

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT des Sciences de la Nature et
de la Vie



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE

OPTION : BIOTECHNOLOGIE
VEGETALE

N° :

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par:

CHERRID Saida et DAHMANI Nadjat

Intitulé

Les enzymes dans la technologie des
détergents

Soutenu devant le jury composé de:

GHADBANE MouloudPr	Université de M'Sila	Président.
MEDJEKAL Samir	MCA Université de M'Sila	Rapporteur.
BENDIF HamdiMCA	Université de M'Sila	Examineur

Année universitaire : 2020 /2021

Remerciements

Au terme de ce travail, on tient à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

J'ai l'honneur et le plaisir de présenter ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à notre encadreur Dr. MEDJEKAL, pour sa précieuse aide, et notre co-encadreur Pr. GHADBANE, pour les orientations et le temps

qu'il nous a accordé pour encadrement de ce modeste travail.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à notre soutenance.

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire

Dédicace

Je dédie ce travail modeste à l'esprit de mon père coran
...Dieu bénisse son âme
...A ma très chère mère
Autant de phrases aussi expressives soient-elle ne sauraient
montrer le degré
d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé
avec ta tendresse
et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me
soutenir et de
m'encourager durant, toutes les années de mes études.
Qu'ALLAH te protège et
te donne la santé, le bonheur et une longue vie.
A mes frères MOKDAD, ADEL que j'aime tant pour leur petit
mot et leur
soutien à IKRAM une personne qui a une place spéciale dans
mon cour, une
petite soeur, et je lui Souhaite succès dans la piste l'école. En
particulier à mon
binome Nadjat une soeur qui a toujours veillé à me soutenir
A tous la promo BT que j'aime tant un par un.

Saidaa

Dédicace

Je dédie ce travail modeste à l'esprit de mon père coran
...Dieu bénisse son âme

...

Mon cher père " salh"
Ma chère mère " kltoum"

Autant de phrases aussi expressives soient-elle ne sauraient
montrer le degré
d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé
avec ta tendresse
et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me
soutenir et de
m'encourager durant, toutes les années de mes études.

Qu'ALLAH te protège et
te donne la santé, le bonheur et longue vie.
A mes frères aissa, moussa, mohamed, lekmissie, fath, A mes
sœurs, souad,
razika, que j'aime tant pour leur petit mot et leur soutien
à abd hakime une personne qui a une place spéciale dans mon
cour, et à mon
binome saidaa une soeur qui a toujours viellé à me soutenir
A tous la promo BT que j'aime tant un par un.

Nadjat

Résumé

La plupart des réactions dans les organismes vivants sont catalysées par des protéines appelées enzymes. Les enzymes peuvent à juste titre être appelés le mécanisme catalytique des systèmes vivants. Une enzyme est spécifique d'un substrat, molécule dont elle catalyse la transformation. A la fin de la réaction la structure de l'enzyme se retrouve inchangée. La détergence est le processus correspondant à la séparation des salissures de leur substrat, par mise en solution ou en dispersion.

En remplacement des dégraissants et nettoyeurs traditionnels, qu'ils soient à base de solvants ou de tensioactifs, on retrouve actuellement sur le marché des préparations à base de bactéries et d'enzymes pour le nettoyage de surfaces en milieu industriel et institutionnel. Les détergents à base d'enzymes sont largement utilisés dans les milieux de soins pour le nettoyage des instruments chirurgicaux et diagnostiques.

Mots clés : Enzymes, détergents, catalyseurs, nettoyeurs

Abstract

Most reactions in living organisms are catalyzed by proteins called enzymes. Enzymes can rightly be called the catalytic mechanism of living systems. An enzyme is specific to a substrate, a molecule whose transformation it catalyzes. At the end of the reaction, the enzyme structure remains unchanged. Detergency is the process of separating dirt from its substrate by solution or dispersion.

In place of traditional degreasers and cleaners, whether they are based on solvents or surfactants, there are currently on the market preparations based on bacteria and enzymes for cleaning surfaces in industrial and institutional environments. Enzyme-based detergents are widely used in healthcare settings for cleaning surgical and diagnostic instruments.

Keywords: Enzymes, detergents, catalysts, cleaners

الملخص:

معظم التفاعلات في الكائنات الحية يتم تحفيزها بواسطة بروتينات تسمى الإنزيمات. الإنزيمات يمكن أن تسمى بحق الآلية الحفازة للأنظمة الحية. الإنزيم هو محدد إلى تحت ، الجزيء الذي يحفز تحوله. في نهاية التفاعل ، يبقى هيكل الإنزيم دون تغيير. الردع هو عملية فصل التراب عن فرعه عن طريق الحل أو التشتت. وبدلاً من المحللين التقليديين وأجهزة التنظيف ، سواء كانت قائمة على المذيبات أو السطوح ، توجد حالياً في السوق مستحضرات قائمة على البكتيريا والإنزيمات لتنظيف الأسطح في البيئات الصناعية والمؤسسية. وتستخدم المنظفات المستندة إلى الإنزيم على نطاق واسع في أماكن الرعاية الصحية لتنظيف الأدوات الجراحية والتشخيصية. **الكلمات المفتاحية:** الإنزيمات ، المنظفات ، المحفزات ، المنظفات

Liste des abréviations

Rayons **X** :

Enz : Enzyme

S : Substrat

P : Produit

[Enz.S] : Complexe Enzyme-Substrat

k^+ et k^- : Constantes de vitesses de la réaction de formation du complexe enzyme-substrat qui est un équilibre rapide.

TON : (turnover) le nombre de molécules converties en produit par le site actif enzymatique par unités de temps.

Substrat [S] jusqu'à un maximum V_{max}

NAD et NADP : Coenzyme d'oxydoréduction nicotinamide adénine dinucléotide.

Fe^{2+} , Mg^{++} , Mn^{++} , Cu^+ , Ca^+ , ... : ions associé à la partie protéique forme la métallo-enzyme.

pH : degré de pH

Listes des figures

Figure 1: Fonctionnement catalytique des enzymes

Figure 2 : Topologie du site actif enzymatique

Figure 3 : Modèles expliquant la liaison enzyme - substrat.

Figure 4 : Diagramme énergétique d'une catalysée par une enzyme.

Figure 5 : variation de la vitesse initiale en fonction de la concentration.

Figure 6: Représentation schématique de la structure secondaire d'une protéine

Figure 7 : Représentation schématique de la structure tertiaire d'une protéine (h oxydase).

Figure 8 : Représentation schématique de la structure quaternaire d'une protéine (glucose déshydrogénase)

Figure 9 : Représentation schématique d'une réaction enzymatique.

Figure 10 : Représentation schématique du site actif de l'enzyme

TABLE DES MATIERES

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

Liste des abréviations

Listes des figures

Liste des tableaux

1-Introduction

Chapitre I : Enzymes et microorganismes

2- Les enzymes: Historique, définition, fonctionnement

2-1 Nomenclature et classification des enzymes

2-2 La cinétiques enzymatiques

2-3 Les enzymes sont des protéines

2-4 Les enzymes sont des catalyseurs

2-5 Les enzymes sont au travail dans notre corps

2-6 Les enzymes sont produites par des microorganismes

2-7 Les production d'enzymes par le génie génétique

2-8 Dans le processus du lavage, les enzymes sont des (spécialistes) efficaces

2-9 Les enzymes aident à économiser les produits de lessive, l'énergie et l'eau

2-10 Les enzymes offrent de nouvelles perspectives à la technologie des détergents

2-11 Les enzymes dans les détergents_ inoffensives pour l'homme et l'environnement

3- Principaux domaines d'utilisation des enzymes dans l'industrie

3-1 l'industrie des détergents

4- Synthèse de métabolites pour l'industrie par les microorganismes

5- Enzymologie industrielle (application/enzymes utilisées/utilisation)

Chapitre II : Technologie des détergents

1-Définitions

2- Fabrication de détergents

2-1 Techniques et méthodes

3- Les savons, les détergents et leurs composants

3-1 Produits détergents (définition, savons, eau de javel, détergents, shampoings)

3-2 Classification des produits d'entretien

3-2-1 Les détergents

3-2-2 Les désinfectants

4- Risques associés aux préparations bactériennes et enzymatiques pour le

Dégraissage et le nettoyage

5- Production d'enzymes et de microorganismes d'intérêt par fermentation solide

6- Types de détergent

6-1 Détergent chimique

6-2 Détergent enzymatique

7- Les lessives en poudre

8- Nettoyage externe des endoscopes et des instruments médicaux (lingettes)

Conclusion

Références bibliographiques

Introduction

Introduction

Les organismes vivants sont le siège d'un grand nombre de réactions biochimiques très diverses. Ces réactions s'effectuent dans des conditions « douces » où, normalement, elles seraient très lentes. Si elles ont lieu, c'est parce qu'elles sont catalysées par des macromolécules biologique: les enzymes.

La plupart des réactions dans les organismes vivants sont catalysées par des protéines appelées enzymes. Les enzymes peuvent à juste titre être appelés le mécanisme catalytique des systèmes vivants. Il existe un nombre très important d'enzymes et on en découvre encore aujourd'hui de nouvelles. Six classes d'enzymes sont répertoriées selon la réaction chimique qu'elles catalysent : les oxydoréductases, les transférases, les hydrolases, les lyases, les isomérases et les ligases.

Une enzyme est spécifique d'un substrat, molécule dont elle catalyse la transformation. A la fin de la réaction la structure de l'enzyme se retrouve inchangée. Leur mode d'action est basé sur la reconnaissance spécifique du substrat par un domaine particulier chez l'enzyme (site actif ou site catalytique). L'activité enzymatique est liée à la structure tertiaire de l'enzyme, et notamment à celle du site actif. Des facteurs comme le pH ou la température, pouvant influencer cette structure tridimensionnelle ou encore l'état d'ionisation du site actif, affectent fortement l'activité enzymatique. Chaque enzyme possède donc une température et un pH d'activité optimale.

La détergence est le processus correspondant à la séparation des salissures de leur substrat, par mise en solution ou en dispersion. De ce fait, la détergence a pour effet le nettoyage des surfaces, et pour ceci elle fait intervenir plusieurs phénomènes physico-chimiques. Le souci de propreté et d'hygiène remonte fort loin puisque les babyloniens utilisaient des extraits de cœur de roseau en guise de savon et que les Egyptiens connaissaient déjà les propriétés nettoyantes de carbonates qu'ils allaient recueillir dans des lacs à demi asséchés. Cependant, durant le siècle dernier, la propreté est devenue une exigence de toute société civilisée et de ce fait des produits de lavage se sont développés et de haute qualité. Ils doivent présenter diverses propriétés spécifiques telles que le pouvoir mouillant, le pouvoir dispersant, le pouvoir émulsionnant, etc (**Fatima N, 2012**)

Les savons ont été durant des siècles les seuls détergents connus et ce n'est qu'en 1907 que la première poudre à laver contenant un agent de blanchiment minéral est apparue, (le perborate de sodium), elle a été commercialisée sous le nom de Persil. Il faut attendre les

années postérieures à 1950 pour voir se développer les détergents de synthèse. Ce phénomène correspond d'ailleurs dans le cas des détergents pour textiles à une évolution simultanée de la nature des produits lavés (car le coton est supplanté par les textiles synthétiques) et des méthodes de lavage (machines à laver).

Aux nouvelles techniques domestiques et aux nouveaux tissus et matériaux, ont répondu de nouveaux produits de propreté qui doivent à la fois jouer leur rôle de détergents mais aussi assurer une parfaite sécurité pour l'utilisateur et pour son environnement. **Abdelghani ch, (2007)**. La présente synthèse bibliographique vise à présenter de façon synthétique et critique dans un premier chapitre les connaissances sur les enzymes, nomenclature, classification, production par le génie génétique et l'utilisation dans l'industrie. Dans le deuxième chapitre sont traitées les questions liées aux détergents chimiques et enzymatiques.

Chapitre I:

Les enzymes

1. Historique

Les enzymes ont toujours fait partie de la vie quotidienne depuis de nombreuses civilisations. En 3000 av. J.-C., les civilisations orientales étaient capables de produire de la bière et différents alcools à base de fruits et grains fermentés. C'est en 1897 que le premier article scientifique traitant de la fermentation alcoolique sans cellules de levure fut publié. Le chercheur Eduard Buchner reçut alors, en 1907, le prix Nobel de Chimie pour ses récentes découvertes (Nobel e- Museum, 2004). Mais déjà, durant le XIXe siècle, les gens savaient que certaines réactions chimiques ne pouvaient se dérouler que dans les êtres vivants. Ce fut là le début d'une longue quête sur le savoir relié aux enzymes (**Philippe chenel J., 2005**).

1.1. Définition

L'enzyme est un catalyseur dans un organisme vivant. La majorité des enzymes connues sont de nature protéique, c'est à dire résultant de la condensation d'acides aminés de la série L avec formation d'une liaison amide entre le groupe carboxyl d'un acide amine et le groupe amine d'un autre acide aminé et ainsi de suite, de proche en proche, pour constituer une protéine (poly peptide de masse moléculaire élevée) les masses moléculaires des enzymes varient de 10000 Da à 100000 Da environ les enzymes peuvent être monomériques, c'est-à-dire constitués d'une seule chaîne peptidique, ou bien oligomériques, c'est-à-dire constitués d'un nombre défini de chaînes peptidiques ou différentes (**Zaidi B., 2016**).

1.2. Fonctionnement

La chaîne polypeptidique se plie pour donner un édifice tridimensionnel bien défini. La diffraction des rayons X sur des cristaux d'enzymes permet de décrire cette structure,

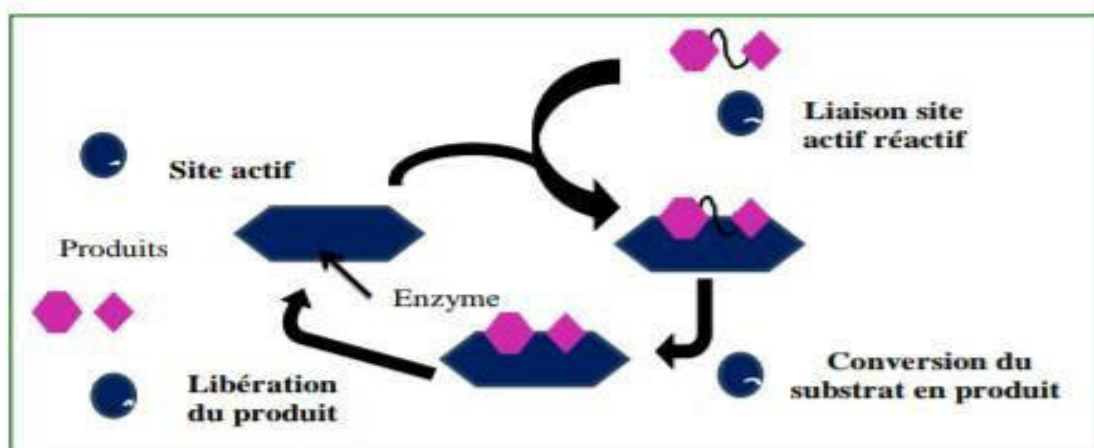


Figure 1: site actif Fonctionnement catalytique des enzymes.

dans laquelle on distingue une cavité est dite

Les substrats viennent s'ancrer et réagissent au sein du site actif, qui ne présente généralement qu'une partie infime de l'ensemble de la structure de protéine. Il comporte deux sous parties (**Figure 2**):

***Le site de fixation:** Cette partie du site actif reconnaît le substrat et le maintient bien positionné grâce à des liaisons non covalentes faibles qui s'établissent entre le substrat et les acides aminés. Liaisons homophiles, c'est à dire résultant d'interactions de groupements de polarités similaires (liaisons hydrophobes et liaisons hydrogène).

***Le site catalytique :** Cette partie correspond à un ensemble d'acides aminés qui interagissent directement avec le substrat pour faciliter sa transformation en produit.

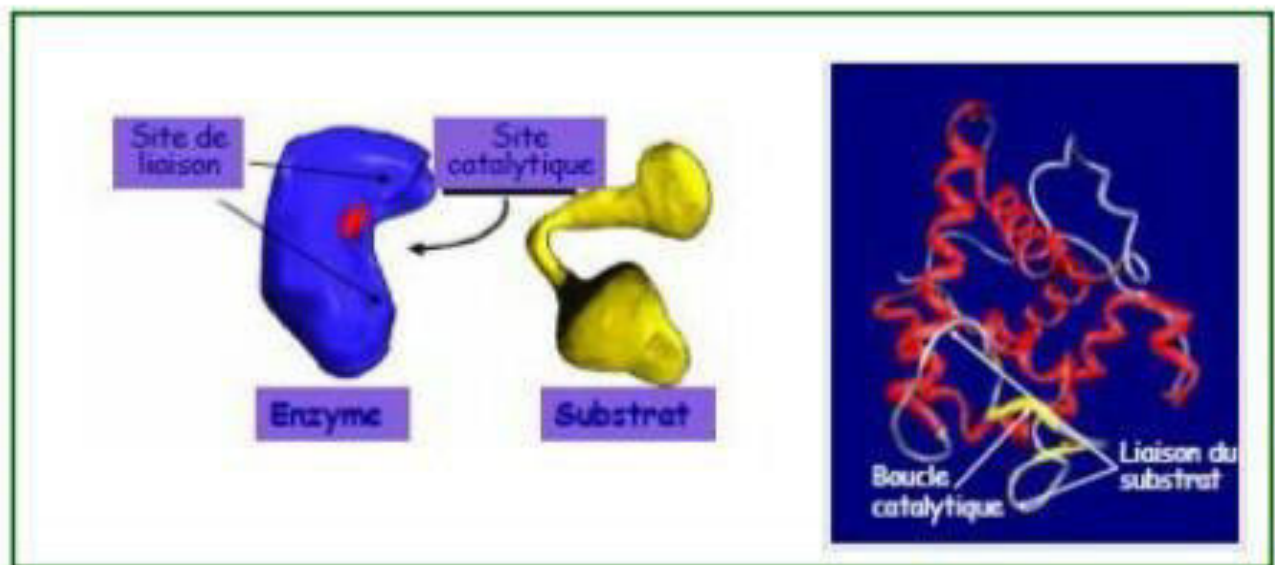


Figure 2 : Topologie du site actif enzymatique.

Le mécanisme d'action d'un certain nombre d'enzymes est connu avec un bon degré de certitude. Deux modèles ont été proposés pour expliquer la liaison d'une enzyme à son substrat (Figure 3):

Modèle clé-serrure : Proposé par E. Fisher en 1894.

Modèle de l'ajustement induit : Proposé par D. E. Koshland en 1958 (Figure 3)

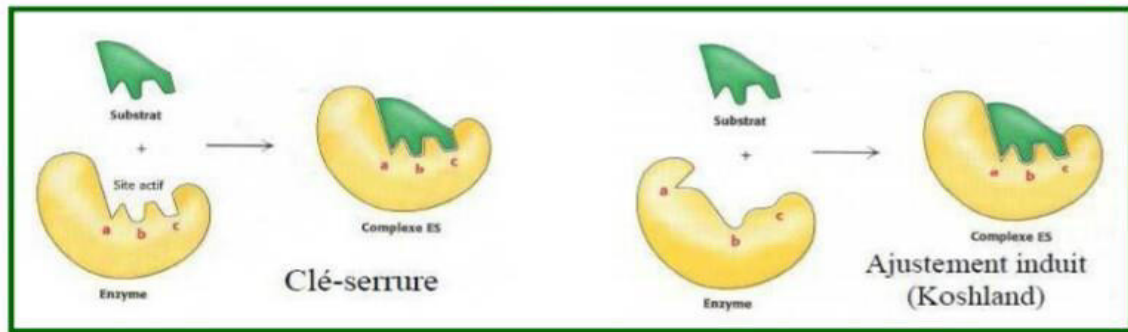


Figure 3 : Modèles expliquant la liaison enzyme - substrat.

Cette complémentarité enzyme -substrat explique la haute spécificité enzymatique envers un seul type de réaction pour un substrat défini, ce qui confère aux enzymes une grande spécificité. Il est à noter que pour plusieurs enzymes la présence d'une molécule, qui n'est pas un acide aminé, appelée cofacteur ou coenzyme est absolument nécessaire à la catalyse. Ces substances chélatantes vont interagir avec l'enzyme afin qu'elle retrouve son état initial et puisse amorcer un nouveau cycle catalytique. De ce fait, ils ont un rôle d'accepteur et/ou de donneur d'électrons et de protons. Les cofacteurs sont souvent des ions métalliques (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , etc...) et les coenzymes sont des petites molécules organiques. Par ailleurs, une enzyme possède sur sa surface externe une couche d'eau de solvation ainsi que quelques molécules d'eau, située en son cœur, appelée l'eau constitutive, et est impliquée dans un réseau de liaison hydrogène qui lui confère la flexibilité structurale indispensable à son fonctionnement et lui permet de jouer un rôle lubrifiant (Zaidi B., 2016).

2.1. Nomenclature et classification des enzymes

Le nom de la plupart des enzymes a été formé en ajoutant le suffixe « ase » au nom de leur substrat ou à un mot ou une phrase décrivant son activité. Actuellement environ 3000 enzymes sont reconnues par l'Union Internationale de Biochimie. Seulement,

300 enzymes sont actuellement commercialisées. Un système international de dénomination EC A.B.C. et de classification des enzymes a été adopté. Il répartit les enzymes en six classes, chacune divisée en sous classes, en fonction des réactions catalysées. A chaque enzyme est attribué un numéro de classification à quatre chiffres et un nom systématique qui identifie la réaction catalysée.

EC: enzymes commission.

A : indique le type de réaction auxquelles l'enzyme est rattachée.

B : indique le type de substrat pour lequel l'enzyme est activée.

C : indique la nature du cosolvant

D : correspond au numéro individuel de chaque enzyme.

1 - Oxydoréductases (qui catalysent des réactions d'oxydoréduction)

2 - Transférases (qui catalysent le transfert de groupements fonctionnels)

3 - Hydrolases (qui catalysent des réactions d'hydrolyse)

4 - Lyases (qui catalysent des réactions d'addition sur une double liaison)

5 - Isomérases (qui catalysent des réactions d'isomérisation)

6 - Ligases ou synthétases (formation des liaisons avec clivage de l'ATP) (**Bennamoun, L**)

2.2. La cinétique enzymatique

L'enzyme, lors de son interaction avec le substrat, modifie la réactivité moléculaire en formant un complexe enzyme-substrat, elle forme un état intermédiaire. Elle facilite la réaction du substrat par une nette accélération et ce sans modifier les fonctions

thermodynamiques de celle-ci, en abaissant, ainsi, la barrière de l'énergie d'activation de la réaction et d'augmenter le nombre de molécules susceptibles de réagir (**Figure4**).

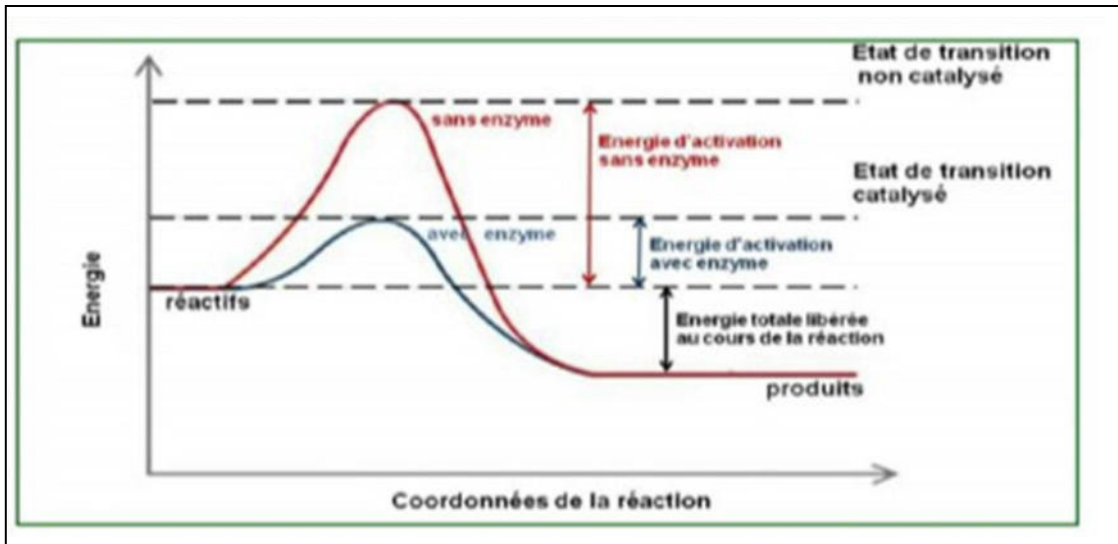


Figure 4 : Diagramme énergétique d'une catalysée par une enzyme.

La plupart des réactions catalysées par les enzymes répondent à un mécanisme réactionnel de type Michaelis et Menten (1913). Ce modèle est basé sur la formation du complexe Enzyme-Substrat qui se forme rapidement, ensuite il est lentement converti en produit (Schéma 1).

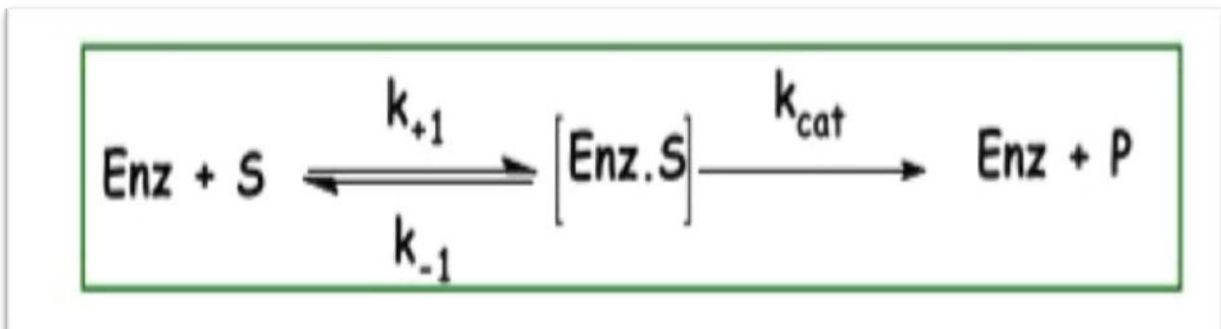


Schéma 1: Réaction enzymatique.

Où: Enz : Enzyme, S : Substrat, P : Produit. [Enz.S] : Complexe Enzyme-Substrat. k_{+1} et k_{-1} : Constantes de vitesses de la réaction de formation du complexe enzyme-substrat qui est un équilibre rapide.

k_{cat} : Constante de vitesse de l'étape la plus lente ; c'est la constante de vitesse de l'enzyme. Cette constante est appelée aussi TON (turnover) par le fait qu'elle représente le nombre de molécules converties en produit par le site actif enzymatique par unités de temps. Substrat [S] jusqu'à un maximum V_{max} (**Figure 5**).

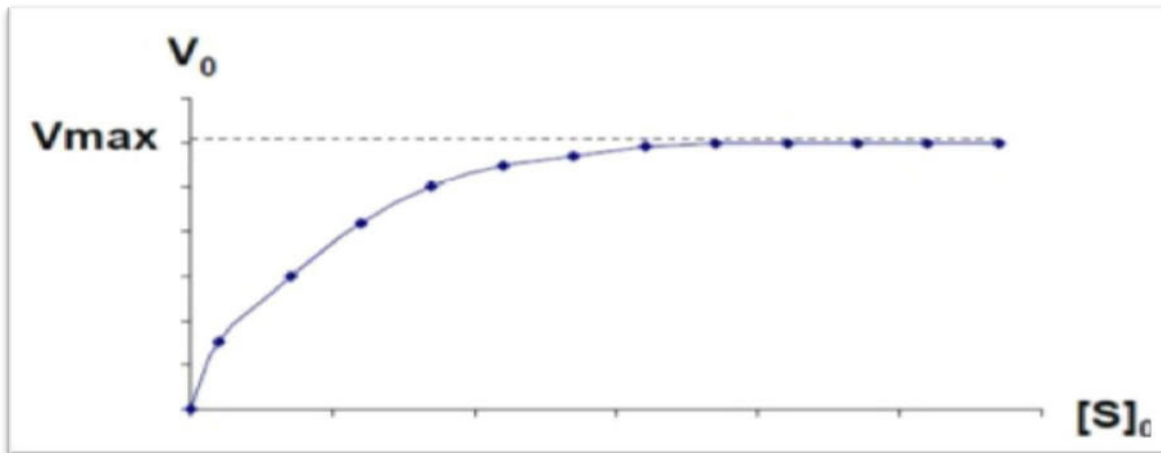


Figure 5 : variation de la vitesse initiale en fonction de la concentration .

$$v = k_{cat} [Enz \cdot S] = \frac{k_{cat} [Enz] [S]}{k_m}$$

Equation.1.

Or:

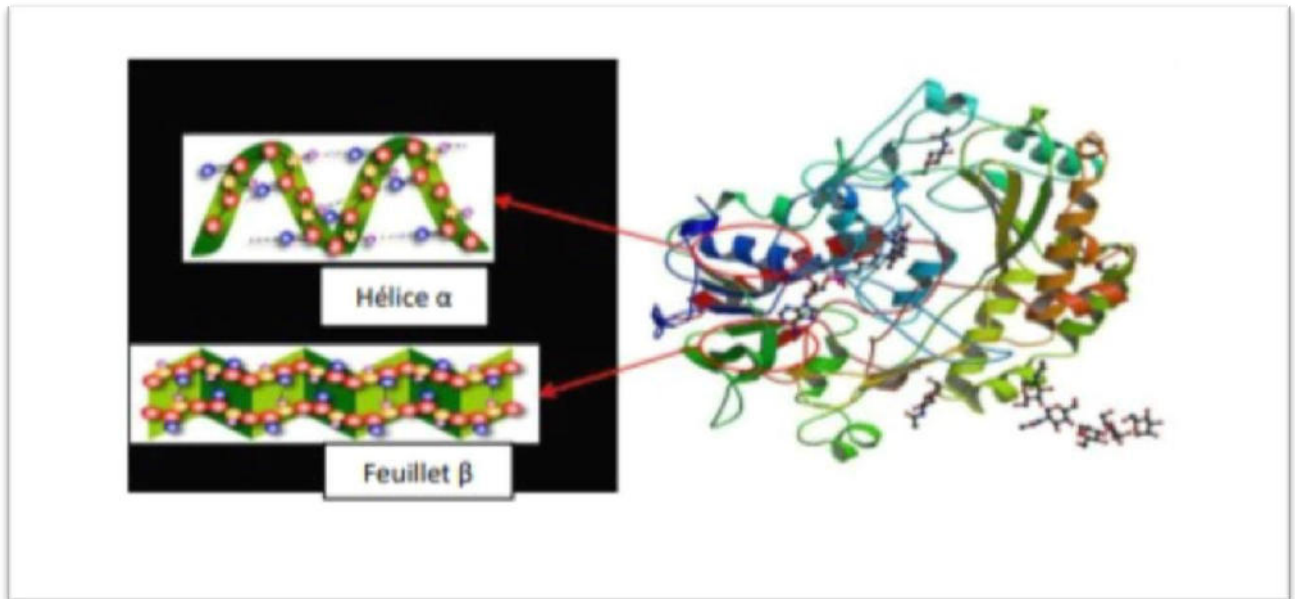
$$k_m = \frac{k_{-1} + k_{cat}}{k_{+1}}$$

Equation.2.

k_m est la constante de Michaelis qui détermine l'affinité de l'enzyme pour le substrat. Le rapport (k_{cat}/k_m) appelé constante de spécificité : caractérise l'affinité spécifique d'une enzyme pour son substrat, et est un paramètre significatif informant sur l'efficacité d'une enzyme. Les paramètres cinétiques v_{max} et K_m sont importants pour la caractérisation et l'évaluation de l'activité d'une enzyme, puisque cette dernière est nettement dépendante de paramètres décisifs pour la catalyse enzymatique à l'instar de la température, le pH, la présence d'un cofacteur, d'un activateur ou d'un inhibiteur qui peuvent affecter son bon fonctionnement en la dénaturant (**Zaidi B., 2016**).

2.3. Les enzymes sont des protéines

Ces protéines vont avoir tendance à se replier sur elles-mêmes afin de former des arrangements secondaires principalement en hélices α et en feuillets β (Figure 7) ; cette



structure est stabilisée grâce à la génération de liaisons hydrogènes.

Figure 7: Représentation schématique de la structure secondaire d'une protéine

L'arrangement de ces structures secondaires les unes par rapport aux autres forme une structure tertiaire qui, elle, sera stabilisée par des ponts disulfures (Figure 8).

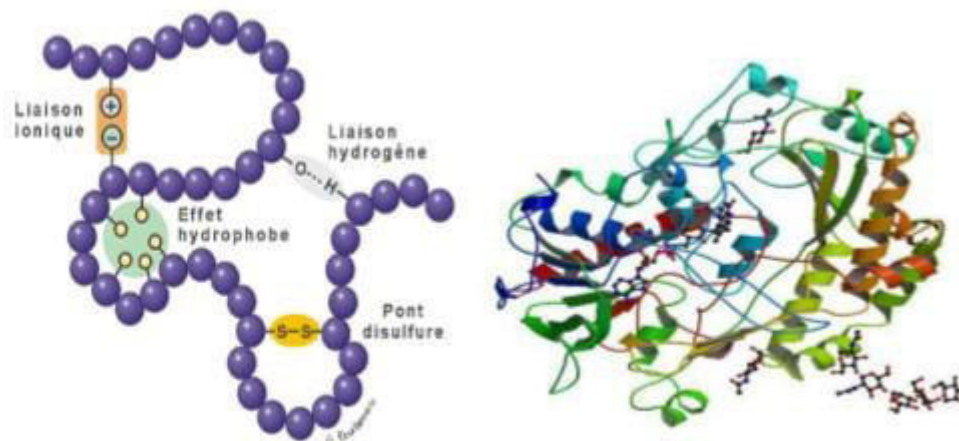
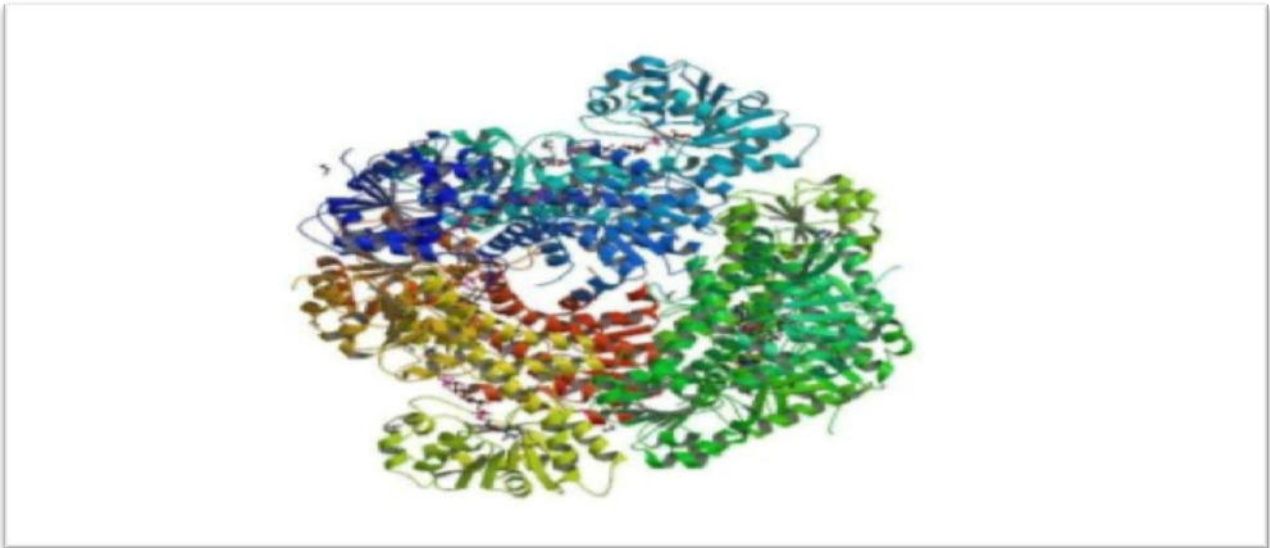


Figure 8 : Représentation schématique de la structure tertiaire d'une protéine (glucose oxydase).

Une structure quaternaire peut même être décrite pour les très grosses enzymes (Figure 9).

Cette structure tridimensionnelle de l'enzyme lui donnera sa spécificité permettant à celle-ci de reconnaître un substrat en particulier via une région distincte de l'enzyme, appelée le site



actif.

Figure 9 : Représentation schématique de la structure quaternaire d'une protéine (Glucose déshydrogénase).

Les enzymes peuvent être répartis en deux groupes :

a-Enzymes extracellulaires (ou exoenzymes) : elles sont synthétisées à l'intérieur de la cellule, puis sécrétées dans l'espace extracellulaire.

b-Enzymes intracellulaires (ou endoenzymes): elles sont synthétisées et utilisées entièrement à l'intérieur de la cellule où elles sont généralement liées à des particules subcellulaires ou membranes intracellulaires rendant leur extraction plus difficile.

(Bennamoun, L)

2.4. Les enzymes sont des catalyseurs

C'est une réaction chimique qui se déroule dans la cellule ou le milieu cellulaire, en présence d'un catalyseur biologique (biocatalyseur), l'enzyme. On écrira une réaction enzymatique de la manière suivante :



Il existe essentiellement deux grands types de réactions biochimiques :

- Les réactions de dégradation de la matière organique (catabolisme).
- Les réactions de synthèse de la matière organique (anabolisme).

Substrat : C'est une molécule transformée au cours d'une réaction chimique.

Produit : Dans une réaction enzymatique est la molécule résultante de la transformation d'un substrat au cours de cette réaction (Figure 10).

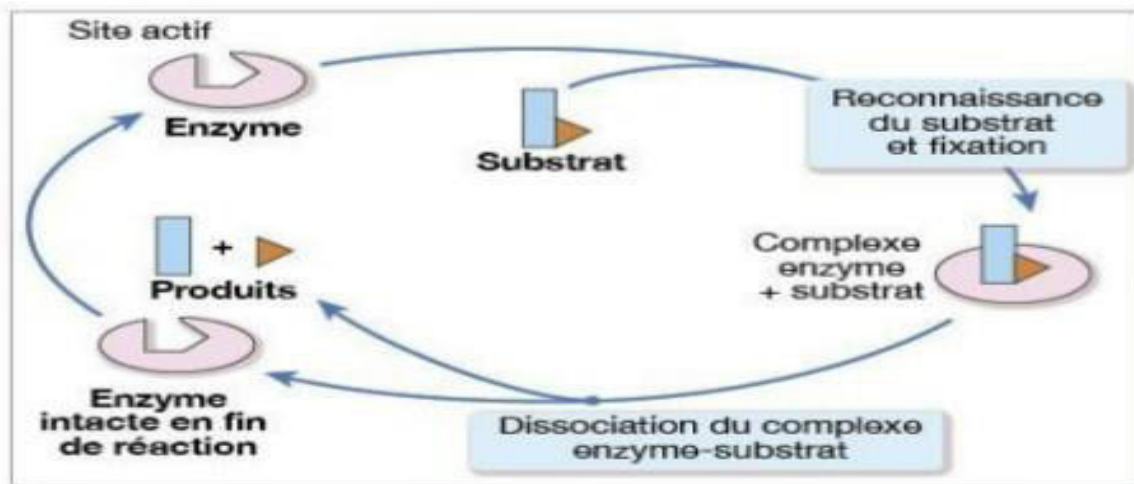


Figure 10 : Représentation schématique d'une réaction enzymatique.

Du point de vue de leur structure on divise les enzymes en deux catégories :

- Les enzymes purement protéiques : elles ne sont constituées que d'acides aminés. Ce sont les holoenzymes.

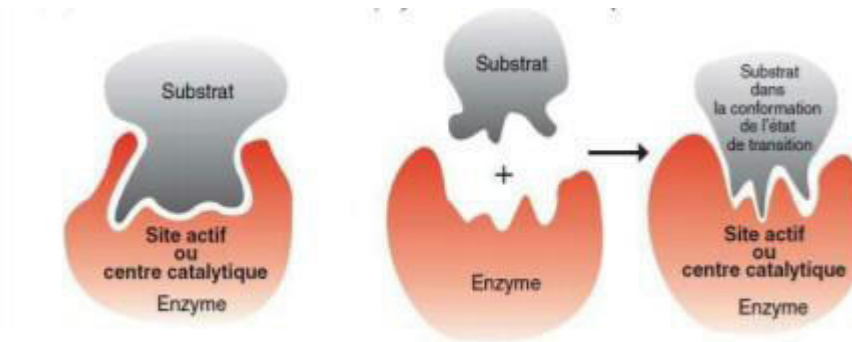


Figure 11 : Représentation schématique du site actif de l'enzyme.

2.5. Les enzymes sont au travail dans notre corps :

Une enzyme est déjà au travail dans notre bouche pendant la mastication: une alpha-amylase. Les amylases dégradent les aliments amylacés, c'est-à-dire, contenant de l'amidon, tels que les pommes de terre, les pâtes et le riz. Lorsque la nourriture atteint l'estomac, la pepsine prendra le relais et activera la poursuite de la digestion. C'est une enzyme protéolytique, fonctionnant au mieux dans les conditions d'acidité élevée qui règnent dans l'estomac. Ultérieurement, une autre enzyme importante, une lipase, se chargera de fragmenter les matières grasses qui pourront alors être digérées. **(2éducation,swis.cosmétiques et des détergents).**

2.6. Les enzymes sont produites par des microorganismes

Les enzymes sont produites par fermentation de microorganismes (bactéries, levures ou champignons). La fermentation liquide est adaptée aux bactéries aérobies, alors que la fermentation sur milieu solide est adaptée aux microorganismes fongiques. La souche est sélectionnée en fonction de différents critères. Elle doit être non pathogène, ne pas produire de toxines en milieu de culture, permettre une bonne productivité de l'enzyme et posséder une stabilité génétique. Les microorganismes producteurs d'enzymes peuvent être génétiquement modifiés afin d'en augmenter la capacité de production. Ceux rencontrés le plus souvent sont des champignons du genre *Aspergillus* comme *Aspergillus oryzae*, *A. niger* et *A. aculeatus* qui sont notamment utilisés pour produire les estérases, xylanases, amylases, glucanases, pectinase et la deutérollysine. *Trichoderma* est un champignon utilisé pour la production de cellulases (*T. reesei*) et de xylanases (*T. longibradiatum*). La subtilisine est naturellement

produite par *Bacillus subtilis* et peut être produite par d'autres espèces du genre *Bacillus* comme *B. licheniformis*. Certaines levures peuvent aussi être utilisées comme *Candida*.

Les enzymes produites peuvent être extracellulaires ou intracellulaires impliquant des procédés de purification très différents. L'extraction se fait par des techniques telles que la filtration stérile, la centrifugation et l'ultrafiltration, réalisées dans les conditions de pH de stabilité optimale pour l'enzyme. Les préparations commerciales enzymatiques peuvent contenir plusieurs enzymes ou plusieurs activités enzymatiques différentes. Elles se présentent sous forme liquide ou en poudre. Contrairement aux enzymes produites en laboratoire, celles contenues dans les préparations commerciales ne sont pas pures. La part d'enzyme dans le mélange peut être parfois négligeable [28]. Les préparations sont en fait caractérisées par une quantité d'activité enzymatique.

Il existe également des enzymes sous forme de microgranulés. La papaïne est produite par le papayer. Elle est extraite par incision de la papaye et récoltée du latex. Elle est purifiée par filtration, centrifugation et atomisation. On ajoute ensuite des réducteurs (glutathion, sulfite, cystéine) afin d'éviter toute oxydation. Certaines enzymes sont d'origine animale, elles sont utilisées en industrie laitière surtout. Elles sont produites par présure animale ou par extraction d'estomacs macérés de jeunes bovins (Toufik B., 2007).

2.7. Les productions d'enzymes par le génie génétique :

Il y a quelques années encore, la recherche des microorganismes appropriés à la production d'un type d'enzyme particulier demandait beaucoup de temps et elle était souvent tributaire du hasard. Des centaines de bactéries et de champignons devaient être examinés, puis cultivés pour découvrir si, parmi ces organismes, il en existait quelques-uns qui répondent mieux aux exigences que leurs congénères, afin de les produire à grande échelle. Grâce aux progrès réalisés en biotechnologie, on est parvenu au cours de ces dernières années à raccourcir les étapes de la recherche et de la culture. Désormais, un procédé permet d'améliorer la capacité originale d'un organisme à fournir un certain type d'enzyme d'une manière telle qu'il la produit plus rapidement et en quantité accrue. Il est dès lors possible d'obtenir les enzymes voulues en quantité suffisante et avec un degré de pureté élevé. (2édution,swis.cosmétiques et des détergents).

2.8. Dans le processus du lavage, les enzymes sont des (spécialistes) Efficaces :

Bien que l'on connaisse plus de 3000 types d'enzymes aujourd'hui, seuls quelques-uns d'entre eux entrent dans la composition des produits de lessive. Ce sont principalement:

Les protéases : Sont déjà utilisées de longue date dans la composition des détergents. Ce sont les enzymes les plus couramment utilisées dans l'industrie des détergents. Elles éliminent les taches dues aux protéines telles que celles contenues dans les oeufs, le lait, l'herbe et le sang. Des souillures organiques ont tendance à adhérer fortement aux fibres textiles, car les protéines agissent comme des colles, rendant difficile l'élimination des autres composants de la salissure, tels que pigments et poussières externes ambiantes (sautés de la rue). Or, les protéases fragmentent par hydrolyse les protéines et, combinées aux tensioactifs, ces enzymes ont pour effet de dissoudre les taches, même les plus tenaces.

Les lipases: Les taches d'huile et de graisse ont toujours été difficiles à enlever. Souvent, on n'y parvenait qu'en cuisant le linge. Mais bon nombre de textiles modernes doivent être lavés à températures modérées, ce qui rend la tâche plus ardue encore. Disponibles depuis quelques années seulement sur le marché, les lipases apportent une aide précieuse dans ce domaine. Elles sont capables, en effet, de fragmenter en petites particules les taches de graisse, par exemple de rouge à lèvres, de beurre, d'huile à salade et de produits de beauté. Le bain de lessive pourra ensuite évacuer ces particules.

Les amylases : Elles provoquent la transformation des hydrates de carbone collants en sucres solubles, ce qui permet d'éliminer les taches de purée de pommes de terre, de spaghetti ou de chocolat, par exemple.

Les cellulases : Ne servent qu'indirectement à éliminer la saleté, en débarrassant les textiles des peluches et donc également des particules de saleté qui y sont emprisonnées. En dégradant ces microfibrilles (peluches), les cellulases rendent non seulement le tissu plus souple, mais aussi plus lisse, ce qui en ravive les couleurs. **(2^{édition}, swis.cosmitiques et des détergents)**

2.9. Les enzymes aident à économiser les produits de lessive, l'énergie et l'eau :

Les enzymes elles-mêmes ne subissent aucune transformation chimique lors de la dégradation des liaisons macromoléculaires. Cela signifie qu'une enzyme peut provoquer une réaction de façon très répétitive, avant que son activité ne cesse vers la fin du programme de lavage. Dès lors, les enzymes peuvent être utilisées très parcimonieusement, ce qui permet aussi de réduire la quantité nécessaire en produits de lessives et en produits auxiliaires de

lavage. En outre, elles aident à économiser l'énergie et l'eau, car elles sont déjà très efficaces à basses températures. En conséquence, on peut renoncer au pré-lavage comme aux températures de lavage élevées. **(2édution ,swis.cosmétiques et des détergents).**

2.10. Les enzymes offrent de nouvelles perspectives à la technologie des détergents :

Les recherches se poursuivent inlassablement dans le domaine des enzymes. Il y a donc tout lieu d'admettre qu'elles aboutiront, dans la technologie des détergents, à de nouvelles applications, encore inconnues à ce jour. **(2édution ,swis .cosmétiques et des détergents).**

2.11. Les enzymes dans les détergents - inoffensives pour l'homme et l'environnement

Depuis l'utilisation d'enzymes dans les détergents, l'industrie des détergents effectue constamment des recherches scientifiques, afin d'assurer que les enzymes utilisées sont inoffensives tant pour ses collaborateurs travaillant à la fabrication des détergents que pour les consommateurs. Ces études et la longue expérience acquise dans l'utilisation des lessives enzymatiques prouvent que ces dernières ne présentent aucun risque pour la santé de l'homme. Les enzymes se trouvant partout dans la nature, où elles accélèrent l'ensemble des réactions biochimiques, leur présence dans les produits de lessive, ou plus exactement dans les eaux usées, n'entraîne pas d'effet nocif sur l'environnement. Elles ne sont pas toxiques et se dégradent entièrement dans les stations d'épuration. **(2édution,swis.cosmétique et des détergents).**

3. Les principaux domaines d'utilisation des enzymes dans l'industrie :

Il existe plusieurs domaines qui utilisent les enzymes dans l'industrie comme :

1. Industrie de détergents
2. Industrie du papier
3. Industrie textile
4. Industrie de cuir

3.1. L'industrie des détergents :

L'utilisation des enzymes dans l'industrie des détergents représente l'application industrielle la plus importante à la fois en termes de valeur et de quantité. Les enzymes les plus utilisées sont les protéases, mais beaucoup d'autres hydrolases peuvent également être

ajoutées aux préparations pour aider à l'élimination de taches très diverses. Les marques de lessive les plus performantes combinent protéases, amylases, lipases et cellulases pour augmenter l'efficacité du lavage. Chacune de ces enzymes est capable d'attaquer un type particulier de tache ou de salissure. Le fait d'inclure plusieurs types d'activité enzymatique dans le détergent permet ainsi d'éliminer des salissures contenant différentes substances. Par exemple, une tache alimentaire peut contenir des protéines, des lipides et de l'amidon (**Koga et al .(2012)**)

4. Synthèse de métabolites pour l'industrie par les microorganismes

Un grand nombre de métabolites sont des éléments de base (ou précurseurs) pour la synthèse de bio-polymères ou de bio-plastiques d'intérêt industriel. On peut citer : l'acide adipique, l'acide fumarique, l'acide glucarique, l'acide malique, l'acide succinique (**Zeikus et al. (1999)**).

5. Enzymologie industrielle (application/Enzymes utilisées/utilisation) :

Les enzymes sont utilisées dans l'industrie quand des catalyseurs extrêmement spécifiques sont nécessaires. Cependant, l'emploi des enzymes est en général limité par rapport aux nombres de réactions pour lesquelles la nature les a élaborées comme catalyseur, en particulier du fait de leur instabilité structurale (dénaturation) en présence de solvants organiques, aux pH extrêmes ou à hautes températures. En conséquence, l'ingénierie des protéines est un domaine de recherche très actif afin de créer de nouvelles enzymes aux propriétés originales qui catalysent des réactions qui ne se produisent pas dans la nature.

5.1. Exemples des enzymes d'organismes extrémophiles :

Les enzymes et les composés organiques issus d'organismes extrémophiles drainent un marché mondial potentiel de 17 milliards de dollars (source : Diversa). La filière pharmaceutique représenterait 5 milliards de dollars. Voir une liste d'enzymes d'extrémophiles utilisées en biotechnologie. Le séquençage complet du génome de bactéries et d'archaebactéries offre de très larges perspectives. Sur les dizaines de génomes microbiens complètement séquencés, un grand nombre appartiennent à des hyperthermophiles ou à des archaebactéries issues de milieux extrêmes.

Les enzymes d'organismes extrémophiles catalysent des réactions dans des conditions qui sont, en général, non standard (par rapport aux enzymes "usuelles"). La compréhension du mécanisme d'action des enzymes de maturation des précurseurs hormonaux. Certaines de ces enzymes maintiennent leur enveloppe d'hydratation et demeurent actives en solution même quand l'eau ambiante est limitante (par exemple, en présence de fortes concentrations ioniques) ou à basse température quand l'eau est proche du point de congélation. Ces enzymes maintiennent leur enveloppe d'hydratation du fait d'une plus grande densité de charges à leur surface et des mouvements moléculaires accrus. Ces propriétés permettent à certaines enzymes d'extrémophiles de fonctionner dans des solvants organiques, ce qui permet de développer des catalyseurs biologiques en conditions non aqueuses (**Koga et al., 2012**).

Chapitre II: Technologie des détergents

Chapitre II : Technologie des détergents

Définition des détergents :

Un détergent est un composé chimique, souvent dérivé du pétrole doté de propriétés tensioactives qui permettent d'éliminer les salissures. Plus simplement, un détergent est un agent chimique que l'on retrouve principalement dans les savons, lessives, nettoyeurs pour les sols, surfaces et autres. Le fonctionnement d'un détergent ; composé d'agents de surface aussi appelé «tensio-actifs» ; est de décoller le substrat de la surface sur laquelle il est, afin de le mélanger à une phase liquide tout en formant une mousse plus ou moins dense. Les tensio-actifs déplacent ainsi les salissures. (<https://www.enzynov.fr>).

1. Fabrication des détergents :

Extracted Oils and Derivatives est une grande entreprise publique produisant environ 4 460



tonnes par an de détergents plus ou moins moussants et de produits divers (huile de consommation, silicate de sodium, nourriture pour animaux, glycérine). La production est destinée tant au marché local qu'à l'exportation (14%). Figure

La compagnie a adhéré au projet MED TEST dans le but d'améliorer sa performance environnementale et d'identifier des opportunités d'accroître l'utilisation efficace des ressources en résolvant les problèmes existants: consommation élevée en eau et en électricité, pertes de matières et d'énergie. Le projet est centré sur l'installation de fabrication de produits détergents. Lors du lancement du projet, la compagnie était déjà certifiée ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 et OHSAS 18001. Grâce à MED TEST, elle a intégré la production plus propre et l'utilisation efficace des ressources dans le système existant de management ISO 14001(Chaima Z., 2016).

2.1. Techniques et méthodes

Système électrique, compresseurs et agitateurs: le projet a identifié plusieurs mesures permettant de réduire la consommation électrique: installation d'un compteur électrique dans le cadre d'un plan de surveillance efficace; mesure des harmoniques pour contrôler les distorsions de l'alimentation électrique et éviter que les condensateurs ne subissent des dégâts; installation d'un panneau de correction du facteur de puissance. Ce dernier réduira la consommation électrique, allongera la durée de vie de l'équipement, diminuera les risques de chutes de tension et enfin épargnera à l'entreprise les pénalités de la compagnie de distribution d'électricité. L'installation de variateurs de vitesse au niveau des agitateurs et de quatre onduleurs (démarreurs progressifs) pour les compresseurs d'air des sécheurs réduira leur courant d'appel donc la consommation électrique totale (de 7%).

Collecteur de poudre, récupération de produit: cette mesure sera mise en œuvre afin de récupérer les pertes de produits (poussière de poudre) des principales lignes de production et de les acheminer vers la station d'emballage. Le nouveau collecteur, d'une capacité de 55 000 m³ par heure et d'une efficacité de 99,9%, sera installé après le cyclone existant, peu efficace et responsable de pertes de produits de l'ordre de 4,5%. L'option en question réduira ces dernières de 230 tonnes par an et les émissions de poussière dans le milieu professionnel et ambiant de plus de 85%.

Entretien efficace, maintenance préventive et conservation de l'eau: le projet a identifié plusieurs mesures environnementales efficaces permettant la sauvegarde des matières, l'amélioration du milieu de travail et la réduction des charges polluantes. Elles consistent à mettre en place des programmes de maintenance régulière des conduites, équipements et compresseurs, à éliminer le lavage excessif du sol et toutes les sources de fuites, à fermer/sceller les robinets d'eau courante, et à éviter le bouchage des canalisations d'eaux usées en utilisant des filtres pour empêcher que des impuretés pulvérulentes et solides ne soient rejetées à l'égout. Le site a réduit sa consommation en eau en utilisant de l'eau sous pression dans la salle des installations techniques et en installant des compteurs d'eau pour permettre un plan efficace de monitoring. La mise en œuvre de cet ensemble de mesures réduira les pertes en matières premières de 2%, la consommation en eau de 18% et la charge hydraulique de la STEP de 8% de DCO (2,7 tonnes par an) et de 6% de matières solides en suspension (1 458 tonnes par an).

Recyclage de l'eau: La STEP du site sera améliorée grâce à l'accroissement de la capacité et de la performance du processus physicochimique actuel. Les eaux traitées pourront être réutilisées (processus de production, lavage, nettoyage des équipements). La mise en œuvre

de ce projet nécessitant un investissement important réduirait de 70% la consommation globale en eau.(site web:www.ewatec-eg.com)

3. Les savons, les détergents et leurs composants :

3.1 Les produits détergents (définition, savons, eau de javel, détergents, shampoings)

➤ Produits détergents

Les produits détergents jouent un rôle essentiel dans notre vie quotidienne. Ils nous aident à préserver notre santé, à prendre soin de nos maisons et de nos biens et à rendre notre environnement plus plaisant; en permettant de bien éliminer, en toute sécurité, les salissures, les microbes et les autres contaminants. Cependant, ces produits peuvent être une source de contamination radioactive puisqu'ils sont formulés à partir de matières issues de substances d'origine animale, végétale, minérale, fossile ou pétrolière qui contiennent naturellement des éléments traces radioactifs pouvant avoir un effet néfaste sur notre santé. Afin de bien comprendre l'origine de la radioactivité dans ces produits, nous allons présenter dans ce chapitre les différents types de produits détergents ainsi que leurs compositions, leurs procédés de fabrication et des exemples de formulation.

➤ Définition

Les produits détergents sont des produits de nettoyage possédant un pouvoir de détergence. C'est le phénomène par lequel des souillures adhérentes à des surfaces sont enlevées et mises en suspension ou en solution pour éviter leur déposition, suivant un processus impliquant une action physico-chimique autre que la simple dissolution. Les produits détergents se divisent en quatre grandes catégories selon le type de la surface à nettoyer et la nature des salissures à enlever : hygiène personnelle, lessive, vaisselle et ménage et ils sont disponibles dans une grande variété de formes selon leur utilisation (poudre, liquide concentré ou dilué, tablette, pâte, crème, gel, bâtonnet...).

a-Savons:

Les savons sont les produits de nettoyages les plus anciens; ce sont des sels de potassium ou de sodium d'acides gras hydrosolubles. Ils sont fabriqués par saponification à partir de graisses et d'huiles ou de leurs acides gras, en les traitants chimiquement avec un alcali fort. Le savon est utilisé comme tensioactif anionique : il possède une bonne aptitude à émulsionner les graisses et à les mettre en suspension dans l'eau, mais il présente l'inconvénient de former des sels de calcium insolubles qui se déposent sur les tissus, lors des

lavages dans des eaux dures. C'est pour cette raison que pour le marché du lavage du linge, il est remplacé par les détergents, mais garde le marché de la toilette

b- Eaux de Javel :

C'est une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium (NaClO : le produit actif) et de chlorure de sodium ou de potassium. Elle est souvent utilisée comme détersif, décolorant et antiseptique [1].

c- Détergents :

Les détergents sont des préparations d'un ensemble d'ingrédients dissous dans l'eau dans des doses convenables et se présentant sous plusieurs formes (poudre, liquide, pâte).

d-Shampooings :

Un shampoing est un produit cosmétique ayant un pouvoir détergent, il est destiné au nettoyage de la chevelure et de cuir chevelu. Il est présenté généralement sous forme de liquide ou de crème, formulé à partir d'un simple mélange d'agents tensioactifs permettant de dissoudre la graisse qui est entraînée dans l'eau avec les saletés qu'elle contient **Abir,K;2010**.

3.2. Classification des produits d'entretien

3.2.1. Les détergents

Leur action chimique décolle les salissures, dégraisse et émulsionne. Cette action est rendue possible grâce aux agents tensioactifs contenus dans les détergents. Il s'agit de produits nettoyants ne contenant pas d'agents antibactériens. Ces produits sont destinés aux surfaces et matériaux inertes, instruments et matériel médicochirurgical. L'activité détergente n'est à ce jour pas normalisée. Les détergents sont dotés de : - pouvoir mouillant - pouvoir dispersant (solubilisant) - pouvoir émulsionnant - pouvoir moussant - pouvoir dégraissant Ils sont souvent associés à des agents anti-redéposition.

3.2.2. Les désinfectants

Ces produits contiennent au moins un principe actif doué de propriétés antimicrobiennes et dont l'activité est déterminée par un système normatif reconnu. Ce produit doit satisfaire aux normes AFNOR de base de bactéricidie NF EN 1040 (T 72-152), de bactéricidie en conditions de saleté, et peut en outre présenter des caractéristiques supplémentaires : - Fongicidie NF EN 1275 (T 72-202) - Virucidie NF T 72-180, NF T 72-181 - Sporicidie NF EN 14347

La désinfection a un résultat dit momentané car le plus souvent limité au temps de la procédure. L'efficacité de cette opération est entre autre liée au respect strict des conditions d'utilisation du produit désinfectant : dilution, temps de contact, température...

L'eau de Javel est un désinfectant liquide de contact pour les surfaces y compris en secteur alimentaire à large spectre d'activité : Bactéricide, Fongicide, Virucide, Mycobactéricide, Sporicide. Elle est souvent conditionnée en : berlingot ou en flaconnet rigide de 250 ml titrant 9,6 % de chlore actif ou en flacon de 1 litre titrant 2,6 % de chlore actif. Les dilutions et les indications d'utilisation : 1 dose recharge de 250 ml + 750 ml d'eau froide = 1 litre de javel à 2,6 %.(<https://www.delcourt.fr/mon-compte>)

4. Risques associés aux préparations bactériennes et enzymatiques pour le dégraissage et le nettoyage

En remplacement des dégraissants et nettoyeurs traditionnels, qu'ils soient à base de solvants ou de tensioactifs, on retrouve actuellement sur le marché des préparations à base de bactéries et d'enzymes pour le nettoyage de surfaces en milieux industriel et institutionnel.

Des préparations enzymatiques sont également utilisées en milieu de soins pour le nettoyage d'instruments chirurgicaux et diagnostiques. Mises à part les fiches de données de sécurité et les fiches techniques fournies par les fabricants, les hygiénistes et les médecins du travail et de l'environnement, ainsi que les autres spécialistes du domaine de la santé et de la sécurité du travail ne possèdent que des données fragmentaires sur la composition de ces préparations. De plus, ces préparations sont souvent publicisées comme des produits idéaux, verts et atoxiques.

La présente monographie vise à présenter de façon synthétique et critique les connaissances sur les aspects de la santé, de la sécurité, de l'environnement et techniques de ces produits biotechnologiques, de manière à guider les intervenants qui sont appelés à les évaluer, à les recommander ou à les utiliser. La méthode retenue consiste principalement en une revue de la littérature scientifique et technique. Cette recherche repose aussi sur la consultation d'intervenants représentant divers secteurs d'activité et sur l'observation de quelques milieux dans lesquels les travailleurs sont exposés à ce genre de préparations.

Les biofontaines utilisent des préparations aqueuses formulées avec des bactéries de risque infectieux faible ou nul (dites de groupe 1). Elles remplacent de plus en plus souvent les fontaines traditionnelles à base de solvants, particulièrement dans le domaine de l'entretien mécanique. L'élimination des solvants y est avantageuse d'un point de vue sécuritaire et

sanitaire. À l'exception d'un cas de sensibilisation respiratoire rapporté dans la littérature, aucun effet sur la santé n'a été démontré à la suite de leur utilisation. Par ailleurs, la protection de l'environnement y est renforcée puisque les bactéries transforment en grande partie les salissures organiques (huiles, graisses) en eau et en dioxyde de carbone. Cependant, certaines études montrent la présence, dans des biofontaines en cours d'utilisation, de bactéries présentant un risque infectieux modéré pour les individus (dites de groupe 2). Il est recommandé aux utilisateurs de se protéger la peau (gants, vêtements à manches longues) et les yeux (lunettes de sécurité) ainsi que de se conformer à diverses mesures d'hygiène individuelle.

Les détergents à base d'enzymes sont largement utilisés dans les milieux de soins pour le nettoyage des instruments chirurgicaux et diagnostiques. La littérature rapporte quelques cas de sensibilisation respiratoire de travailleurs manipulant de tels nettoyants à base de subtilisine, l'enzyme la mieux documentée dans ce contexte et la seule faisant l'objet d'une valeur limite d'exposition au Québec. Il n'y a encore que très peu de données sur les niveaux d'exposition à la subtilisine ni aux autres enzymes dans ces milieux, bien que la présence d'aérosols soit possible, notamment lors de l'utilisation de soufflettes pour le séchage des instruments.

Ce travail a permis en outre de documenter certaines autres utilisations de préparations bactériennes ou enzymatiques, particulièrement pour l'entretien ménager institutionnel et dans l'industrie alimentaire. On note une documentation très insuffisante sur la composition de ce type de produits, leurs utilisations, les expositions professionnelles et leurs effets potentiels sur la santé. En ce qui concerne plus spécifiquement les nettoyants bactériens, il faut noter la possibilité qu'ils soient certifiés sur une base volontaire avec une étiquette écologique selon la norme ÉcoLogo DCC-110, qui assure que certains critères liés à la protection de l'environnement sont respectés, qu'ils ne contiennent pas de microorganismes pathogènes et qu'ils sont techniquement performants.

En conclusion, les nettoyants et dégraissants bactériens et enzymatiques occupent une place de plus en plus importante sur le marché. Bien que dans l'ensemble peu d'effets sur la santé en milieu de travail aient été documentés à la suite de leur utilisation, les risques existent et divers moyens de protection individuelle sont recommandés, selon les circonstances. Des études métrologiques devraient être entreprises pour documenter la nature et les niveaux d'exposition aux bactéries et enzymes dans les circonstances les plus susceptibles de générer des aérosols. Vu la nature exploratoire des données de terrain dans cette recherche, il serait

important également qu'une cartographie soit établie sur l'utilisation de ces produits dans les milieux de travail québécois (**Jacques L et al., 2010**).

5. Types de détergents:

5.1. Les produits d'entretien enzymatiques:

L'enzyme, (<https://www.enzynov.fr/pros>) point de départ du produit nettoyant enzymatique. Si les produits d'entretien enzymatiques sont considérés comme plus naturels, c'est surtout, car les enzymes sont très présentes dans le corps humain : dans la salive, l'estomac ou encore l'intestin grêle, elles jouent un rôle phare dans la décomposition des aliments que nous ingurgitons. Ces dernières sont très spécifiques, car chaque type d'enzyme ne réagit qu'avec le type spécifique de substance (<https://www.enzynov.fr/blog/qu-est-ce-qu-une-enzyme-et-comment-fonctionneelle>) (appelé substrat) pour lequel elle a été fabriquée.

5.2. Les produit d'entretien chimique

Composés chimiques le plus généralement issus de l'industrie pétrochimique, les détergents réussissent à éliminer les salissures les plus tenaces grâce à leurs principes tensioactifs. La détertion, action du détergent, a pour objectif de détruire les bactéries présentes à la fois sur la peau et les ustensiles du quotidien. Cependant, la puissance d'action des détergents chimiques n'est pas à prendre à la légère. Très agressifs, ces produits peuvent être à l'origine de brûlures, tant au niveau de la peau que des yeux, mais aussi d'allergies comme l'asthme ou l'eczéma, ou encore d'intoxications, initiées par leur inhalation ou leur absorption accidentelle. (<https://www.enzynov.fr/plan-du-site>).

6. Les lessives en poudre

Chacun s'accorde pour reconnaître l'utilité et l'efficacité des lessives destinées au lavage du linge. Cependant, leur utilisation quasi quotidienne et l'apparente naïveté des publicités relatives à ce type de produits ne laissent en rien présumer du foisonnement d'innovations technologiques qu'elles dissimulent (encadré 1). Qui plus est, elles laissent croire aux utilisateurs et aux chimistes eux-mêmes, qu'il s'agit d'un produit simple, banal et dont la technologie est pratiquement figée. Or, la réalité est tout autre car les fabricants de détergents, non seulement proposent aux consommateurs des formes de produits toujours plus pratiques à utiliser, mais imposent également une évolution permanente aux formulations de lessive en incorporant de nouveaux ingrédients permettant d'éliminer les taches plus efficacement, à plus basse température, tout en respectant mieux le linge et l'environnement.

Le niveau technologique des lessives est d'ailleurs si élevé que seules quelques grandes sociétés sont à même de maîtriser leur formulation, leur mise en forme et leur distribution à l'échelle mondiale (encadré 2). Les lessives en poudre représentent aujourd'hui environ 50 % de la production mondiale des lessives. Bien que leur fonction principale soit de nettoyer le linge, le consommateur attend bien d'autres qualités de sa poudre à laver. Tous ces critères techniques, réglementaires, environnementaux et économiques constituent le cahier des charges que le formateur doit respecter lors de la conception du produit. Les critères techniques concernent à la fois les fonctions d'usage et les contraintes de procédé.

La fonction d'usage principale d'une lessive est le nettoyage du linge, autrement dit, l'élimination de tous les types de salissures et les odeurs corporelles adsorbées sur les fibres textiles. Les fonctions secondaires correspondent à des performances techniques moins essentielles mais que le consommateur attend de la part d'un produit évolué. Les fonctions tertiaires sont qualifiées d'hédoniques car elles sont associées au plaisir que le consommateur peut éprouver au moment où après l'utilisation du produit, par exemple l'odeur « de propre » subsistant sur le linge lavé et séché, mais aussi à la satisfaction de contribuer au respect de l'environnement en achetant un produit formulé à partir d'ingrédients complètement biodégradables et élaborés à partir de ressources végétales renouvelables.

Pour élaborer la formule, il faut tout d'abord comprendre ce que le consommateur considère comme étant du linge sale. Cette notion recouvre des perceptions sensorielles objectives telles que l'observation de taches ou la détection d'odeurs désagréables et des habitudes culturelles plus spécifiques qui exigent, par exemple, qu'un vêtement ayant été porté pendant une durée déterminée soit lavé. Se pose ensuite la question de connaître l'origine et la nature des salissures qui souillent le linge. On les classe habituellement en salissures (i) grasses (graisses, cosmétiques, hydrocarbures), (ii) maigres (thé, vin, herbe, fruits, encre), (iii) particulières (terre, poussière, suie) et (iv) corporelles (sébum, transpiration, sang). Ensuite, on recense tous les processus connus: chimiques (saponification, oxydation), physico-chimiques (« rolling-up », solubilisation, micellisation, émulsification), physiques (fluorescence) ou biochimiques (dégradation enzymatique) que le formateur pourra mettre en œuvre pour éliminer chaque type de taches. **(véronique nardello,R,HoTan Tai,L,Marie Aubry,J.2003)**

7. Nettoyage externe des endoscopes et des instruments médicaux (lingettes):

Lingettes imprégnées de détergent enzymatique pour le nettoyage externe des instruments médicaux avant le processus de désinfection ou de stérilisation. Sa formule, riche en activité protéasique, permet d'éliminer les restes de sang, sécrétions, tissus, matières grasses, etc., et empêche la formation de biofilm. Le nouveau format de lingettes offre est pratique pour tout type d'instruments sans canal interne, permet de gagner du temps et évite les erreurs éventuelles dans la préparation des dilutions. Cependant, pour les instruments à canaux, une immersion dans un détergent enzymatique est nécessaire. L'utilisation combinée de lingettes Enzym Med et d'un désinfectant de haut niveau garantit d'excellents résultats dans la désinfection des instruments médicaux.

Lingettes 100% biodégradables.

La composition d'Enzym Med Wipes a démontré une efficacité bactéricide et virucide face aux différents micro-organismes et face à un aspect préoccupant du nettoyage d'instruments, le biofilm.

- **Bactéricide:** (EN13727) *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus hirae*.
- Virucide: (EN14476) Hépatite B, Hépatite C, Vaccinia virus BVDV.
- Efficacité face au biofilm de *Pseudomonas aeruginosa*.

Dispositif médical CE Classe I.

Efficacité virucide conforme à UNE14476.

**Applications**

- Nettoyage externe des Endoscopes rigides et flexibles, Accessoires d'endoscopes, Instruments chirurgicaux, odontologiques et orthopédiques.
- Nettoyage avant désinfection à haut niveau ou stérilisation.

Composition

- Enzymes protéases.
Enzymes amylases.
- Enzymes lipases.
- Éthylène glycol.
- Tensioactifs non ioniques.
- Chlorure d'alkyl dimethyl benzyl ammonium.
- Parfum. (**nettoyage externe des endoscopes et des instruments médicaux**).

Conclusion

Conclusion

L'utilisation des enzymes en tant que biocatalyseurs doués d'une haute spécificité a constitué une véritable révolution pour la préparation de nouvelles molécules organiques à intérêt potentiel. Depuis les premiers travaux pivots de Klibanov qui expliquent l'effet des modifications physico-chimiques de l'environnement des enzymes par l'utilisation de milieux organiques, ainsi que la réactivité enzymatique dans ces milieux en présence d'un minimum d'eau qui est le milieu naturel des enzymes, l'utilisation de ces outils biocatalytiques a connu une évolution accrue et a attiré l'attention des chercheurs dans le domaine de la recherche fondamentale et en particulier le monde de la chimie organique.

La facilité de mise en œuvre de ces catalyseurs, ainsi que l'exploitation de méthodes d'immobilisation des enzymes libres (sous forme sauvage), facilite leur récupération par simple filtration et autorise une éventuelle réutilisation, ce qui permet de classer ce type de catalyse comme hétérogène. La biocatalyse est considérée comme complémentaire à la catalyse homogène par le bien de plusieurs aspects tels que : la reconnaissance d'un seul énantiomère, la grande stéréosélectivité des enzymes, et un TON (Number of turn over).

L'exploitation des enzymes comme catalyseurs augmente la vitesse d'une réaction chimique jusqu'à 1020 fois, et ce par la diminution de la barrière énergétique. Leur utilisation reste limitée à cause de leur fragilité, leur sensibilité, à savoir leur dénaturation à des températures élevées, leur grande spécificité, la nécessité d'utiliser des cofacteurs et coenzymes qui s'avèrent onéreux, solubilité limitée dans les solvants organiques et le risque d'oxydation de certains résidus (Méthionine, Cystéine, Trypsine). Les réactions catalysées par les enzymes se déroulent dans des conditions douces : température inférieure à 100°C, pression atmosphérique et pH neutre par rapport aux réactions chimiques correspondantes.

Ce travail a permis en outre de documenter certaines autres utilisations de préparations bactériennes ou enzymatiques, particulièrement pour l'entretien ménager institutionnel et dans l'industrie alimentaire. On note une documentation très insuffisante sur la composition de ce type de produits, leurs utilisations, les expositions professionnelles et leurs effets potentiels sur la santé. En ce qui concerne plus spécifiquement les nettoyants bactériens, il faut noter la possibilité qu'ils soient certifiés sur une base volontaire avec une étiquette écologique selon la norme ÉcoLogo DCC-110, qui assure que certains critères liés à la protection de l'environnement sont respectés, qu'ils ne contiennent pas de microorganismes pathogènes et qu'ils sont techniquement performants.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

Abir, k. 2010. Mesure de la radioactivité dans les produits détergents par spectrométrie Gamma. Université du 7 novembre à Carthage.

Anonyme. 2005. Les enzymes dans la technologie des détergents. Association suisse des, 2^e édition, Suisse, cosmétiques et détergents.

Anonyme .SD. Fabrication de détergents-Extracted Oils and Derivatives company .Secteur chimique-Egypte(site web:www.ewatec-eg.com).

Anonyme. 2018. détergent, désinfectant sont-ils nettoyant et quelles différences ? ([https://www .Enzynor. FR](https://www.Enzynor.FR)).

Anonyme.2018. Détergent chimique ou enzymatique?. France.(<https://www.enzynov.fr/plan-du-site>).5p.

Anonyme. 2021. la classification des produits d'entretien (<https://www.delcourt .FK/ mon-compte>).

Anonyme.2021. Nettoyage externe des endoscopes et des instruments médicaux .3p.

Abdelghani, C .2007. Étude et synthèse des composés tensioactifs à base de souches naturelles et obtention de détergents industriels biodégradables, 77p.

Bennamoun, L. Enzymologie approfondie. chapitre 1:généralités sur les enzymes,(SD), 16p, p1-4

Chaimae, Z. 2016. Analyse de la matière active anionique dans la poudre détergent (validation-carte de contrôle),34p

Fatima, N. Cours-génie –enzymatiques. Départ. Sciences agronomiques et biotechnologies .30p.

Jacques,L, Bégin,D, michel, G. 2010. Risques associés aux préparations bactériennes et enzymatiques pour le dégraissage et le nettoyage, Rapport R-829,87 p.

Koga et al. 2012. Paper- immobilized enzyme as a green microstructured catalyst "j.Mater .chen.22, 11591-11597.

Philippe chanel, J, 2005. Présenté pour l'obtention du grade de maitre ès sciences (M.SC) en science de l'eau. Université du Québec (INRS- Eau, Terre et Environnement),70p.

Toufik Taalibi, B. 2007. Synthèse de nouvelles molécules tensioactives nom ioniques par voie enzymatique. Université d'Oran ES-Senia.140p.

Véronique Nardello,R, Ho Tan Tai,L, Marie Aubry,J,2003.les lessive en poudr,l'actualité chimique ,8p.

Zaidi, B. 2016. Etude de la résolution cinétique de molécules d'intérêt pharmacologiques paramètres. Université BADJI MOKHTAR-ANNABA.259p.

Résumé

La plupart des réactions dans les organismes vivants sont catalysées par des protéines appelées enzymes. Les enzymes peuvent à juste titre être appelés le mécanisme catalytique des systèmes vivants. Une enzyme est spécifique d'un substrat, molécule dont elle catalyse la transformation. A la fin de la réaction la structure de l'enzyme se retrouve inchangée. La détergence est le processus correspondant à la séparation des salissures de leur substrat, par mise en solution ou en dispersion.

En remplacement des dégraissants et nettoyeurs traditionnels, qu'ils soient à base de solvants ou de tensioactifs, on retrouve actuellement sur le marché des préparations à base de bactéries et d'enzymes pour le nettoyage de surfaces en milieu industriel et institutionnel. Les détergents à base d'enzymes sont largement utilisés dans les milieux de soins pour le nettoyage des instruments chirurgicaux et diagnostiques.

Mots clés : Enzymes, détergents, catalyseurs, nettoyeurs

Abstract

Most reactions in living organisms are catalyzed by proteins called enzymes. Enzymes can rightly be called the catalytic mechanism of living systems. An enzyme is specific to a substrate, a molecule whose transformation it catalyzes. At the end of the reaction, the enzyme structure remains unchanged. Detergency is the process of separating dirt from its substrate by solution or dispersion.

In place of traditional degreasers and cleaners, whether they are based on solvents or surfactants, there are currently on the market preparations based on bacteria and enzymes for cleaning surfaces in industrial and institutional environments. Enzyme-based detergents are widely used in healthcare settings for cleaning surgical and diagnostic instruments.

Keywords: Enzymes, detergents, catalysts, cleaners

الملخص:

معظم التفاعلات في الكائنات الحية يتم تحفيزها بواسطة بروتينات تسمى الإنزيمات. الإنزيمات يمكن أن تسمى بحق الآلية الحفازة للأنظمة الحية. الإنزيم هو محدد إلى تحت ، الجزيء الذي يحفز تحوله. في نهاية التفاعل ، يبقى هيكل الإنزيم دون تغيير. الردع هو عملية فصل التراب عن فرعه عن طريق الحل أو التشتت. وبدلاً من المحللين التقليديين وأجهزة التنظيف ، سواء كانت قائمة على المذيبات أو السطوح ، توجد حالياً في السوق مستحضرات قائمة على البكتيريا والإنزيمات لتنظيف الأسطح في البيئات الصناعية والمؤسسية. وتستخدم المنظفات المستندة إلى الإنزيم على نطاق واسع في أماكن الرعاية الصحية لتنظيف الأدوات الجراحية والتشخيصية. **الكلمات المفتاحية:** الإنزيمات ، المنظفات ، المحفزات ، المنظفات