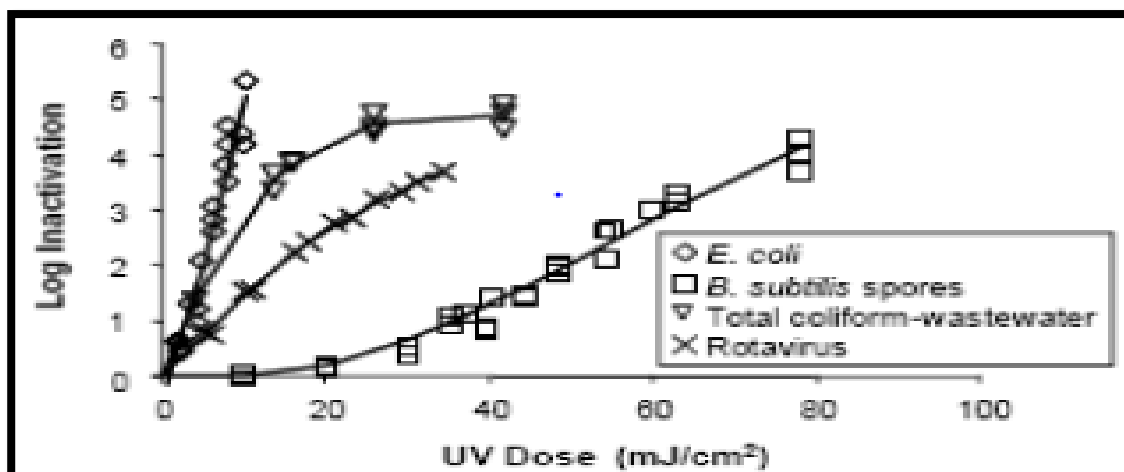


Figure 4: Courbes de doses-réponses pour différents types de micro-organismes
(d'après Chang *et al.*, 1985, cité par EPA, 2006)

La variation de sensibilité observée est difficilement dissociable de son état morphologique. Puisque le rayon doit pénétrer la cellule pour l'endommager, les organismes possédant une paroi plus épaisse ou des structures externes particulières seront en principe plus résistants aux rayons.

e. La taille du génome

Vu la nature de l'action du rayonnement UV, la taille du génome et l'épaisseur des couches externes jouent un rôle important. (BOLTON, 1999) montre qu'à l'intérieur du même genre

bactérien, la réponse peut être variable selon l'espèce, en raison de la taille ou de la composition du génome. Pour assurer leur inactivation, les micro-organismes doivent subir de multiples attaques du rayonnement au niveau du génome. Les acides nucléiques requièrent des dizaines et même des centaines de transformations photochimiques pour que la réplication soit rendue non fonctionnelle. De ce fait, les plus gros organismes présentent généralement la plus importante résistance. D'autre part, on remarque que les génomes qui contiennent des thymines sont les plus sensibles, (**JAGGER, 1967**) impute cette sensibilité au fait que les dimères de thymine sont plus facilement formés que les autres types.

8. L'utilisation des rayons UV

- Diverses études suggèrent un effet protecteur de l'exposition au soleil sur certains types de cancers (**BOFFETTA et COLL, 2008; KRICKER et ARMSTRONG, 2006; JOHN et COLL, 2004; SMEDBY et COLL, 2005 ; LUSCOMBE et COLL, 2001; JOHN et COLL, 2007 ; HUGHES et COLL,2004**). L'explication avancée est le rôle de l'UVB dans la synthèse de vitamine D. Mais ces études utilisent des données écologiques et des approximations de l'exposition au rayonnement UV, comme le temps passé en extérieur. Un groupe de travail du Centre international de Recherche sur le Cancer (**CIRC**) a étudié la relation entre l'exposition à l'UV et une éventuelle diminution de risque pour certains cancers. L'exposition à l'UV diminue le risque seulement pour le cancer du colon.
- La lumière UV est fréquemment utilisée au laboratoire pour induire des mutations et son mécanisme d'action est le plus connu (**NICKLIN, 2000**). Les conséquences les plus graves de l'exposition à la lumière UV, sont les modifications de l'ADN, molécule qui porte toutes les informations nécessaires à la vie des cellules et des individus (**ANGULO, 2004**).
- Le rayonnement UV est utilisé en photothérapie contre certaines maladies comme le psoriasis, la dermatite atopique(**YORK et JACOB, 2010; LE RACHITISME RAJAKUMAR et COLL, 2007**).
- La désinfection par rayonnement UV présente actuellement meilleur rapport coût / performances ce qui explique le développement considérable de son utilisation avec, en 1996, plus de 1000 installations de traitement tertiaires, des plus petites (30m³/j) jusqu'aux plus grandes (300 000 m³/j) en Amérique du Nord et plus de 400 stations de traitement d'eau potable à travers le monde (**WATER ENVIRONMENT FEDERATION, 1996**).

Les domaines d'application de la technologie de désinfection par rayonnement UV s'élargissent au-delà du traitement tertiaire des eaux usées à des utilisations plus large comme la stérilisation des produits agro-alimentaires (**UNLUTURK, 2004**) et à l'industrie pharmaceutique. La majorité des études par exemple la technologie de désinfection par rayon UV utilisant l'UV porte sur le traitement des eaux usées ou sur l'aseptisation de l'eau potable en substitution du chlore. L'efficacité est maximale entre 250 et 280 nm pour dénaturer l'ADN ou encore entraîner des modifications structurales membranaires induisant des pertes en composés cellulaires vitaux, ce qui conduit à la mort cellulaire (**LIU et al., 1993 ; NIGRO et al., 1998**).

La désinfection par les rayons UV est un moyen efficace de contrôler les microorganismes pathogène présents dans l'eau (**MENV, 2003**).

Les microorganismes ne sont pas tous sensibles de la même façon aux rayons UV, par exemple il à été démontré que comparativement à *E. coli*, les virus, sont trois fois plus résistants aux rayons UV, Le poliovirus soient plus sensible au rayon UV que les autres (**EPA, 1999; SHABAN, EL_TAWHEEL ET ALI, 1997**).

Plusieurs études démontrent que la dose UV appliqué aux microorganismes a un impact majeur sur le degré de photoréactivation, est un monomérisation directe des dimères de Thymines réalisée par la photolyase (ou enzyme de photoréactivation) la photolyase est une enzyme monomérique (**VOET et VOET, 1998**). Ce phénomène est atténué lorsque la dose UV augmente entre 300_500nm et s'effectue en deux étapes (**KACHIMADA et al.,1996**).

- D'un point de vue sociétal, certaines personnes considèrent le bronzage induit par l'exposition au rayonnement solaire comme un atout esthétique. Il est souvent considéré comme un facteur améliorant l'apparence. (**GOULART & WANG, 2010; CAFRI ET COLL, 2009; BÖRNER ET COLL, 2009**).



Chapitre2:
Généralité sur *Escherichia coli*

1. Introduction sur l'*Escherichia coli*

Escherichia coli, une bactérie à Gram négatif, occupe une place centrale dans le domaine de la recherche microbiologique en raison de son importance à multiples facettes dans les domaines médicaux et environnementaux. Son omniprésence dans divers écosystèmes souligne sa polyvalence et son adaptabilité (FOSTER-NYARKO et PALLEN, 2022; BLOUNT, 2015; IDALIA et BERNARDO, 2017; ADAMCZYK et REED, 2017; RODRIGUEZ et al., 2017). En tant qu'organisme modèle, *E. coli* est un sujet d'étude inestimable qui permet de comprendre la dynamique complexe du comportement microbien.

Cette bactérie joue un double rôle : elle est à la fois un habitant commensal de l'intestin humain et un pathogène potentiel capable de provoquer toute une série d'infections (FOSTER-NYARKO et PALLEN, 2022; IDALIA et BERNARDO, 2017; ADAMCZYK et REED, 2017). Cette dualité souligne son influence sur la santé humaine et son rôle central dans la transmission des maladies. Au-delà de sa pertinence médicale, la capacité d'*E. coli* à se développer dans divers environnements, des écosystèmes naturels aux habitats anthropogéniques, témoigne de sa remarquable résilience (FOSTER-NYARKO et PALLEN, 2022 ; BLOUNT, 2015 ; IDALIA et BERNARDO, 2017).

La remarquable capacité d'adaptation d'*E. coli* à des conditions environnementales fluctuantes en fait un sujet exceptionnel pour l'étude des réponses microbiennes à des facteurs de stress tels que le rayonnement UV (FOSTER-NYARKO et PALLEN, 2022 ; ADAMCZYK et REED, 2017). En examinant les recherches antérieures sur les effets du rayonnement UV sur *E. coli*, nous mettons en lumière les subtilités de ses réponses et de ses adaptations, en éclairant les mécanismes plus larges qui sous-tendent la survie microbienne face au stress UV.

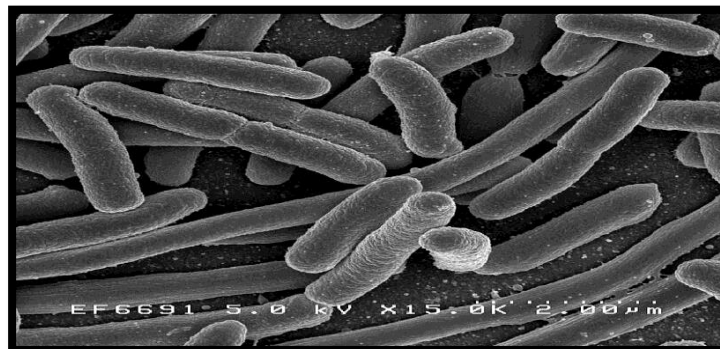


Figure 5 : *Escherichia coli* observées au microscope électronique (Gx10000) (GOUBAU et PELLEGRIMS, 2000).

2. Historique d'*Escherichia coli*

Le médecin allemand Theodor Escherich a terminé une partie de ses études de médecine à Strasbourg en 1885 et a publié sa thèse de doctorat en pédiatrie sur les nourrissons exclusivement allaités à Munich en 1881 Les bactéries intestinales et leur relation avec la physiologie digestive (MOUALKIA et ANSAR, 2015).

Le médecin allemand Theodor Escherich a isolé l'*E. coli* en 1885 (JEAN et al., 1992).

Escherichia coli a été isolée en 1904 à partir d'une étude sur les excréments de nourrissons en 1919 a été nommée par Castellani et Chalmers (MOUALKIA et ANSAR, 2015; BENABDALLAH-KHODJA et HAMLAOUI, 2016),

Selon MOUALKIA et ANSAR, (2015) Entre 1920 et 1930, plusieurs études ont tenté d'identifier différentes souches d'*E. coli*. *E. coli* associées à la pathologie intestinale cependant les résultats de ces études n'ont été publiés qu'en 1940.

3. Habitat d'*Escherichia coli*

Escherichia coli est un type de bactérie qui vit dans de nombreux endroits de l'environnement, y compris le système gastro-intestinal des humains et des animaux (1010 par gramme de matières fécales) (DENIS et al., 2016; BASAVARAJU et GUNASHREE, 2022). À sang chaud, où elle fait partie du microbiote intestinal.

Il vit également dans l'environnement (eau, sédiments et sol), qui varie considérablement en termes de conditions physiques, de portée et de quantité de nutriments disponibles. *E. coli* forme une interrelation avec son hôte (BASAVARAJU et GUNASHREE 2022; Howard, 2004).

4. Pathogénicité et virulence

Les *Escherichia coli* sont des bactéries qui peuvent coloniser sans danger l'intestin humain ou provoquer des infections intestinales ou extra-intestinales, y compris des maladies invasives graves telles que la bactériémie et la septicémie. *E. coli* est la cause la plus

Fréquente de bactériémie dans les pays à revenu élevé, dépassant d'autres principaux pathogènes responsables de bactériémie tels que *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus pneumoniae*, et est une cause principale de méningite chez les nouveau-nés (BONTEN et al., 2021).

4.1 Différents types pathogènes d'*Escherichia coli*

Les souches pathogènes d'*E. coli* peuvent être classées en divers pathotypes en fonction des facteurs de virulence acquis par transfert horizontal, de l'environnement de colonisation, des caractéristiques d'invasion et de la pathologie induite.

- Pathovar EPEC (Enteropathogenic *E. coli*) est divisé en deux sous-groupes EPEC1 et 2, dont
- Enfin, Pathovar ExPEC (Pathogenic extraentero *E. coli*) est principalement divisé en groupe B2 et une petite partie appartient au groupe D appartiennent respectivement aux groupes phylogénétiques B1 et B2.
- L'EHEC pathogène (*Escherichia coli* entérohémorragique) est réparti entre les groupes A et B1, mais l'EHEC est également présent dans le groupe E, par exemple le sérotype O157:H7.
- ETEC pathogènes (*Escherichia coli* entérotoxigène) ont été répartis entre les groupes A, B1 et C.
- EAEC (Enteroaggregative *E. coli*) et DAEC (Diffuse Adhesive *E. coli*) ont été trouvés dans tout l'arbre phylogénétique à l'exception du groupe E.
- Shigella et EIEC (*Escherichia coli* entéro_invasives) forment un groupe monophylétique hautement spécialisée

Tableau 1: Présentation des caractères morphologiques ainsi que l'effet pathologique d'*Escherichia coli* (DJAALB, et AIDOUCI, 2015).

	Patho types	Signes cliniques	Signes pathologiques	Epidémiologie
Intestinaux	ETEC	Diarrhée d'eau	Néant	Enfants et touristes des pays en voie de développement
	EIEC	Dysenterie	Inflammation de la muqueuse du côlon	Toutes les personnes sont susceptibles

Suite de tableau1:

Intestinaux	EPEC	Gastro-entérite	Lésion de muqueuse intestinale	la Enfants de moins de deux ans dans les pays en voie de développement
	EHEC	Diarrhée avec traces de sang	Lésion de la muqueuse intestinale et nécrose des cellules épithéliales	Enfants et personnes âgées des pays développés
	EAEC	Diarrhée persistante	Inflammation de la muqueuse intestinale	Enfants et touristes des pays en voie de développement
	DAEC	Diarrhée d'eau		Enfants entre deux et cinq ans dans les pays en voie de développement
Extra-intestinaux	UPEC	Infection urinaires	Inflammation de la vessie, du rein ou du bassin	Toutes les personnes sont susceptibles
	MNEC	Méningites	Inflammation méninges	Nouveaux nés et patients de neurochirurgie

5. Importance de l'étude des réponses microbiennes aux UV

L'étude des réponses microbiennes au rayonnement UV revêt une importance considérable en raison de l'omniprésence des micro-organismes, y compris des bactéries

Comme *Escherichia coli*, et de leur rôle crucial dans divers écosystèmes. Ce domaine de recherche a des implications qui couvrent plusieurs domaines critiques:

5.1 Santé publique

Les réponses microbiennes au rayonnement UV ont des implications directes pour la santé publique, en particulier en ce qui concerne les pathogènes d'origine hydrique. Le rayonnement UV peut influencer la viabilité et la capacité de survie de ces pathogènes dans les sources d'eau, ce qui affecte ensuite la sécurité de l'approvisionnement en eau potable. Il est essentiel de comprendre comment les micro-organismes, tels que les bactéries pathogènes, réagissent au rayonnement UV pour garantir une désinfection efficace de l'eau et atténuer les risques associés aux maladies d'origine hydrique (ZIMMER et SLAWSON, 2002).

5.2 Santé environnementale

Les environnements naturels regorgent de micro-organismes qui jouent un rôle fondamental dans la dynamique des écosystèmes. Le rayonnement UV a un impact significatif sur la viabilité de ces micro-organismes, influençant les interactions écologiques et le cycle des nutriments. L'étude des réponses microbiennes au rayonnement UV permet de mieux comprendre les relations complexes entre les micro-organismes et leur environnement, ce qui contribue à une meilleure compréhension de la manière dont le rayonnement UV façonne la structure et la fonction des écosystèmes (YEMMIREDDY *et al.*, 2022).

5.3 Biotechnologie

Le rayonnement UV est un outil polyvalent dans diverses applications biotechnologiques. Il est essentiel de comprendre les réactions microbiennes au rayonnement UV pour exploiter son potentiel dans des domaines tels que la conservation des aliments et le traitement des eaux usées. Dans la conservation des aliments, le rayonnement UV peut être utilisé pour inactiver les micro-organismes nuisibles, ce qui prolonge la durée de conservation des produits et améliore la sécurité alimentaire. En outre, le rayonnement UV joue un rôle essentiel dans les processus de traitement des eaux usées, en aidant à la désinfection des effluents et en contribuant à la réduction de la contamination de l'environnement (NGUYEN *et al.*, 2022 ; YEMMIREDDY *et al.*, 2022).

5.4 Mécanismes des dommages

Le rayonnement UV endommage les cellules d'*Escherichia coli* (*E. coli*) par le biais d'une série de mécanismes moléculaires complexes. L'un des principaux modes de détérioration est la formation de dimères de pyrimidine, où les bases adjacentes de la thymine ou de la cytosine dans la molécule d'ADN forment des liaisons covalentes en raison de l'absorption de photons UV. Cela déforme la structure en double hélice de l'ADN et interfère avec les processus normaux de réplication et de transcription. Les figures 1A, 1B et 1C illustrent les différents types de dimères de pyrimidine, y compris les dimères de thymine-thymine et les dimères de thymine-cytosine, ainsi que les lésions 6-4 qui peuvent se former à la suite d'une exposition aux rayons UV.

En outre, le rayonnement UV peut entraîner la réticulation des brins d'ADN, formant des liaisons covalentes entre différentes molécules d'ADN ou entre l'ADN et d'autres biomolécules. Cette réticulation entrave physiquement la réplication de l'ADN et la machinerie de transcription, perturbant ainsi ces processus cellulaires vitaux. L'accumulation de telles lésions de l'ADN peut dépasser les mécanismes de réparation de la cellule et compromettre l'intégrité du génome. La combinaison des dimères de pyrimidine, de la réticulation et d'autres altérations structurelles induites par les UV augmente la probabilité de mutations génétiques et de mort cellulaire potentielle. L'élucidation de ces mécanismes complexes permet de comprendre comment les cellules d'*E. coli* réagissent et font face au stress induit par les UV, ce qui permet de mieux comprendre l'adaptation microbienne aux défis environnementaux. **(Kansas State University Department of Physics, n.d).**

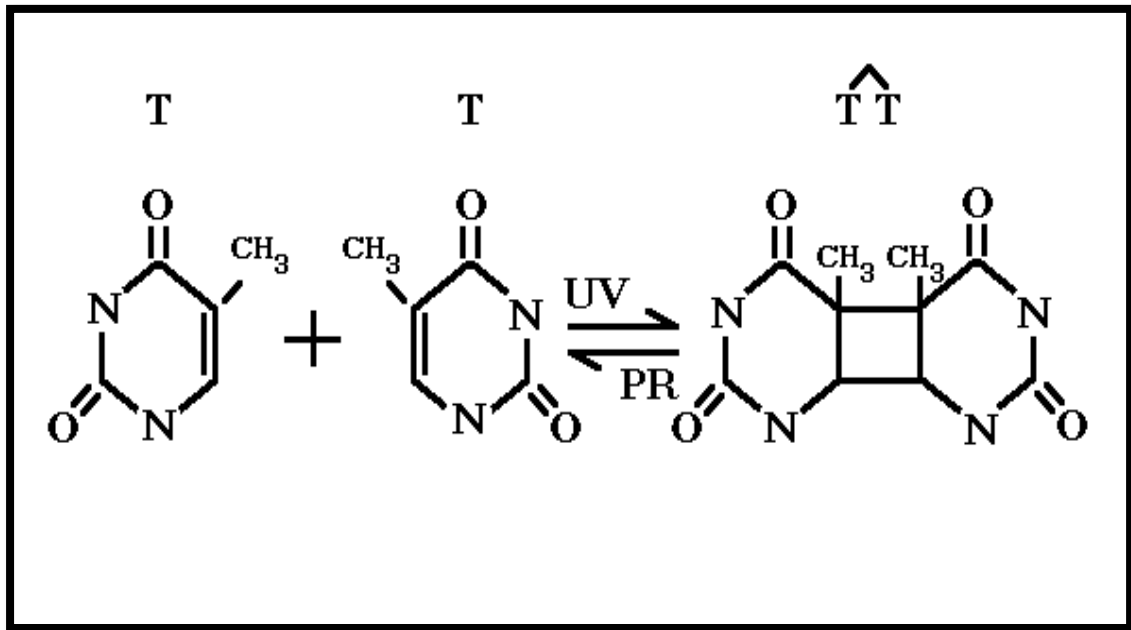


Figure 6: Formation d'un dimère de thymine-thymine (Kansas State University Department of Physics, n.d).

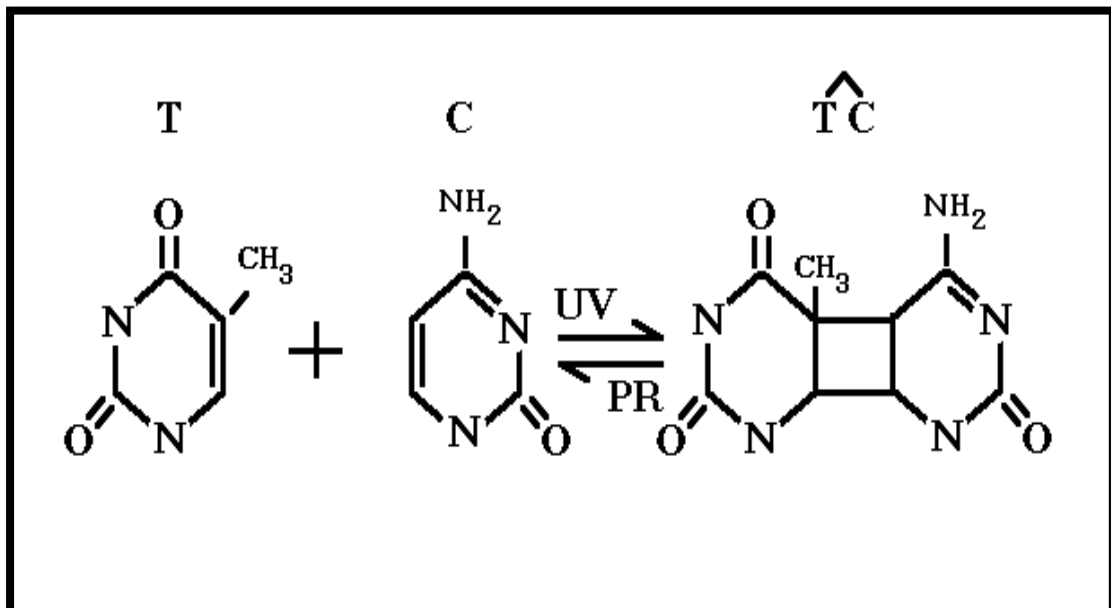


Figure 7: Formation d'un dimère de thymine-cytosine (Kansas State University Department of Physics, n.d).

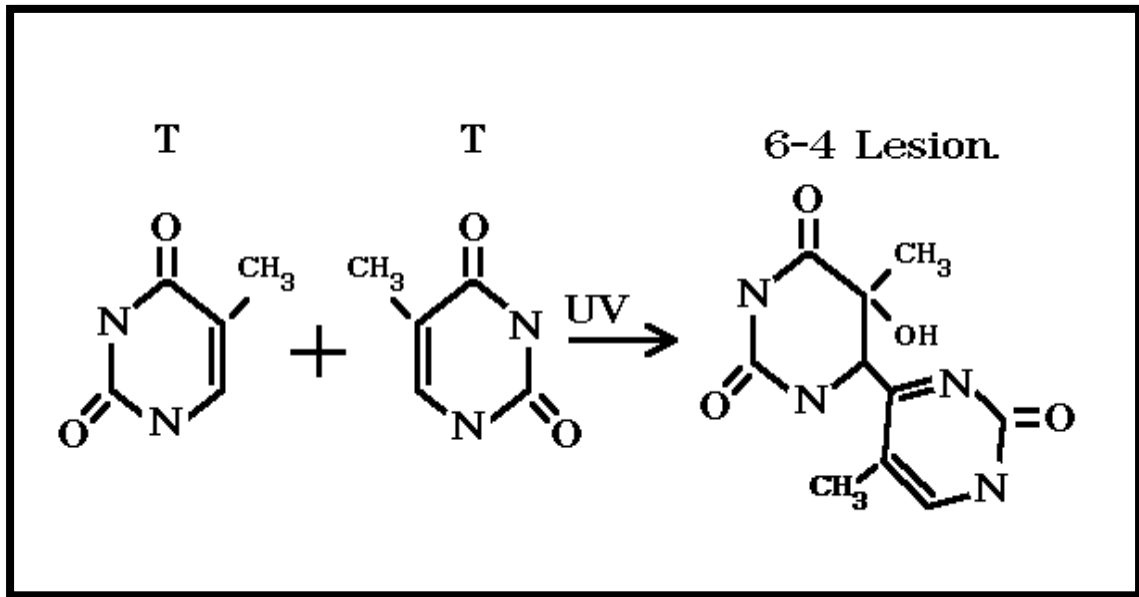


Figure 8: Formation d'une lésion 6-4 (Kansas State University Department of Physics, n.d).



Chapitre 3:
Martiales et Méthodes

1. Objectifs de l'étude

- Les objectifs du présent mémoire peuvent se résumer comme suit :
- Mettre en évidence l'effet antimicrobien des rayons ultraviolets (UV) sur *Escherichia coli*.
- Mettre en évidence l'effet de temps de l'exposition aux UV sur la survie d'*Escherichia coli*.
- Suivre l'augmentation de l'efficacité des rayons UV sur *Escherichia coli*.
- Mettre en évidence l'effet de l'application directs des rayons UV sur la charge microbienne.

2. Principe de l'étude

Dans le présent travail, nous allons étudier :

L'efficacité de la désinfection aux UV sur la charge microbienne, nous avons aussi testé quelle était l'influence des conditions expérimentales sur l'évaluation de l'efficacité de la désinfection aux UV. Et l'impact de facteurs de temps d'exposition.

En prenant comme modèle de micro-organismes entériques "*Escherichia coli*" qui constitue le groupe de bactéries indicatrices de contamination fécale le plus couramment utilisé. Les souches d'*Escherichia coli* utilisées dans cette étude sont ATTC

Ces études ont été faites au laboratoire de l'université "Ziane Achoune" à Djelfa.

3. Matériels utilisés

3.1. Milieux de culture

- Gèlose Hèktoen.



Figure 9:Préparation de milieu Hektoen (originale 2023)

- L'eau distillée.
- Bouillon Nutritif (Merck).



Figure 10: Préparation de Bouillon Nutritif (Merck). (originale 2023)

3.2. Equipements

- Bec Bunsen.
- Etuves d'incubation.
- Bain Marie de marque Firlabo et chauffe ballon.

3.3. Instruments de prélèvement, de transfert, d'étalement et d'observation

- Pipettes Pasteur stériles
- Anse de platine.
- Boites Pétri stériles.
- Pipettes graduées .

3.4. Les appareillages

- La lampe ultraviolette.
- Lunettes .
- les gants.

4 Description de la lampe UV

La caractérisation physique de la lampe UVC est la lampe à vapeur de mercure. Il s'agit de lampes à arc électrique provoquant l'excitation des atomes de mercure, puis l'émission de radiations par retour à leur état fondamental. Le spectre d'émission dépend de la pression de mercure dans ces lampes germicides (**BOLTON et HENKE, 1999**).

On distingue ainsi trois types de lampes : les lampes à basse, moyenne et haute pression. Les essais préliminaires se font du pic à 360 nm dans les conditions expérimentales utilisées (le temps et le mode d'exposition), qui émettent à une longueur d'onde monochromatique à 254 nm, et qui représente le maximum d'effet germicide (**BOLTOLTON et HENKE, 1999**).



Figure 11: l'appareil UV utilisé (originale 2023)

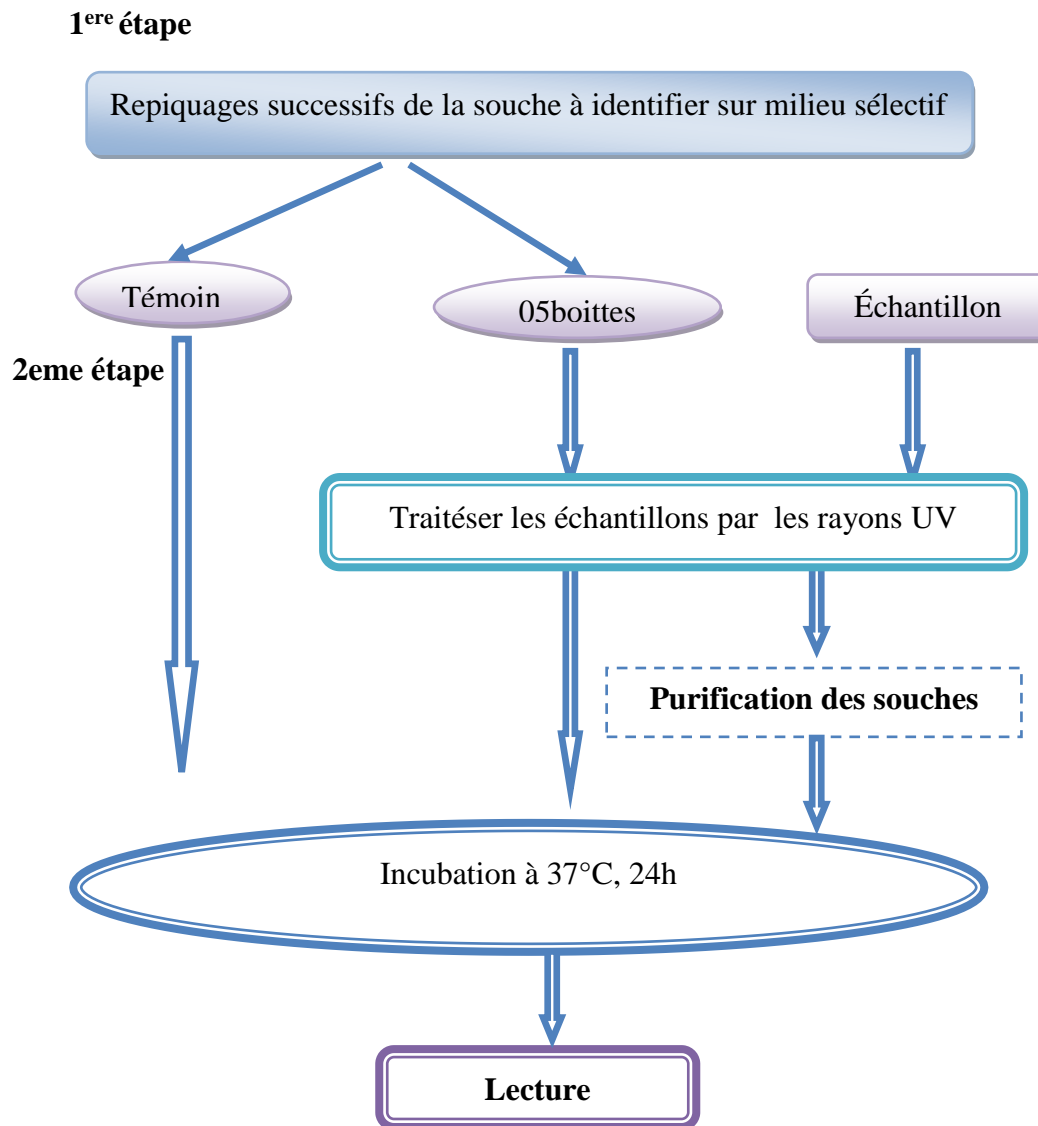


Figure 12: Diagramme montrant le protocole expérimental.

(bioutils.mutagenesNEW ,2020)

5. Application les souches sur l'UV

En vue de comparer le pouvoir désinfectant de la lampe UV a des temps différents

❖ Technique

- Escherichia coli est cultivé sur Bouillon Nutritif (Merck) à 37°C pendant 18h;

- En fin de période d'incubation, la concentration obtenue en bactéries est comprise entre 6.4×10^6 et 1.3×10^7 UFC. ML^{-1} (Unité Formant Colonie par millilitre);
- La suspension bactérienne est diluée chaque dilution est étalé (1 ml) à la surface d'un milieu Hektoen content dans une boîte de Pétri;
- Les échantillons sont traités aux différents couples temps à l'irradiation UV;
- Après incuber à $37^{\circ}C$ pendant 24 heures;
- Le témoin correspond aux échantillons non-traités et le test à ceux soumis aux UV.

❖ **Lecture :**

- Toujours de façon identique, ont donc permis de travailler sur des populations jugées identiques et comparables;
- La mortalité cellulaire a été évaluée par la méthode des dilutions/étalements qui permet de quantifier l'aptitude des bactéries à se revivifier sur milieu gélosé.

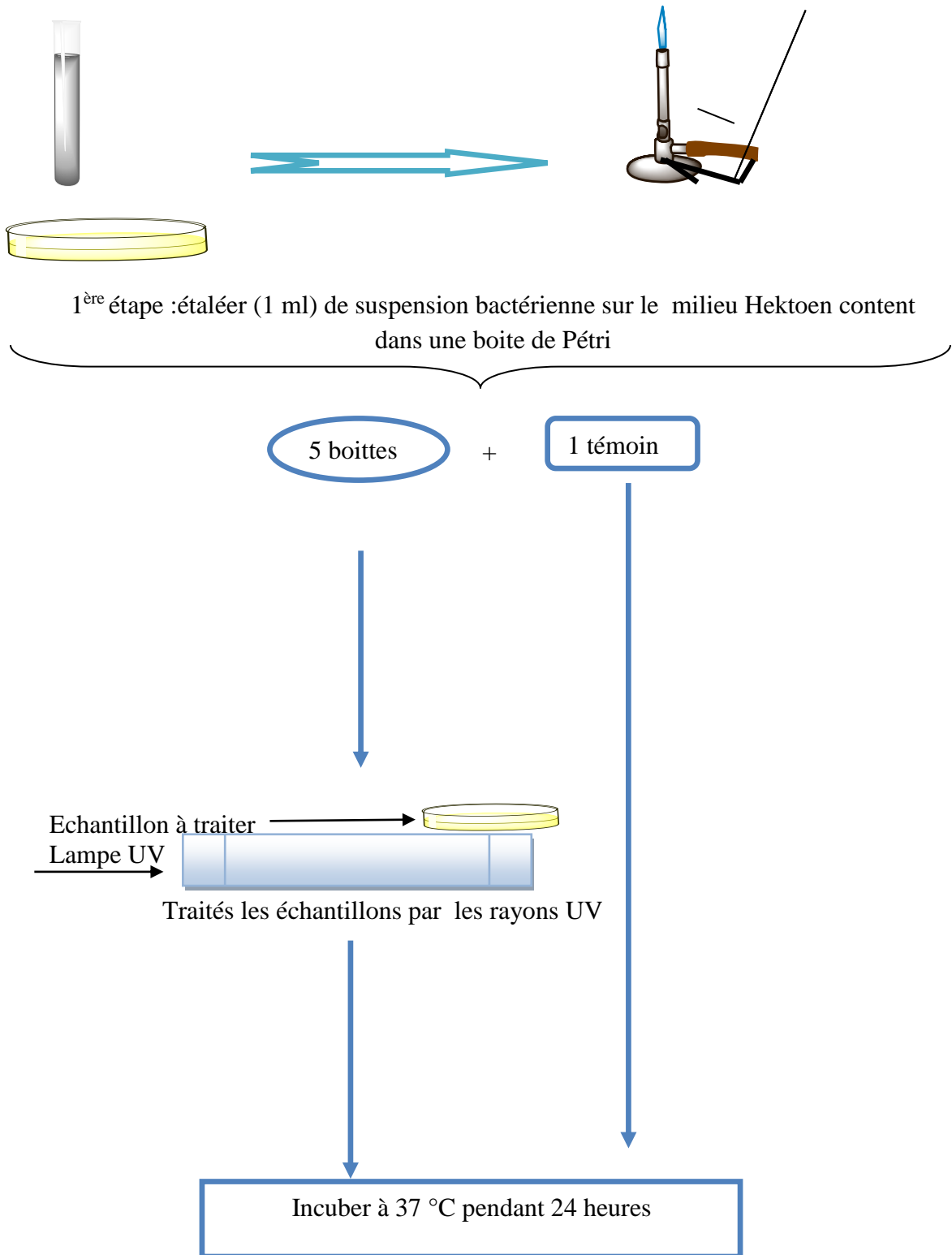
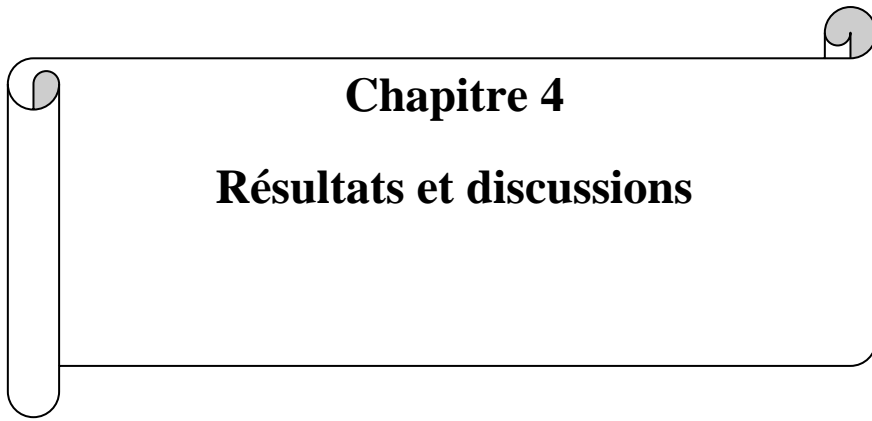


Figure13: Schéma de travaille expérimentale.([bioutils.mutagenesNEW,2020](#))



Chapitre 4
Résultats et discussions

1. Caractéristiques microbiologique des souches *E. Coli*

- *E. coli* est un germe souvent associé à la qualité hygiénique des eaux de lavage et est retrouvé comme un indicateur de contamination fécale.... etc.
- Un repiquage des souches bactériennes d'*E. coli* (des souches de référence ATCC) sur un milieu Hektoen (milieu sélectif).



Figure 14:Résultat de ATCC d *E. coli* sur milieu Hektoen(Originale, 2023).

- Nous avons obtenu des souches d'*E. Coli* (échantillons 1; 2). Puis l'exposition ces souches d'*E. Coli* (les deux échantillons) aux rayons UV pendant différents intervalle des temps 6, 12, 18, 24, 30 seconde.
- L'incubation des ces souches à température 37°C, les résultats sont présentés comme suit :

1.1. Résultats de l'impacte des rayons UV sur l'*E. Coli*

Les résultats du pourcentage d'inhibition % de différentes souches d'*Escherichia Coli* des deux échantillons sont représentés dans le tableau 03 (Annexe 3). Ils présentent des valeurs moyennes de Inhibition (%) est égale 83,66%. Les valeurs de pourcentage d'inhibition varient entre 70 et 90% avec la variation de temps d'exposition des souches aux rayons UV.

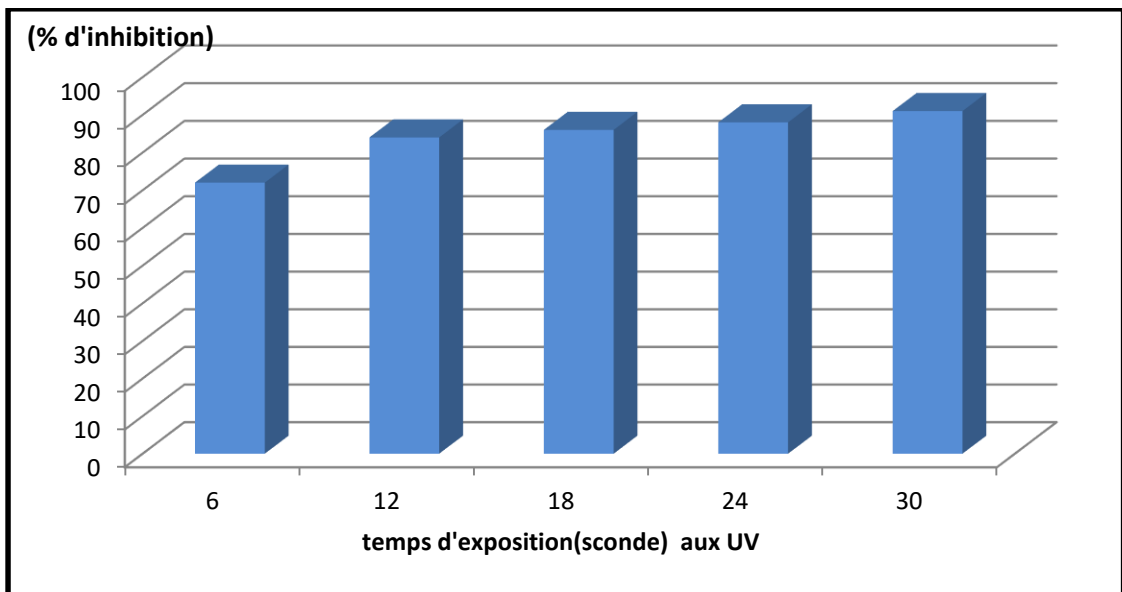


Figure15: Représentation graphique des résultats de pourcentages d'inhibition des souches *E. Coli* après l'exposition sur les rayons UV (6, 12, 18, 24, et 30 seconde) de l'échantillon A. (Originale, 2023).

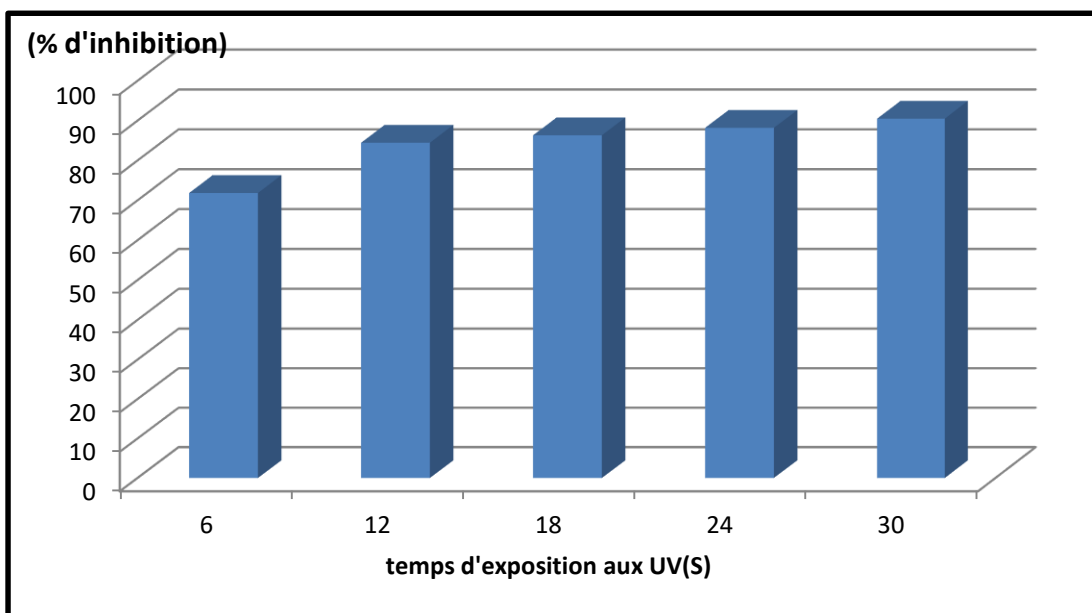


Figure16: Représentation graphique des résultats de pourcentages d'inhibition des souches *E. Coli* après l'exposition sur les rayons UV (6, 12, 18, 24, et 30 Seconde) de l'échantillon B. (Originale, 2023).

D'après les figures, on remarque que les souches d'*E. Coli* testés est sensible aux UV (de 70,62 à 90,96 % d'inhibition). Cette inhibition est croissante avec le temps d'application. Il y a une différence significative ($P < 0,05$) entre le différent intervalle de temps. Et il n'est ya

pas une différence significative entre les deux échantillons étudiés. Ce résultat semble être logique.

La conclusion intermédiaire est que dans le temps le plus court (6 secondes), *E. coli* a le taux d'inhibition le plus élevé (90,96 %). Autrement dit, plus une souche est exposée à la lumière UV, plus le pourcentage d'inhibition augmente. Selon la littérature, les rayons UV sont plus efficaces contre les bactéries à Gram négatif (HASSEN *et al*, 2000).

1.2.L'évolution de la sensibilité des souches *E. coli* aux rayons UV

Un changement remarquable de la moyenne du pourcentage d'inhibition % entre les deux échantillons A et B, peut être représenté dans la figure ci-dessous:

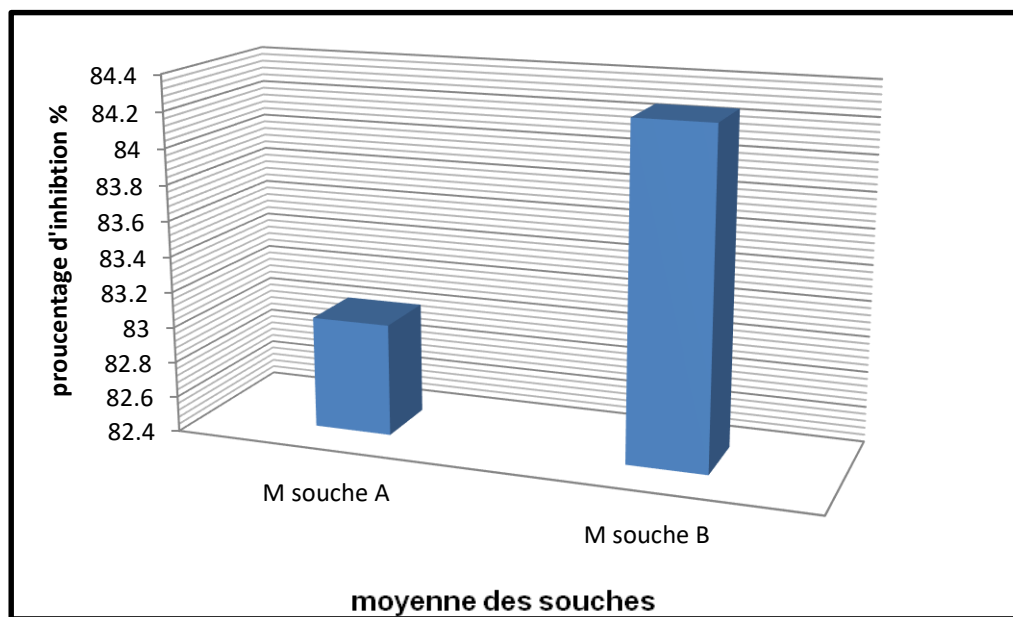


Figure17: Représentation graphique de la moyenne du pourcentage d'inhibitions. (Originale, 2023).

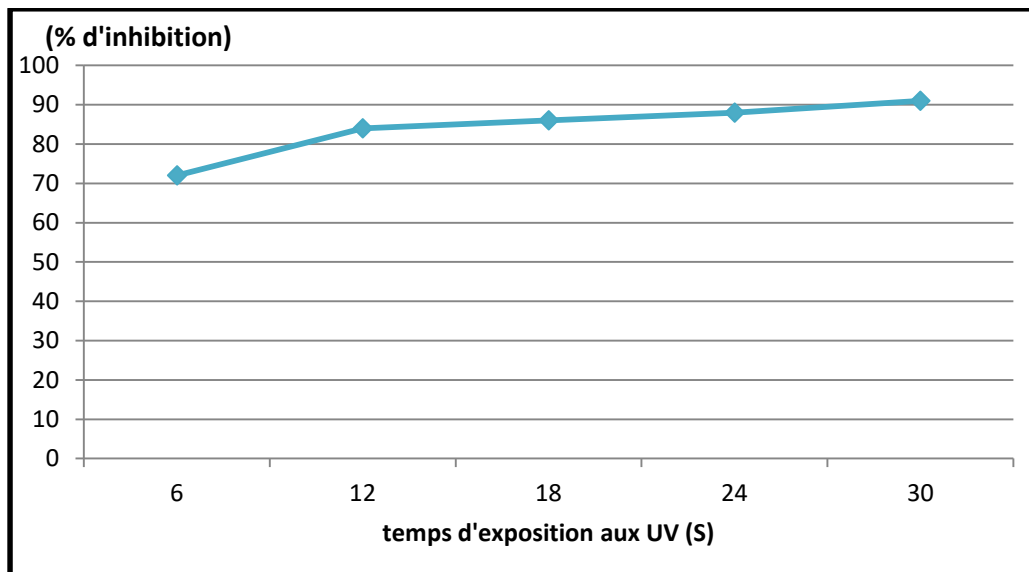
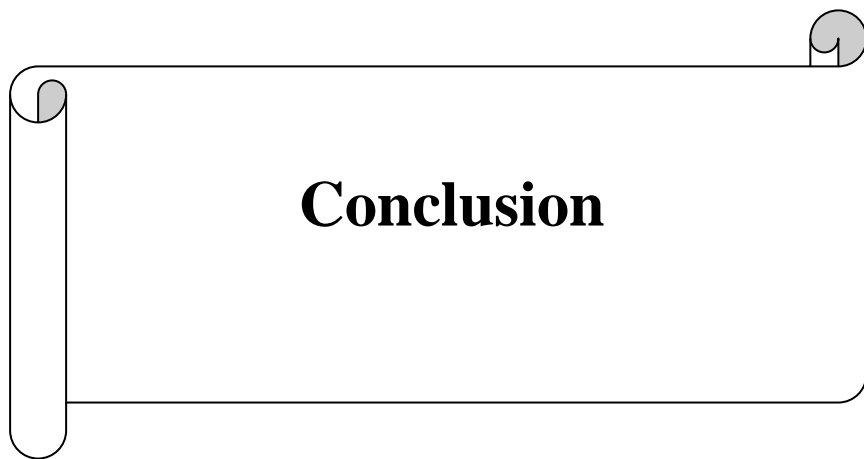


Figure18: Evolution du pourcentage d'inhibition pour les deux échantillons.

La figure 18, montre que la moyenne du pourcentage d'inhibition des deux échantillons augmenté assez rapidement. Cette augmentation est due l'effet antimicrobien des rayons UV. (Originale, 2023).

Après 18 seconde le pourcentage d'inhibition est augment plus rapidement c'est-à-dire l'impacte des rayons UV sur les souches *E. coli* sera plus fort.



Conclusion

Conclusion

Dans un contexte global de sécurité alimentaire, associé à une recherche de nouveaux procédés d'amélioration de la qualité, de prolongement de la fraîcheur, mais aussi de volonté de diminution des pertes post-récoltes. La désinfection par les rayons UV est une méthode de traitement récent plus utilisé pour traitement de l'eau potable, les alimentsetc.

Le présent projet a pour but de combiner l'impact des rayons ultraviolets (UV) sur la survie d'*Escherichia coli*.

A travers cette étude, nous avons étudié les effets antimicrobiens des ultraviolets (UV) sur souche pure qui a été soumise à Cinq temps de traitement par l'UV (6, 12, 18, 24 et 30 s) et distances de la lampe été fixé.

Les différents résultats confirment la sensibilité de la différente souche testée aux rayonnements UVC, Les UVC (254 nm) sont responsables de l'action antimicrobien.

Le pourcentage d'inhibition % que nous avons déterminé à partir le nombre d'unité formant colonies UFC/ml⁻¹. Nous a permis de conclure que l'effet antimicrobien des UV est augment avec l'augmentation de temps de traitement par l'UV.

Au terme de cette étude nous recherche de déterminer l'impact des rayons ultraviolet sur la survie d'*Escherichia coli*, ont permis de conclure l'action bactéricide des rayons UVC sur la bactérie. Et le mode de traitement par UV est très important.



Références bibliographiques

BIBLIOGRAPHIE

A

- **ABRAHAMS,PJ.,VAN DER,E.(1976).** Host-cell reactivation of ultraviolet-irradiated SV40 DNA in five complementation groups of xerodermapigmentosum. *Mutat Res.***35**: 13-22.
- **AGAR,A.(2004).** The basal layer in human squamous tumor harbors more UVA than UVB fingerprint mutations : A role for UVA in human skin carcinogenesis.**101**:4954-4959p.
- **ANGULO ,F., NARGUND ,V.,CHILLER, T. (2004).** Evidence of an association between use of antimicrobial agents in food animals and antimicrobial resistance among bacteria isolated from humans and the human health consequence of such resistance.**51**: 374-379p.
- **ANONYME.(1985).** Special feature :*Escherichia coli*.**95-521P**.
- **ANONYMOUS.(1996).** Microbiological Specifications for Foods *Escherichia coli*.. Microorganisms in Foods. Characteristics of Microbial Pathogens. *Blackie Academic & Professional*. **217-264p**.
- **ARMSTRONG ,K.(1994).** Stratospheric ozone and health. *International journal of epidemiology*.**23**(5): 873-85.
- **AUCAMP P, J.,BJÖRN, O.,LUCAS , M.(2011).** Questions and answers about the assessment. *Photochemical & Photobiological Sciences*.**10**: 301p.
- **AWWA.(1990).** Alternative disinfection technologies for small drinking water systems .**1-3**.

B

- **BERGAN, T.(1984).** Classification of *Escherichia coli*. *Methods Microbiol.***14** : 1-41p.
- **BETTELHEIM, A.(1994).** Biochemical characteristics of *Escherichia coli*. In :Gyles C.L. *Escherichia coli* in domestic animals and humans.**3-30p**.
- **BEUTIN,L.(1999).** *Escherichia coli* as a pathogen in dogs and cats.**30**: 285-298p.
- **BOLTON JAMES, R.(1999).**Light Compendium– Ultraviolet Principles and Applications.*Inter-American Photochemical Society Newsletter*. **22**(2).

- **BÖRNERF, U., SCHÜTZ, H., WIEDEMANN ,P.(2009).** A population-based survey on tanning bed use in Germany.**9-6p.**
- **BIOUTILS.MUTAGENESNEW2020.**https://www.bioutils.ch/system/pdf_documents/docs/000/000/012/original/7.mutagenesNEW2020.
- **BRENNER,D.J.(1984).** Facultatively anaerobic Gram-negative rods. Family I: *nterobacteriaceae*. In : Krieg N.R., Holt J.G. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology.**1:408-420p.**
- **BROES,A.(1993).** Les *Escherichia coli* pathogènes du chien et du chat. **137: 377-384p.**
- **BURNENS A P .R., ZBINDEN ,L., KAEMPF ,I., HEINZER AND NICOLET ,J.(1993).**A case of laboratory acquired infection with *Escherichia coli* O157:H7.**279:512-517.**

C

- **CAFRI ,G.(2009).** Investigating the role of appearance-based factors in predicting sunbathing and tanning salon use. Journal of behavioral medicine.**32(6): 532-44p.**
- **CDC.(2001).** Centers for Disease Control - Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection associated with eating fresh cheese curds Wisconsin, June 1998. *Morbidity and Mortality Weekly Report* .**49** : 911–3p.
- **CHANG ,J., OSOFF ,S., LOBE ,D., DORFMAN ,M., DUMAIS ,C.,QUALLS R,G., JOHNSONJ, D.(1985).** UV inactivation of pathogenic and indicator microorganisms. Applied and Environmental Microbiology .**49**: 1361–1365p.

D

- **DE RYCKE ,J., MILON, A., OSWALD ,E.(1999).** Necrotoxic *Escherichia coli* (NTEC): two emerging categories of human and animal pathogens. **30** : 221- 233P.
- **DHO-MOULIN, M (1993).** Les *Escherichia coli* pathogènes des volailles. **137** : 353-360p.
- **DHO-MOULIN, M.,FAIRBROTHER ,J.M.(1999).**Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). **30**:299-316p.

References bibliographiques

- **DIFFEY ,B.(2002).** Human exposure to solar ultraviolet radiation. Journal of Cosmetic considerations”, Proceedings, Water Quality Technology Conference, AWWA, Tampa Dermatology .1: 124-130p.
- **DONNENBERG ,M., WELCH ,R.(1996).** Virulence determinants of non-pathogenic *Escherichia coli*. In : Mobley H.L.T., Warren J.W. Urinary tract infections : molecular pathogenesis and clinical management. ASM Press: Washington D.C.135-174p.
- **DYKSTRA ,Z.(2002).** effective irradiance by clouds. Photochemistry and photobiology.65(6): 969-73p.

E

- **EL GHISSASSI , F.(2009).** A review of human carcinogens Part D: radiation. The Lancet Oncology. 10(8):751-752p.
- **EPA .(1999).** Human Health Criteria Document. November 1999. Office of Science and Technology. Office of Water. United States Environmental Protection Agency, Washington. 822 :99-011.
- **EPA.(2006).** Aeromonas: Human Health Criteria Document. March 2006. Office of Science and Technology. Office of Water. United States Environmental Protection Agency, Washington.68 :02-026.
- **ESCHERICH ,T.(1885).** Die Darmbakterien des Neugeborenen und Säuglings. *Fortschr.* 1(3):515-522p.

F

- **FAIRBROTHER,J. (1993).** Les colibacilloses du porc. 137 : 369-375p.
- **FARMER ,J., DAVIS ,B., HICKMAN-BRENNER ,F., McWORTER,A., HUNTLEY-CARTER ,G., ASBURY, M., RIDDLE ,C., WATHE-GRADY ,H., ELIAS, C., FANNING, G.,STEIGERWALT ,A., O’HARA, C., MORRIS ,G.,SMITH, P., BRENNER ,D. (1985).** Biochemical identification of new species and biogroups of *Enterobacteriaceae* isolated from clinical specimens.*J. Clin. Microbiol.* .21:46-76p.

G

- **GALLAGHER R,P., LEE T,K.(2006).** Adverse effects of ultraviolet radiation: a brief environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change.

References bibliographiques

- **GHEBRU ,A.(1988)**. Contribution à l'étude du pouvoir pathogène des *Escherichia coli*. Mémoire De Maitrise Des Sciences Vétérinaires En Microbiologie Immunologie, Nantes.**255-373p**.
- **GOULART, J., WANG, S.(2010)**. Knowledge, motivation, and behavior patterns of the general public towards sun protection. *Photochemical & photobiological sciences Official journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology*.**9(4): 432-8p**.
- **GRAINGER ,R.,BASHER , R., MCKENZIE , R.(1993)**. UV-B Robertson-Berger meter characterization and field calibration. **32(3) : 343p**.
- **GYLES C, L.(2007)**. Shiga toxin-producing *Escherichia coli*: an overview.**85:45-62**.

H

- **HALLIDAY,G., RANA ,S.(2008)**. Waveband and dose dependency of sunlight induced immunomodulation and cellular changes. *Photochemistry and photobiology*.**84(1):35-46p**.
- **HANES ,D.(2003)**. Nontyphoid *Salmonella*. In: Miliotis N., Bier J.(Eds.); *International Handbook of Foodborne Pathogens*, Marcel Dekker: New York. **137-149p**.
- **HARTGE,P.(2006)**. Ultraviolet radiation, dietary vitamin D, and risk of nonHodgkin lymphoma (United States). *Cancer causes & control* .**17(8):1045-52p**.
- **HEUVELINK A ,E., ZWARTKRUIS-NAHUISJ,T., VAN DEN BIGGELAAR F,L.,VAN LEEUWENW,J.,DEBOER ,E.(2002)**. Isolation and characterization of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 from slaughter pigs and poultry. *Int. J. Food Microbiol* .**52 : 67–75p**.
- **HEUVELINKA,E., VAN DEN BIGGELAARF,L.,ZWARTKRUIS-NAHUISJ.,HERBESR,G.,HUYBEN RNAGELKERKE ,N., MELCHERSW, J.,MONNENS ,L., BOER ,E.(1999)**. Occurrence of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 on Dutch dairy farms. *J ClinMicrobio.l*.**36 :3480–3487p**.
- **HIJNENWA,M., BEERENDONKE,F., MEDEMAG,J.(2006)**. “Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan cysts in water: a review.” **40 :3–22p**.
- **HOLLANDA,J.,CLEVELANDD,W.(1990)**. Boverirevisited: chromosomal instability, aneuploidy and tumorigenesis. **10 : 478-87p**.

References bibliographiques

- **HORNECK ,G.(1995).** Quantification of the biological effectiveness of environmental UV radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology.* **31**(1-2):43-49p.
- **HUANG ,X., WANG,H.,YIN S., CHEN X.,CHEN W.,ET YANG H.(2009).** Sterilization system for air purifier by combining ultraviolet light emitting diodes with TiO₂. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology .* **84** :1437-1440p.
- **HUANGZ., MANESSPC., BLAKE D,M., WOLFRUM E,J.,SMOLINKI S,L.,ET JACOBYWA.(2004).** Bactericidal mode of titanium dioxide photocatalysis. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry.***130**: 163-170p.

J

- **JAGGER ,J.(1967).** Introduction to research in ultraviolet photobiology . Prentice-Hall inc. Englewood Cliffs, NJ. **164 p.**
- **JOHN ,E. (2004).** Residential sunlight exposure is associated with a decreased risk of prostate cancer. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology.***89-90**(1-5) : 549-52p.
- **JOHNSEN ,B., MOAN, J.(1991).** The temperature sensitivity of the Robertson-Berger sunburn meter, model 500. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology.* **11**(3-4): 277-84p.
- **JOHNSON,J.(1997).** Urinary tract infection. *Escherichia coli* : mechanisms of virulence. Cambridge University Press : Cambridge.**495-549p.**
- **JOHNSON ,J., BROWN, J.(1996).** Anovel multiply primed polymerase chain reaction assay for the identification of variant *papG* genes encoding the Gal-(α 1-4)-Gal-binding Pap G adhesins of *Escherichia coli*. *J. Infect. Dis.* **173** :920-926p.

K

- **KAECKENBEECK,A.(1993).** Le diagnostic des souches pathogènes d'*Escherichia coli* : petites et grande histoires. **137**:337-340p.
- **KAPERJ,B., NATARO,J., L MOBLEY,H.(2004).** Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol.***2**:123-140p.
- **KARMALI M ,A., PETRIC ,M., LIM C.,FLEMINGP,C., ARBUSG,S., LIOR H. (2010).** The association between idiopathic hemolytic uremic syndrome and infection by verotoxin-producing *Escherichia coli*. 1985. **189** : 556–563p.

References bibliographiques

- **KASHIMADA , K ,KAMIKO ,N., YAMAMOTO ,K ., OHGAKI ,S.(1996).** Assessment of photoreactivation following ultraviolet light disinfection. *Water Sci. Technol.* **33**: 261–269p.
- **KAUFFMANN,F.(1947).** The serology of the coli group. *J.Immunol.***57**:71-100p.
- **KIMLIN M ,G.(2008).** Geographic location and vitamin D synthesis. *Molecular aspects of medicine.***29**(6):453-61p.
- **KORSAKN,A.,CLINQUART ,G.,DAUBES ,S.(1996).***Salmonella* spp dans les denrées alimentaire d'origine animale: un réel problème de santé publique. **200.148**: 174-193p.
- **KRIPKE , M., FISHER ,M.(1976).** Immunologic parameters of ultraviolet carcinogenesis .*Journal of the National Cancer.***57**(1):211-5p.

L

- **LE BOUGUENEC ,C., BERTIN ,Y.(1999).** AFA and F17 adhesins produced by pathogenic *Escherichia coli* strains in domestic animals.**30** : 317-342p.
- **LE MINOR ,L., POPOFFM,Y.,ET BOCKEMUHL ., J.(1990).**Supplement 1989 to the Kauffmann-White scheme. *Res Microbiol***141**: 1173-1177p.
- **LEA ,C.(2007).** Ambient UVB and melanoma risk in the United States: a case-control analysis. *Annals of epidemiology.***17**(6): 447-53p.
- **LEVINE,M. (1987).***Escherichia coli* that cause diarrhea : enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohaemorrhagic, and enteroadherent. **155** : 377-389p.
- **LINDEN ,K.,AMOFIDI.(1999).**Measurement of UV irradiance: tools and review. *Progress in biophysics and molecular biology.* **92**(1): 119-31p.
- **LIOR, H.(1994).** Classification of *Escherichia coli*. *Escherichia coli* in domestic animals and humans. CAB International: Wallingford.**31-72p.**
- **LIU W, K., TEBBS S, E ., BYRNE P, O.,ET ELLIOTTT,S .(1993).** The effects of electric current on bacteria colonising intravenous catheters . *Journal of infection.* **27.3**: 261-269p.

M

- **MAC LAREN,D. (1997).** Soft tissue infection and septicaemia. *Escherichia coli* : mechanisms of virulence. Cambridge University Press : Cambridge.**469-494 p.**
- **MAINIL,J.(1999).** Shiga/Verocytotoxins and Shiga/Verotoxigenic *Escherichia coli* in animals. **30**: 235-258p.

References bibliographiques

- **MAINIL ,J.(2003)** Facteurs de virulence et propriétés spécifiques des souches invasives d'*Escherichia coli*: Les adhésines et facteurs de colonisation. **147**: 105-126p.
- **MAINIL , J., BEZ, S., JACQUEMIN , E., KAECKENBEECK , A.(1998)**. Les souches pathogènes d'*Escherichia coli* chez les chiens et chats : I) Détection des souches entérotoxigènes (ETEC), entéropathogènes (EPEC), vérotoxigènes (VTEC), entérohémorragiques (EHEC) et nécrotoxigènes (NTEC). **142** : 39-46p.
- **MAINIL, J., WILBAUX , M., JACQUEMIN , E., IMBERECHTS , H., VAN BOST , S.(1999)**. Les souches pathogènes d'*Escherichia coli* chez les chiens et chats : III) Données bactériologiques et cliniques sur les souches nécrotoxigènes et sur celles positives pour des adhésines. **145** : 343-354p.
- **MARIE FAURE.(2010)**. Purification de l'air ambiant par l'action bactéricide de la photocatalyse.
- **MARTÍNEZ-LOZANO, J., TENA, F., MARÍN, M.(2002)**. UV index experimental values during the years 2000 and 2001 from the Spanish Broadband UVB radiometric network. *Photochemistry and Photobiology*. **76**: 181–187p.
- **MASSELOT M.(2008)**. <http://www.edu.up.mc.fr>, accédé octobre 2008.
- **MATSUMURA ,Y.,ANANTHASWAMY, H.(2004)**. Toxic effects of ultraviolet radiation on the skin. *Toxicology and applied pharmacology*. **195**(3) : 298-308.
- **MEERANS, M., PUNATHILT.,KATYARS,K.(2008)**. IL-12 deficiency exacerbates inflammatory responses in UV-irradiated skin and skin tumors. *The Journal of investigative dermatology*. **128**(11): 2716-27p.
- **MICHINO , H., ARAKI , K., MINAMI , S., TAKAYA , S.,SAKAI , N., MIYAZAKI M ., ONO , A.,YANAGAWA , H.(1999)**. Massive outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection in schoolchildren in Sakai City, Japan, associated with consumption of white radish sprouts. **150** : 787–796p.
- **MIGNOT , R .(2006)**. On the appearance of branch cuts for fractional systems as a mathematical limiting process based on physical grounds. In *IFAC Fractional Differentiation and its Applications*, Ankara, Turek.
- **MOONH,W., WHIPPS,C., ARGENZIO R, A., LEVINE M, M., GIANNELLA R, A.(1983)**. Attaching and effacing activities of rabbit and human enteropathogenic *Escherichia coli*. *Infect. Immun.* **41**: 1340-1351p.
- **MORGAN G, M., NEWMAN C., PALMER S, R., ALLEN J, B., SHEPHERD , W., RAMPLING A, M ., WARREN R, E., GROSS R,J., SCOTLANDS, M.,**

References bibliographiques

SMITHH, R.(1988). First recognized community outbreak of haemorrhagic colitis due to verotoxin-producing *Escherichia coli* O 157:H7 in the UK. *Epidemiol Infect.***101**: 83-91p.

N

- **NAGY, B.,FEKETE ,P.(1999).** Enterotoxigenic*Escherichia coli* in farm animals. **30** :259-284p.
- **NATARO ,J., KAPER ,J. (1998).** Diarrheagenic*Escherichia coli*. *Clin. Microbiol.* **11** :142-201p.
- **NEGRINIS., GORGOULISV, G.,& HALAZONETIS, T.D.(2010).** Genomic instability--an evolving hallmark of cancer..**11** : 220-8.
- **NIGRO F., IPPOLITO A., LIMA , G.(1998).** Use of UV-C light to reduce Botrytis storage rot of table grapes . *Postharvest Biology and Technology.* **13**:171-181 p.
- **NORVAL,M.(2006).** The mechanisms and consequences of ultraviolet-induced immunosuppression. *Progress in biophysics and molecular biology.***92**(1) : 108-18p.

O

- **ORSKOV,F.(1984).** Facultatively anaerobic Gram-negative rods. Family I: *Enterobacteriaceae*. Genus I :*Escherichia coli*. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology.***420-423p**.
- **ORSKOV ,F.,ORSKOV ,I.(1984).** Serotyping of *Escherichia coli*.*Methods Microbiol* .**14**: 43-112p.
- **OSBORN M,J., ROSENS,M.,ROTHFIELDL.,ZELEZNICKL,D., HORECKER B,L.(1964).** Lipopolysaccharide of the gram-negative cell wall. *Science.***145**: 783–789p.
- **OSWALD ,E., DE RYCKE ,J.(1999).** Rabbit EPEC : a model for the study of enteropathogenic*Escherichia coli*. **30**:203-220p.

P

- **PATONA,W.,RATCLIFFR,M.,DOYLER,M.,SEYMOUR-MURRAYJ., DAVOSD., LANSERJ,A., PATONJ,C.(1996).**Molecular microbiological investigation of an outbreak of hemolytic-uremic syndrome caused by dry fermented

References bibliographiques

sausage contaminated with Shiga-like toxin-producing *Escherichia coli*. *J Clin Microbiol.***34** :1622–1627p.

- **PEARSE, A., GASKELL, S., MARKS, R.(1987)**. Epidermal changes in human skin following irradiation with either UVB or UVA. *The Journal of Investigative Dermatology.***88** : 83-87.
- **PEETERS ,J.(1994)**. *Escherichia coli* infections in rabbits, cats,dogs, goats and horses.*Escherichia coli* in domestic animals and humans. CABInternational : Wallingford.**148**: 174-193p.
- **PEREZ,R.(1997)**. Comparing satellite remote sensing and ground network measurements for the production of site/time specific irradiance data. *Solar Energy.***60**(2) :89-96p.

R

- **RABE ,J.(2006)**. Photoaging: mechanisms and repair. *Journal of the American Academy of Dermatology.***55**(1): 1-19p.
- **RAMOS MORENOA,C.,CABILIOGUTHB,E.,BAQUERIZO MARTINEZM.(2006)**. Can the *fliC*PCRrestriction fragment length polymorphism technique replace classic serotyping methods for characterizing the H antigen of enterotoxigenic*Escherichia coli* strains? *J ClinMicrobiol.***44**:1453–1458p.
- **RAUTH ,A.(1965)**. The physical state of viral nucleic acid and the sensitivity of viruses to ultraviolet light.*Biophysical Journal.***5** :257–273p.
- **REIDS,D., SELANDERR, K.,WHITTAMT,S.(1999)**. Sequence diversity of flagellin (*fliC*) alleles in pathogenic *Escherichia coli*. *J Bacteriol.***181** : 153–160p.
- **ROBERTSJA,A., MARKLUNDB,I., ILVERD., KAACKM,B., BASKING., LOUISM., MOLLBYR., WINBERGJ., NORMAKS.(1995)**. The Gal α (1-4)Gal-specific tip adhesin of *Escherichia coli* P-fimbriae is needed for pyelonephritis to occur in the normal urinary tract.**91** :11889-11893p.
- **ROWE ,B., GROSS ,R. (1984)**. Facultatively anaerobic Gram-negative rods. Family I :*Enterobacteriaceae*. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, **423-427p**.
- **RUSSOT,A.,JOHNSONJ,R.(2000)**. Proposal for a new inclusive designation for extraintestinal pathogenic isolates of *Escherichia coli*: ExPEC. **181** : 1753–1754p.

S

- **SABBURGJ., PARISIA,V.,WONGJ.(2001)**. Effect of cloud on UVA and exposure to humans. *Photochemistry and photobiology.***74**(3) : 412-6p.

References bibliographiques

- **SANDECEAWAG.(2005)**. Désinfection solaire de l'eau : Guide pour l'application de SODIS.
- **SCV.(2003)**. Scientific Committee on Veterinary Measures relating to Public Health, opinion of 14-15 April 2003 (en ligne) : http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scv/out66_en.pdf consulté le 07/06/04.
- **SECKMEYER G., ERBR., ARBOLDA.(1996)**. Transmittance of clouds is wavelength dependent in the UV-range. *Geophysical Research Letters*. **23**(20) : 2753-55p.
- **SETLOW,R.(1974)**. The wavelengths in sunlight effective in producing skin cancer: a theoretical analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. **71**(9):3363-6.
- **SHABANA,M.,EL-TAWEELG,E.,ALIG, H.(1997)**. UV ability to inactivate micro-organisms combined with factors affecting radiation. *Water. Sci. Technol.* **35** : 107-112.
- **SHAYEB ,H.(2000)**. Etude expérimentale et modélisation de la désinfection d'eaux naturelles, d'eaux potables et d'eaux usées épurées. Thèse de doctorat ès-sciences.
- **SOJKAW,J., ERSKINE R ,G.,LLOYD M,K.(1965)**. : Haemolytic *Escherichia coli* and "oedema disease". **69**: 9, 293-301p.
- **STENUTZR., WEINTRAUBA., WIDMALMG.(2006)**. The structures of *Escherichia coli* O-polysaccharide antigens. *FEMS Microbiology Reviews*, **30**(3) : 382-403.
- **STORDEURP., MARLIERD., BLANCOJ., OSWALDE., BIETF., DHO-MOULIN M., MAINIL J. (2002)**. Examination of *Escherichia coli* from poultry for selected adhesin genes important in disease caused by mammalian pathogenic *E. coli*. *Microbiol.* **84** : 231-241p.
- **STORDEUR P ., MAINIL J.** Les colibacilloses aviaires. **146** : 11-18p.

T

- **THIELS., STEINERK., SEIDLITZH,K.(1997)**. Modification of global erythemally effective irradiance by clouds. *Photochemistry and photobiology*. **65**(6) : 969-73p.

U

References bibliographiques

- **UNLUTURK S. K; ARASTOPOUR H; KOUTCHMA T;(2004).** Modeling of UV dose distribution in a thin-film UV reactor for processing of apple cider. *Journal of Food Engineering* .**65** : 125-136p

V

- **VOET ,D., VOET J,G.(1998).** *Biochimie. DeBoeck Université.* **2** :1038-1039p.

W

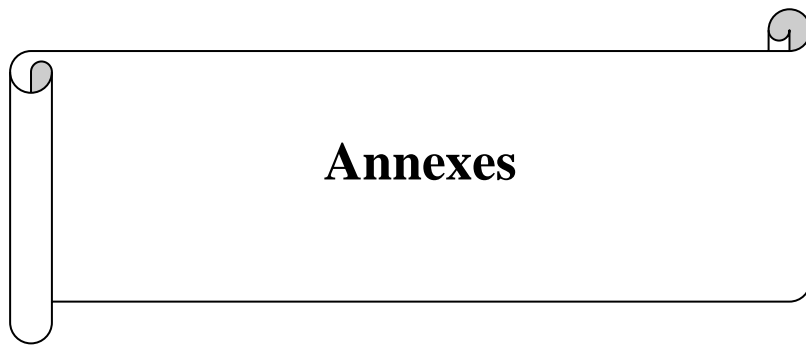
- **WAGNERP,L., WALDORM ,K.(2003).** Bacteriophage control of bacterial virulence..**70**: 3985-3993p.
- **WILSON J,B.,MCEWENS,A.,CLARKE R,C.,LESLIE K,E., WILSON R,A., WALTNER-TOEWS D.,GYLES C,L.(1996).** Distribution and characteristics of verocytotoxigenic *Escherichia coli* isolated from Ontario dairy cattle.**108** : 423–439p.

Y

- **YORKN,R., JACOBEBH,T.(2010).** UVA1 phototherapy: a review of mechanism and therapeutic application. *International journal of dermatology.*49(6):623-30p.

Z

- **ZELENKA ,A.(1999).** Effective Accuracy of Satellite-Derived Hourly Irradiances *Theoretical and Applied Climatology* .**62**(3-4): 199-207p.



Annexes

Annexe N° 01:

Le tableau 01:Les matériels et les milieux utilisés.

Matériel de stérilisation	Hotte, bec Bunsen, autoclave.
Matériel des préparations	bec Bunsen, Etuve d incubation, Bain Marie de marque Firlabo,et chauffe ballon.
Matériel divers	pipettes Pasteur anse de platine, boîtes de Pétri, pipettes graduées.
Les appareillages	La lampe ultraviolette, Lunettes, Les gants .
Milieu de culture	Gélose PCA , Gélose Héктоen.
Les bouillons	Bouillon Nutritive (Merck) .

Annexe N° 02:

Composition des différents milieux des cultures utilisés (Pour 1l d'eau distillée)

- Gélose PCA:

Peptone de caséine.....	05g.
Extrait de levure.....	02.5g.
Gélose.....	01g.
Agar.....	15g.
pH = 7.	

- GéloseHéктоen:

Protéase Peptone.....	12g.
Extrait de levure.....	03g.
Désoxycholate de sodium.....	9g.
Lactose.....	12g.
Saccharose.....	12g.
Salicine.....	02g.
Bleu de bromothymol.....	65g.
Fuchsine acide.....	100g.
Thiosulfate de sodium.....	5g.
Citrate de feriqueammoniacal.....	01,5g.
Chlorure de sodium.....	05g.
Agar.....	15g.
pH = 7,5.	

Annexes

- Bouillon Nutritive (Merck)

Infusion de cervelle de veau.....	12.5g.
Infusion de coeur de bœuf.....	5g.
Proteose-peptone.....	10g.
Glucose.....	2g.
Chlorure de sodium.....	5g.
Phosphate de disodique.....	5g.

pH = 7,4.

Annexe N° 03:

Le tableau 03 : Les résultats du pourcentage d'inhibition % de différentes souches d'Escherichia Coli des deux échantillons

	6 Seconde	12 Seconde	18 Seconde	24 Seconde	30 Seconde
Echantillon A	72,62%	84,74%	87,98%	89,43%	90,96%
Echantillon B	72,71%	83,76%	86 ,39%	89,16%	90,51%

ملخص

أشعة فوق البنفسجية هي من الطيف الشمسي لها تأثير على الجسم الفيروسات والبكتيريا مثل ايشريشيا كولاي الحساسة للأشعة فوق البنفسجية هذه البكتيريا غالبا ماترتبط مع الجودة الصحية للمياه ويتم الاستدلال بها كمؤشر للتلوث البرازي.... والبكتيريا غير متبوعة هي أقل الجراثيم مقاومة للأشعة فوق البنفسجية عكس التي تشكل أبواغ.

فوق البنفسجية على البكتيريا في هذا العمل درسنا تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الميكروبات وكذا مدى تأثير مدة التعرض للأشعة القلونية.

النتائج التي تم الحصول عليها تظهر أن التطهير عن طريق العلاج المباشر للأشعة فوق البنفسجية يكون أقوى و ذو فعالية عند تطبيقها بطريقة مباشرة ولفترة أطول.

الكلمات الرئيسية: الأشعة فوق البنفسجية، الطول الموجي، بكتيريا القولون، مصباح الأشعة فوق البنفسجية

Résumé

Les rayons de La région ultraviolette du spectre solaire ont une action photochimique sur les corps, les virus, les bactéries comme Escherichia coli qui est un germe sensible aux rayonnements UV. E. coli souvent associé à la qualité hygiénique des eaux de lavage et trouvé comme un indicateur de contamination fécale...., Les bactéries non sporulées sont les germes les moins résistants aux rayonnements UV, que leur résistance est comparable à celle d'Escherichia coli sporulées.

Dans le présent travail, nous avons étudié l'effet antimicrobien et l'effet de temps de l'exposition des rayons ultraviolets (UV) sur l'Escherichia coli.

Les résultats obtenus montrent que l'effet ou bien l'impacte (désinfection) de traitements directs des rayons UV est plus fort à lorsque été appliqué de manière directe et à des temps plus long.

Mots clés Rayons UV, longueur d'onde, la survie d Escherichia coli, la lampe UV.

Abstract

The rays of ultraviolet region of the solar spectrum have a photochemical effect on the body, viruses and bacteria. E. coli sensitive to UV radiation is a germ often associated with the sanitary quality of water washing and is found as an indicator of fecal contamination, Non-spore-forming bacteria are less resistant to UV radiation germs; their resistance is comparable to that of spore-forming bacteria.

In the present work, we studied the antimicrobial effect and the time of exposure of ultraviolet (UV) on Escherichia coli.

The results obtained show that the impact or effect (disinfection) by direct treatment of the UV rays is strongest when applied in a direct manner for long times.

Keywords: UV wavelength, the survival of Escherichia coli, the UV lamp.