



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

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد

Université d'Oran 2 Mohamed
Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي

Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de sécurité industrielle et environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Sécurité Prévention Intervention

Thème

**Tri et Collecte intelligente des
médicaments périmés et non utilisés**

Présenté et soutenu publiquement par :

Mr. TOUIMI Aymene Abdessamed

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
BELKHODJA LEILA	MAA	Université d'Oran2/IMSI	Président
HEBBAR CHAFIKA	Professeur	Université d'Oran2/IMSI	Encadreur
NADJI MED EL AMINE	MCB	Université d'Oran2/IMSI	Examineur

Année 2023/2024

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la volonté d'accomplir ce modeste travail.

La première personne que je tiens à remercier est mon encadrante Mme le professeur HEBBAR Chafika pour l'orientation, la confiance, la patience et ses bonnes explications qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs remarques.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous les Enseignants de l'IMSI qui m'ont enseigné et qui, par leurs compétences, nous ont soutenu dans la poursuite de nos études sans oublier de remercier le personnel du complexe « GPIZ-Sonatrach » pour leur accueil, et hospitalité et plus précisément Messieurs : BOURAS, BOUSSEHABA, OUTHMANE et MESSABIH.

Je tiens aussi mes dédicaces à mes enseignants de lycée qui a ouvert la route pour moi pour continuer mon chemin d'étude et spécialement Mme LAARIBI, Mr BACHIRI et Mme BENMLOUKA.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je tiens à dédier cet humble travail

*À mes chers parents qui m'ont aidé dans chaque étape dans mes études par
leur sacrifices, prières et soutiens.*

À mon cher frère Kamel pour son encouragement permanent.

À mon oncle Allal qui m'a encouragé dans mon cycle d'étude depuis l'enfance.

À toute ma famille mes grands-pères Que Dieu leur fasse miséricorde,

Mes grand-mères, mes oncles et tante, cousins et cousines.

*À mes collègues et frères Rayane ; Khaled ; Amine ; Abderrahmane ; Yacine ; Ryad ;
Abderrahmane ; Raid ; Abderrahmane ; Hamouda ; Alaa et Mounir pour leur soutien*

tout au long de mon parcours universitaire.

*À mes chers amis d'enfance Mohamed ; Ali et Redouane pour l'amitié qu'ils ont
partagé était authentique, elle a été marquée par leur soutien indéfectible tout au
long de notre cheminement ensemble. La valeur de leur présence et de leurs
encouragements sans réserve était incommensurable et indéniable.*

À mon encadreur Mme HEBBAR

*Je vous remercie du fond du cœur pour votre soutien inconditionnel,
votre patience infinie et votre dévouement sans faille. Votre encadrement était
une bonne nouvelle. Ce travail n'aurait pas été fait sans votre soutien, votre aide et
vos conseils précieux à moi, je vous ai toujours considéré comme une mère.*

Merci d'être toujours là pour moi.

Résumé : Les médicaments périmés (MP) et les médicaments non utilisés (MNU) peuvent être potentiellement dangereux s'ils sont jetés dans le réseau d'eaux usées, dans la nature ou lors des émissions de certains modes de traitement. Ils peuvent présenter des risques potentiels d'intoxications médicamenteuses par ingestion accidentelle. L'objectif de ce travail est de passer en revue bibliographique les médicaments périmés et non utilisés. A cela s'ajoute une nouvelle idée d'intégrer le citoyen algérien dans la collecte des médicaments périmés par le fait de le sensibiliser, le motiver et le responsabiliser de la préservation de son environnement dans le cadre du développement durable à travers une application intelligente installée sur son portable. La gestion des MP nécessite un personnel qualifié, sensibilisé aux questions liées à l'environnement, l'implication du secteur de la santé et toute personne responsable et même d'intégrer la société dans cette opération. Un questionnaire est dédié auprès de 135 citoyens et 09 pharmacies pour valider ou non cette nouvelle idée de collecte.

Mots clés : collecte, tri, Médicament périmé, médicaments non utilisés, Oran, risque sanitaire.

Abstract: Expired medicines and unused medicines can be potentially dangerous if they are thrown into the wastewater network, in nature or during emissions from certain treatment methods. They may present potential risks of drug poisoning through accidental ingestion. The objective of this work is to review the bibliography of expired and unused medications. Added to this is a new idea of integrating the Algerian citizen into the collection of expired medicines by raising awareness, motivating them and making them responsible for preserving their environment within the framework of sustainable development through an installed intelligent application on his cell phone. PM management requires qualified personnel, aware of issues related to the environment, the involvement of the health sector and any responsible person and even integrating society into this operation. A questionnaire is dedicated to 135 citizens and 09 pharmacies to validate or not this new collection idea.

Keywords: collection, sorting, expired medicine, médicaments non utilisés, Oran, health risk.

ملخص: يمكن أن تكون الأدوية منتهية الصلاحية والأدوية غير المستخدمة خطرة إذا تم طرحها في شبكة مياه الصرف الصحي، أو في الطبيعة أو أثناء الانبعاثات الناتجة عن طرق معالجة معينة. قد تشكل مخاطر محتملة للتسمم بالمخدرات من خلال الابتلاع العرضي. الهدف من هذا العمل هو مراجعة قائمة الأدوية منتهية الصلاحية وغير المستخدمة. يضاف إلى ذلك فكرة جديدة تتمثل في دمج المواطن الجزائري في جمع الأدوية منتهية الصلاحية من خلال توعيته وتحفيزه وجعله مسؤولاً عن الحفاظ على بيئته في إطار التنمية المستدامة من خلال تطبيق ذكي مثبت على هاتفه الخليوي. تتطلب إدارة الطب الدقيق موظفين مؤهلين، على دراية بالقضايا المتعلقة بالبيئة، وإشراك القطاع الصحي وأي شخص مسؤول وحتى دمج المجتمع في هذه العملية. تم تخصيص استبيان لـ 135 مواطناً و 09 صيدليات للتحقق من صحة فكرة المجموعة الجديدة هذه أم لا.

الكلمات المفتاحية: الجمع، الفرز، الأدوية منتهية الصلاحية، الأدوية غير المستخدمة، وهران، المخاطر الصحية.

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

<i>Introduction Générale</i>	1
Chapitre 1	4
<i>Bilan de connaissances bibliographiques sur les médicaments</i>	4
1.1 <i>Historique du secteur pharmaceutique</i>	5
1.1.1 <i>La période artisanale</i>	5
1.1.2 <i>L'ère moderne et le développement des grandes entreprises pharmaceutiques</i>	5
1.1.3 <i>L'ère « postmoderne »</i>	6
1.2 <i>Privatisation du secteur de la santé</i>	6
1.2.1 <i>Contexte historique</i>	7
1.2.2 <i>Libéralisation des politiques de santé</i>	7
1.2.3 <i>Rôle croissant du secteur privé</i>	7
1.2.4 <i>Arguments en faveur de la privatisation</i>	7
1.2.5 <i>Critiques et défis</i>	7
1.3 <i>Circuit de distribution des produits pharmaceutiques en Algérie</i>	8
1.3.1 <i>Importateurs et fabricants</i>	8
1.3.2 <i>Autorisations et enregistrements</i>	8
1.3.3 <i>Entreposage et stockage</i>	8
1.3.4 <i>Distributeurs en gros</i>	8
1.3.5 <i>Pharmacies et établissements de santé</i>	8
1.3.6 <i>Réglementations et contrôles</i>	8
1.3.7 <i>Surveillance post-commercialisation</i>	8

1.4	<i>Définition d'un médicament</i>	9
1.5	<i>Composants d'un médicament</i>	9
1.5.1	<i>Principe actif</i>	9
1.5.2	<i>Excipients</i>	9
1.6	<i>Origine d'un médicament</i>	9
1.6.1	<i>Médicament d'origine végétale</i>	9
1.6.2	<i>Médicament d'origine animale</i>	10
1.6.3	<i>Médicament d'origine minérale</i>	10
1.6.4	<i>Médicament d'origine chimique</i>	11
1.6.5	<i>Médicament d'origine biotechnologique ou biogénétique</i>	11
1.7	<i>Critères de qualité d'un médicament</i>	12
1.7.1	<i>Les matières premières</i>	12
1.7.2	<i>La formulation</i>	12
1.7.3	<i>Le mode de fabrication</i>	12
1.7.4	<i>La distribution</i>	12
1.7.5	<i>La conservation et la documentation</i>	12
1.8	<i>Conditionnement et conservation d'un médicament</i>	12
1.8.1	<i>Conditionnement des médicaments</i>	13
1.8.2	<i>Conservation des médicaments</i>	13
1.8.3	<i>Détérioration des médicaments</i>	14
1.9	<i>Classification du médicament</i>	14
1.9.1	<i>Selon la forme pharmaceutique</i>	14
1.9.1.1	<i>Médicaments sous forme solide</i>	15
1.9.1.2	<i>Médicaments sous forme liquide</i>	15
1.9.1.3	<i>Médicaments destinés à être appliqués sur les muqueuses</i>	15
1.9.1.4	<i>Médicaments réservés à usage interne et externe</i>	16
1.9.2	<i>Selon le mode de délivrance</i>	16
1.9.2.1	<i>Sur ordonnance</i>	16
1.9.2.2	<i>Sans ordonnance (auto médication)</i>	16
1.9.3	<i>Selon l'action thérapeutique</i>	16
1.9.4	<i>Antibiotiques</i>	17
1.9.5	<i>Anti-inflammatoires</i>	18
	<i>Figure 2.2 Anti-inflammatoires</i>	18
1.9.5.1	<i>Anti-inflammatoire stéroïdiens</i>	19
1.9.5.2	<i>Anti-inflammatoires non stéroïdiens</i>	19
1.9.6	<i>Gestion du stock des médicaments</i>	21
1.9.6.1	<i>Définition de la gestion de stock</i>	21

1.9.6.1.1	<i>Planification des besoins en médicaments</i>	22
1.9.6.1.2	<i>Approvisionnement en médicaments</i>	22
1.9.6.1.3	<i>Stockage des médicaments</i>	22
1.9.6.1.4	<i>Gestion des stocks</i>	22
1.9.6.1.5	<i>Distribution des médicaments</i>	22
1.9.6.1.6	<i>Contrôle de la qualité</i>	22
1.9.6.1.7	<i>Gestion des données et des rapports</i>	22
1.9.6.2	<i>Méthodes du stockage des médicaments</i>	22
1.9.6.2.1	<i>Stockage en Sécurité</i>	22
1.9.6.2.2	<i>Rangement et Organisation</i>	23
1.9.6.2.3	<i>Conditions de Stockage</i>	23
1.9.6.2.4	<i>Supervision et Contrôle</i>	24
1.9.6.2.5	<i>Formation et Supervision</i>	24
1.9.6.3	<i>Méthode de gestion du stockage des médicaments</i>	24
1.9.6.3.1	<i>Classification des médicaments</i>	24
1.9.6.3.2	<i>Création de zones de stockage dédiées</i>	24
1.9.6.3.3	<i>Étiquetage clair et précis</i>	24
1.9.6.3.4	<i>Rotation des stocks</i>	24
1.9.6.3.5	<i>Surveillance des conditions de stockage</i>	25
1.9.6.3.6	<i>Contrôle des accès et sécurité</i>	25
1.9.6.3.7	<i>Gestion informatisée du stock</i>	25
1.9.6.3.8	<i>Formation du personnel</i>	25
1.9.6.4	<i>Procédure de gestion des médicaments périmés</i>	25
1.9.6.4.1	<i>Répartition des entreprises selon leur type d'activité</i>	25
1.9.6.4.2	<i>Avis des enquêtés sur la définition des médicaments périmés</i>	26
1.9.6.4.3	<i>Répartition des pharmacies selon le suivi de la date de péremption</i>	26
1.9.6.4.4	<i>Répartition des pharmacies selon la période de retrait des médicaments périmés</i>	27
1.9.6.4.5	<i>Répartition des médicaments périmés selon leur classe pharmacologique</i>	27
Chapitre 2		28
Généralités sur les déchets pharmaceutiques		28
2	<i>les déchets pharmaceutiques</i>	29
2.1	<i>Déchets pharmaceutiques non dangereux</i>	29
2.2	<i>Déchets pharmaceutiques potentiellement dangereux</i>	29
2.3	<i>Déchets pharmaceutiques dangereux</i>	29
2.3.1	<i>Définition d'un médicament périmé</i>	29
2.3.1.1	<i>Mode de gestion des produits périmés dans les structures de santé</i>	29

2.3.1.1.1	Stockage.....	29
2.3.1.1.2	Incinération.....	30
2.3.2	Médicaments avariés ou défectueux	30
2.3.3	Médicaments non utilisés (MNU)	30
2.4	Rejet des déchets médicamenteux	31
2.4.1	Rejet indirect des déchets médicamenteux	31
2.4.1.1	Résidus du métabolisme des substances médicamenteuses par les personnes traitées	31
2.4.1.2	Excréta du métabolisme des substances médicamenteuses par les animaux traités	31
2.4.1.3	Élevages industriels piscicoles	32
2.4.2	Rejet direct des déchets médicamenteux	32
2.4.2.1	Médicament Non Utilisés (MNU)	32
2.4.2.2	Industrie chimique fine.....	32
2.4.2.3	Industrie pharmaceutique.....	32
2.4.2.4	Etablissements de soins	32
2.4.2.5	Elevages industriels animaux	33
2.4.3	Toxicité des rejets des médicaments	33
2.4.3.1	Contamination environnementale	35
2.4.3.1.1	Contamination de l'atmosphère.....	35
2.4.3.1.2	Contamination des sols.....	35
2.4.3.1.3	Contamination des milieux aquatiques et des ressources en eau	35
2.4.3.1.4	Contamination des Sédiments.....	36
2.4.3.1.5	Contamination des aliments	36
2.4.3.2	Contamination humaine	37
2.4.3.3	Dégradation d'un médicament	37
2.4.3.3.1	Dégradation des médicaments dans la STEP.....	37
2.4.3.3.2	Dégradation des médicaments dans l'environnement	37
Chapitre 3	.....	39
Tri et collecte de Médicaments périmés	.....	39
3.1	Tri des médicaments.....	40
3.1.1	Tri de l'armoire à pharmacie	40
3.1.2	Séparation des emballages.....	40
3.2	But du tri	41
3.3	Collecte des médicaments.....	41
3.4	Destructions des médicaments périmés	42
3.4.1	Cadre législatif algérien.....	42
3.4.2	Séparation des médicaments périmées.....	44

3.4.3	<i>Devenir des médicaments périmés issus de la pharmacie et du citoyen</i>	44
3.4.3.1	<i>Collecte</i>	44
3.4.3.2	<i>Traitement</i>	44
3.4.3.2.1	<i>Incinération</i>	44
3.4.3.2.2	<i>Autres méthodes</i>	44
3.4.3.3	<i>Recyclage</i>	44
3.4.3.4	<i>Impact environnemental des médicaments périmés</i>	45
3.4.4	<i>Différentes méthodes de destruction des produits pharmaceutiques</i>	45
3.4.4.1	<i>Méthode par brûlage en enceinte ouverte (à l'air libre)</i>	45
3.4.4.2	<i>Solidification</i>	46
3.4.4.3	<i>Neutralisation</i>	48
3.4.4.4	<i>Rejet à l'égout</i>	48
3.4.4.5	<i>Incinération</i>	49
3.4.4.5.1	<i>Types d'incinération</i>	49
3.4.4.5.1.1	<i>Incinération à moyenne température</i>	49
3.4.4.5.1.2	<i>Incinération à haute température</i>	49
3.4.4.5.1.3	<i>Traitement des fumées</i>	49
3.4.5	<i>Méthodes de destruction des articles de conditionnement</i>	50
3.4.5.1	<i>Contenants en verre</i>	50
3.4.5.2	<i>Contenants en plastique et métal</i>	51
3.4.5.3	<i>Papiers et les cartons</i>	51
3.4.5.4	<i>Mise en décharge publique</i>	51
3.4.5.4.1	<i>Conséquences environnementales</i>	51
3.4.5.4.2	<i>Risques pour la santé</i>	51
3.4.5.4.3	<i>Gestion des médicaments non utilisés</i>	51
3.4.5.5	<i>Rejets dans les sanitaires</i>	52
Chapitre 4	.....	54
Développement d'une Application Mobile de Collecte des Médicaments Périmés		
« FATMEDD24 »	.....	54
4.1	<i>l'intégration du citoyen a la collecte des MP</i>	55
4.1.1	<i>Rôle du citoyen</i>	55
5.3	<i>Résultats d'enquête au niveau des pharmacies</i>	67
Conclusion	.....	72
Références bibliographiques	.....	74
<i>Références bibliographiques</i>	.....	75

Liste d'abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux

Liste d'abréviations

AS : Anti inflammatoire **stéroïdiens**

AINS : Anti inflammatoire non **stéroïdiens**

DAP : Diméthylaminophénazone

HHS : Hypothalamo-hypophyso-surrénalien

HFA : Hydrofluoroalcanes

IBM : International Business Machines

JORADP : Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

MNU : Médicaments non utilisés

MP : Médicaments périmés

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORL : Oto-rhino-laryngologie

PST : Produits de Santé Thermosensibles

SpA : spondylarthropathies

STEP : Station d'épuration des eaux usées

TFA : Acide trifluoro-acétique

Liste des figures

Figure 1.1 : antibiotiques

Figure 1.2 : anti-inflammatoires

Figure 2.1 : Voies d'entrée des médicaments consommés par l'humain dans l'environnement

Figure 2.2 : station d'épuration des eaux usées

Figure 3.1 Séparation des emballages en carton et notices en papier

Figure 4.1 répartition des interrogés selon leur Intérêt par une application de récupération des MP

Figure 4.2 répartition des interrogés selon le sexe et leur préoccupation des MP

Figure 4.3 répartition des interrogés selon la tranche d'âge

Figure 4.4 répartition des interrogés selon la nature sociale

Figure 4.5 conservation des médicaments jusqu'à la date de péremption

Figure 4.6 répartition selon le classement des MP

Figure 4.7 utilisation des médicaments de seconde main

Figure 4.8 suivi des normes de stockage

Figure 4.9 vérification de dates de péremption

Figure 4.10 Gestion des médicaments arrivés à la date de péremption

Figure 4.11 débarras des MP

Figure 4.12 quantité des boîtes périmés jetés.

Figure 4.13 connaissance d'impact environnemental du rejet

Figure 4.14 connaissance d'impact environnemental du rejet des MP dans les eaux sanitaires

Figure 4.15 connaissance d'impact environnemental du rejet des MP dans la poubelle

Figure 4.16 retrait des emballages des MP avant l'élimination

Figure 4.17 la manière la plus convenante pour recycler les MP

Figure 4.18 sensibilisation pour le ramassage des MP

Figure 4.19 rôle de gouvernement

Figure 4.20 le plus grand obstacle d'élimination des MP

Figure 4.21 nature des officines interrogés

Figure 4.22 moyens de suivi des MP

Figure 4.23 retrait des MP de l'officine

Figure 4.24 classement des MP selon leur forme galénique

Figure 4.25 réception des MP par des patients

Figure 4.26 réception des MP par des patients non conventionnées

Figure 4.27 point de collecte des MP

Figure 4.28 mode d'élimination des MP proposée

Figure 4.29 manière de recyclage des MP

Liste des tableaux

	page
Tab.1.1 Répartition des entreprises selon leur type d'activité.....	33
Tab.1.2 Avis des enquêtés sur la définition des médicaments périmés.....	33
Tab.1.3 Répartition des pharmacies selon le suivi de la date de péremption	34
Tab.1.4 Répartition des pharmacies selon la période de retrait des médicaments périmés...	34
Tab.1.5 Répartition des médicaments périmés selon leur classe pharmacologique.....	35
Tab.3.1 Catégories de produits pharmaceutiques et Méthodes d'élimination.....	50

Introduction

Introduction Générale

La production des déchets médicamenteux, tout comme les autres types de déchets, ne cesse d'augmenter. Donc ils représentent un danger aussi bien pour la santé publique que pour l'environnement. Selon la classification de l'ONU, les déchets médicamenteux sont considérés comme les déchets les plus dangereux après les déchets radioactifs.

Grâce à ses propriétés thérapeutiques, le médicament offre aux professionnels de santé et aux autorités publiques la possibilité de garantir la santé des citoyens.

La disponibilité des médicaments joue un rôle essentiel dans toute politique de santé. La politique pharmaceutique de chaque pays assure cette accessibilité tout au long du territoire (accessibilité géographique), à tout moment (accessibilité physique), à un prix abordable (accessibilité financière) et en assurant son efficacité et sa qualité (accessibilité qualitative).

La gestion des médicaments périmés, qui constitue la dernière étape de la chaîne de distribution pharmaceutique, est donc essentielle pour assurer cette accessibilité. Effectivement, ces médicaments, qui ont atteint leur date de péremption, peuvent être inactifs ou toxiques. Les médicaments périmés, perdant leur efficacité et devenant potentiellement toxiques, présentent des risques considérables, notamment en contribuant à la résistance antimicrobienne. Leur élimination inadéquate, via les ordures ménagères ou les systèmes d'égouts, entraîne la contamination des sols et des sources d'eau, affectant les écosystèmes et la chaîne alimentaire.

Le fait que les autorités ne prennent pas en charge les médicaments périmés peut entraîner leur accumulation dans les structures pharmaceutiques et parfois leur utilisation par des citoyens, ce qui va à l'encontre du principe d'accessibilité qualitative. Cela pose en conséquence des questions sur toutes les autres dimensions de l'accessibilité aux médicaments. De cette manière, d'un simple souci de stockage, on se retrouve, quelques décennies plus tard, face à un véritable défi de santé publique.

L'environnement est devenu un réceptacle de tout type de déchets. Une prise de conscience a attiré l'attention de la communauté nationale et internationale sur les

problématiques environnementales telles que la pollution atmosphérique, la contamination des milieux (sol, eau, air), la gestion des déchets médicamenteux et les changements climatiques.

Ce travail explore une des solutions innovantes, en particulier le développement d'une application mobile, pour sensibiliser et intégrer le citoyen local et national à améliorer la gestion des médicaments périmés et par la suite la protection environnementale. Cette application aidera à identifier les médicaments périmés, à recenser des points de collecte appropriés, et à fournir des informations sur les méthodes sécurisées d'élimination. En améliorant la gestion des stocks et en sensibilisant les citoyens locaux, régionaux et nationaux, cette approche technologique vise à réduire les risques pour la santé publique, la sécurité sanitaire et la santé environnementale surtout où on opte pour une réutilisation des eaux usées pour l'irrigation.

Après une introduction au sujet, le mémoire est réparti en cinq chapitres : Le Chapitre 1 dresse un bilan de connaissances bibliographiques sur le secteur pharmaceutique. Le chapitre 2 est consacré au traitement des médicaments périmés. Dans le chapitre 3, on a introduit une vue sur les déchets pharmaceutiques. Les deux derniers chapitres (4 et 5) sont relatifs au tri et à la collecte intelligente des médicaments périmés à travers l'intégration du citoyen dans cette collecte. Enfin, je termine le travail par une conclusion et quelques recommandations.

Objectifs d'étude

Ce mémoire cible plusieurs objectifs, parmi lesquels je peux citer :

- Analyser le secteur pharmaceutique : Offrir un bilan de connaissances bibliographiques sur le secteur pharmaceutique, en mettant l'accent sur son évolution historique, les pratiques modernes, et les défis contemporains liés à la gestion des médicaments.
- Étudier les médicaments périmés : Comprendre la composition, la qualité, la conservation et la classification des médicaments, et identifier les principales causes de péremption ainsi que les méthodes actuelles de gestion des médicaments périmés.

- Gérer les déchets pharmaceutiques : Examiner les types de déchets pharmaceutiques, leur toxicité et leur impact sur l'environnement et sur la santé humaine, ainsi que les méthodes de traitement et d'élimination.
- Développer une application mobile : Proposer et développer une application mobile innovante pour faciliter la collecte, le suivi et le traitement des médicaments périmés.

L'application mobile proposée sera conçue pour répondre aux besoins des professionnels de la santé, des pharmaciens et des consommateurs ; elle permettra :

- La collecte et le suivi des médicaments périmés: Les utilisateurs pourront scanner les médicaments périmés, enregistrer leur date de péremption et planifier leur collecte.
- La gestion des stocks en temps réel : Grâce à l'IA, l'application optimisera la gestion des stocks et alertera les utilisateurs des médicaments proches de leur date de péremption.
- L'éducation et la sensibilisation : Fournir des informations sur l'importance de la gestion des médicaments périmés et des conseils pratiques pour éviter les gaspillages.
- La coordination avec les services de collecte : Faciliter la liaison avec les services de collecte et de traitement des déchets pharmaceutiques pour une élimination sécurisée.

Ce mémoire vise donc non seulement à approfondir notre compréhension des défis liés à la gestion des médicaments périmés, mais également à proposer des solutions technologiques innovantes pour y répondre de manière efficace et durable pour une protection de la santé humaine et la préservation de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Chapitre 1
Bilan de connaissances bibliographiques
sur les médicaments

1.1 Historique du secteur pharmaceutique

1.1.1 La période artisanale

La période artisanale de l'histoire de la pharmacie, marquée par la Renaissance au XVI^e siècle, voit un tournant majeur avec l'introduction de la chimie comme support de développement durable. Des figures telles que Paracelse, Morgagni, Lahennec, Corvisart, Skoda et Lavoisier jouent un rôle central dans l'avancement de cette science du médicament, basée sur une approche empirique. En Europe, les pharmaciens s'organisent en guildes en Italie et en coopératives professionnelles en France pour réguler la profession et mutualiser certaines productions. Jusqu'aux années 1920, la profession reste principalement artisanale, mais une production industrielle basée sur des préparations chimiques standardisées émerge dès la fin du XVIII^e siècle, ouvrant la voie à des productions à grande échelle au XIX^e siècle grâce aux travaux de Pelletier sur la quinine et de Robiquet sur la codéine. [22]

1.1.2 L'ère moderne et le développement des grandes entreprises pharmaceutiques

L'ère moderne a vu l'émergence des grandes entreprises pharmaceutiques, bien que les processus manufacturiers aient débuté dès le XVIII^e siècle et se soient intensifiés au XIX^e siècle. Cependant, ce n'est qu'à partir de la seconde moitié du XX^e siècle que ces entreprises ont connu un développement accéléré. Malgré cette croissance, l'industrie pharmaceutique reste moins concentrée que d'autres secteurs industriels tels que l'automobile ou l'informatique. La quête de la taille critique et la course aux budgets de recherche et développement (R&D) ont conduit à des fusions telles que celle entre Sanofi et Aventis. Cependant, la plupart des dirigeants de ces multinationales reconnaissent une crise de leur modèle économique, notamment en raison du déclin du modèle de croissance reposant sur les « blockbusters », ces médicaments générant un chiffre d'affaires d'au moins 1 milliard de dollars. Les coûts élevés de la R&D et l'incertitude quant au succès des nouveaux médicaments ont conduit à une inefficience croissante, réduisant les marges bénéficiaires. Selon IBM Consulting Services, le profit par action des 20 premiers laboratoires pharmaceutiques mondiaux est passé de 28 % sur la période 1993-1998 à 5 % depuis 2000. [22]

1.1.3 L'ère « postmoderne »

L'ère "postmoderne" de la pharmacie, amorcée dans les années 1980, remet en question le modèle axé sur les "blockbusters" et l'industrialisation de masse. Les grandes sociétés pharmaceutiques investissent alors dans les biotechnologies, avec des attentes élevées quant à leur capacité à produire rapidement des résultats concrets. Cette période, qualifiée de "postmoderne" de manière positive, repose sur un relativisme empirique, prenant en compte la spécificité génétique de chaque individu et établissant ainsi un nouveau paradigme de développement pour l'industrie pharmaceutique. Selon ce paradigme, l'efficacité d'un médicament est relative à l'individu et à son patrimoine génétique.

Cependant, la concrétisation de ces médicaments futuristes coexiste avec les médicaments classiques qui restent dominants. Malgré les rendements décroissants de la recherche et développement (R&D), les grands laboratoires continuent à explorer les améliorations de molécules existantes et les nouvelles combinaisons moléculaires/cibles thérapeutiques, notamment grâce au criblage à grande échelle facilité par l'informatique. Cette ère "postmoderne" se révèle donc dualiste, tant dans les pratiques de recherche que dans les niveaux de production. Pendant plus de 20 ans, les entreprises biotechnologiques et les grandes sociétés pharmaceutiques se distinguent tout en se complétant, comme en témoigne la littérature abondante sur le sujet. [22]

1.2 Privatisation du secteur de la santé

La privatisation du secteur de la santé est un phénomène complexe qui transfère des responsabilités du public vers le privé, notamment en matière de gestion, de financement, de provision et de propriété des soins de santé. La privatisation se caractérise par la poursuite d'un profit, soit la recherche d'un avantage financier qui dépasse la simple rémunération pour un service rendu. Cela peut menacer l'accès aux soins de santé pour tous, en particulier les populations les plus vulnérables. Les médecins, des entrepreneurs indépendants, mènent le jeu et déterminent quels services sont requis, ce qui peut entraîner une course contre la montre pour les soignants. Les pouvoirs publics doivent maîtriser les mécanismes de contractualisation avec le privé et s'assurer que la privatisation apporte effectivement de meilleurs résultats. [2]

1.2.1 Contexte historique :

Le secteur de la santé était initialement dominé par des initiatives publiques et des systèmes de santé financés et gérés par l'État. Cependant, au cours du siècle dernier, plusieurs facteurs ont contribué à remettre en question ce modèle, notamment les pressions financières, les avancées technologiques dans les soins de santé, et les mouvements politiques en faveur du libéralisme économique et de la privatisation. [2]

1.2.2 Libéralisation des politiques de santé :

Les politiques de libéralisation économique et les idéologies néolibérales ont encouragé la privatisation des services de santé. Cela s'est traduit par des réformes visant à ouvrir le secteur de la santé à la concurrence, à encourager l'investissement privé dans les infrastructures de santé et à promouvoir le rôle du marché dans la prestation des soins de santé. [2]

1.2.3 Rôle croissant du secteur privé :

Le secteur privé de la santé a gagné en importance, notamment par le biais de l'essor des assurances privées, des hôpitaux privés, des cabinets de médecins privés et des entreprises pharmaceutiques privées. Ces acteurs privés opèrent souvent aux côtés des systèmes de santé publique, offrant une gamme de services complémentaires ou concurrents. [2]

1.2.4 Arguments en faveur de la privatisation :

Les partisans de la privatisation soutiennent souvent que celle-ci peut améliorer l'efficacité, la qualité et l'accessibilité des soins de santé en encourageant l'innovation, en réduisant les coûts administratifs et en offrant un choix accru aux consommateurs. Ils affirment également que la concurrence entre les fournisseurs de services de santé peut conduire à une meilleure allocation des ressources et à une plus grande responsabilité. [2]

1.2.5 Critiques et défis :

La privatisation du secteur de la santé est également critiquée pour diverses raisons. Certains s'inquiètent de la marchandisation de la santé et de la priorisation des profits sur les besoins des patients. D'autres soulignent les inégalités d'accès aux soins de santé entre les populations riches et pauvres, ainsi que les risques de privatisation pour les services de santé essentiels. [2]

1.3 Circuit de distribution des produits pharmaceutiques en Algérie

Le circuit de distribution des produits pharmaceutiques en Algérie est un processus complexe impliquant plusieurs acteurs et étapes. Nous pouvons citer :

1.3.1 Importateurs et fabricants : Les produits pharmaceutiques sont généralement importés en Algérie par des sociétés d'importation ou directement par les fabricants pharmaceutiques locaux. [3]

1.3.2 Autorisations et enregistrements : Avant d'être distribués, les produits pharmaceutiques doivent être soumis à des procédures d'autorisation et d'enregistrement auprès des autorités de réglementation algériennes, telles que le Ministère de la Santé. [3]

1.3.3 Entreposage et stockage :

Une fois les produits pharmaceutiques importés ou fabriqués localement, ils sont entreposés dans des entrepôts agréés, conformément aux normes de stockage et de sécurité spécifiques à l'industrie pharmaceutique. [3]

1.3.4 Distributeurs en gros :

Les produits pharmaceutiques sont ensuite distribués aux grossistes pharmaceutiques agréés, qui jouent un rôle clé dans la distribution à travers le pays. Ces grossistes sont souvent situés dans des zones commerciales stratégiques. [3]

1.3.5 Pharmacies et établissements de santé :

Les pharmacies et les établissements de santé sont les points de vente finaux pour les produits pharmaceutiques. Ils se procurent leurs stocks auprès des grossistes et assurent la distribution des médicaments aux patients et aux professionnels de la santé. [3]

1.3.6 Réglementations et contrôles :

Tout au long du circuit de distribution, les autorités de réglementation algériennes veillent à ce que les produits pharmaceutiques respectent les normes de qualité, de sécurité et d'efficacité établies, en effectuant des inspections régulières des entrepôts, des pharmacies et des établissements de santé. [3]

1.3.7 Surveillance post-commercialisation :

Après la mise sur le marché, les produits pharmaceutiques font l'objet d'une surveillance continue pour détecter d'éventuels effets indésirables, garantir leur conformité aux normes de qualité et d'efficacité, et assurer la sécurité des patients. [3]

1.4 Définition d'un médicament

Un médicament est toute substance ou composition ayant des propriétés qui peuvent guérir, prévenir ou diagnostiquer des maladies chez les humains ou les animaux. Il peut être administré pour restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en agissant sur le plan pharmacologique, immunologique ou métabolique. [4]

1.5 Composants d'un médicament

Un médicament est composé de deux éléments constitutifs : principe actif et excipients.

1.5.1 Principe actif

Le principe actif est la substance responsable de l'effet thérapeutique d'un médicament. Il peut s'agir d'une molécule chimique ou d'une substance naturelle. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le principe actif n'est pas toujours chimiquement pur. Il peut être composé de plusieurs isomères. Par exemple, on trouve des principes actifs dans certaines plantes et surtout dans les médicaments. Ils en sont même le composant essentiel, bien que leur proportion soit faible par rapport aux excipients, qui sont les ingrédients inertes du médicament. par exemple : le paracétamol [4]

1.5.2 Excipients

L'excipient est une substance qui n'a pas d'effet thérapeutique en soi, mais qui joue un rôle essentiel dans la formulation des médicaments. Il permet de donner au produit ses caractéristiques spécifiques, comme la consistance, le goût et la couleur. De plus, il évite les interactions chimiques, notamment avec les principes actifs. [4]

1.6 Origine d'un médicament

Les médicaments peuvent être de diverses origines :

1.6.1 Médicament d'origine végétale

L'utilisation des plantes en thérapeutique (phytothérapie) est très ancienne et connaît actuellement un regain d'intérêt auprès du public. Il est possible d'utiliser la plante

entière ou les produits d'extraction. Les plantes entières (ou leurs parties seulement) sont utilisées surtout en tisanes, par exemple :

- Menthe (feuilles) : sédatif ;
- Bourdaine (écorce) : laxatif ;
- Eucalyptus (feuilles) : antiseptique ;
- Réglisse (racines) : diurétique.

Parallèlement à l'utilisation classique des plantes en nature (vrac ou sachet), il existe des préparations de poudre de plantes (sous forme de gélules) ou à base de produits d'expression (suc, généralement liquide ou obtenu par pression d'un végétal frais). Il est possible d'extraire, d'isoler et de purifier certains principes actifs de végétaux utilisés en thérapeutique, appartenant à deux catégories :

- Alcaloïdes : substances organiques azotées, à propriétés basiques présentant une forte activité pharmacologique ;
- Hétérosides : substance organique formée d'une partie sucrée d'une partie non sucrée (Génine) : digitaline extraite de la feuille de digitale [4].

1.6.2 Médicament d'origine animale

L'utilisation d'organes ou de glandes fraîches vers la fin du XIX^{ème} siècle, a ouvert la voie à l'opothérapie. On utilise actuellement en thérapeutique, les :

- Organes, glandes ou tissus humains ou animaux : emploi en régression (poudre de glande thyroïde), mis à part bien sûr, le sang et ses éléments considérés comme de véritables tissus (sang et plasmas humains, médicaments dérivés du sang) ;
- Principes actifs obtenus par extraction : Hormones et enzymes 3 Hormones de croissance extractive, d'origine hypophysaire, utilisées jusqu'en 1988 3 Héparine, médicament anticoagulant extrait des poumons 3 Trypsine, enzyme protéolytique extraite du pancréas [4].

1.6.3 Médicament d'origine minérale

De nombreux minéraux ont été, longtemps utilisés avant le développement de la chimie organique ; Certains d'entre eux, qu'ils soient des produits naturels purifiés ou obtenus par des réactions de chimie minérale, sont encore employés en qualité de principes actifs ou d'excipients de médicaments, par exemple on peut citer : eau, talc, argile, bicarbonate de sodium, sulfate de magnésium, chlorure de sodium, chlorure de calcium [4].

1.6.4 Médicament d'origine chimique

En effet, la majorité des médicaments commercialisés sont synthétisés de manière organique par l'industrie pharmaceutique. Grâce aux avancées de la chimie moderne, il est désormais possible de produire des molécules complexes à moindre coût. Cette approche a permis la création de nouveaux produits dans diverses classes de médicaments par exemple : l'aspirine et le paracétamol [4].

1.6.5 Médicament d'origine biotechnologique ou biogénétique

Les biomédicaments, également appelés médicaments biologiques, sont des produits pharmacologiquement actifs obtenus par des techniques de génie génétique. Contrairement aux médicaments issus de la synthèse chimique, les biomédicaments sont synthétisés à partir de sources biologiques, telles que des cellules vivantes ou des extraits de celles-ci. Ces techniques permettent d'isoler, de modifier ou de recombiner des gènes pour conférer de nouvelles propriétés aux cellules. Par exemple, en utilisant des bactéries, on peut obtenir la fabrication de biomédicaments par ces microorganismes. Ces avancées ont permis de développer des produits spécifiques et de haute qualité, tels que les protéines thérapeutiques (hormones, facteurs de croissance, cytokines) et les anticorps monoclonaux, qui ciblent précisément des mécanismes pathologiques dans l'organisme malade, des substances complexes telles que des :

- hormones qui entrent dans la circulation générale et vont par l'intermédiaire du sang, exciter le fonctionnement d'un organe, par exemple : les hormones de croissance ;

- enzymes, composés biologiques de nature protéique, solubles dans l'eau qui catalysent les réactions biochimiques avec une double fonction : régulateur physiologique du système immunitaire et activité sur les cellules variées non impliquées dans la réponse immunitaire ;

- cytokines, molécules naturelles de nature protéique (ou glycoprotéique) produites en quantité infinitésimale par certaines cellules de l'organisme qui transmettent des informations à d'autres cellules [5].

1.7 Critères de qualité d'un médicament

1.7.1 Les matières premières

Il est crucial d'assurer la qualité des matières premières afin d'assurer la qualité d'un médicament. Il est indispensable que les matières premières soient pures et dépourvues de produits de dégradation ou de substances connexes. Les produits expirés ou périmés peuvent également avoir un impact négatif sur la qualité du médicament [6].

1.7.2 La formulation

La qualité d'un médicament repose également sur la formulation ou la recette de fabrication. Une formulation appropriée favorise une augmentation de la biodisponibilité du médicament dans le sang, ce qui accroît son efficacité et réduit les effets secondaires. De plus, il est essentiel que la formulation optimise l'intégrité et la solidité du produit [6].

1.7.3 Le mode de fabrication

La qualité d'un médicament dépend aussi du mode de fabrication, de la qualité de l'outillage, des machines et du personnel. Les règles diffèrent selon les pays, mais les normes européennes et américaines sont les plus rigoureuses [6].

1.7.4 La distribution

La répartition est un autre élément crucial. Il est nécessaire de maintenir les médicaments à des températures et des niveaux d'humidité particuliers, et il y a des règles de bonnes pratiques pour la distribution des médicaments [6].

1.7.5 La conservation et la documentation

Finalement, la préservation et la documentation jouent également un rôle crucial dans la qualité d'un produit médical. Il est essentiel de conserver les médicaments dans des conditions optimales afin d'assurer leur efficacité, et il est essentiel que la documentation soit claire et précise afin de garantir la traçabilité du médicament.

La qualité d'un médicament est influencée par plusieurs facteurs, tels que les matières premières, la formulation, le mode de fabrication, la distribution, la conservation et la documentation [6].

1.8 Conditionnement et conservation d'un médicament

Voici un résumé des principaux aspects du conditionnement et de la conservation des médicaments, avec les références aux sources fournies :

1.8.1 Conditionnement des médicaments

Le terme de conditionnement recouvre un ensemble d'opérations qui, à partir d'un produit semi-ouvré (ou produit vrac) et d'articles de conditionnement, conduisent à un produit fini après un transfert vers l'atelier de conditionnement. Il y a trois classes de conditionnement : le conditionnement primaire, le conditionnement secondaire et le conditionnement tertiaire. Le primaire est celui qui englobe le produit. Il est représenté tel quel aux consommateurs finaux qui achètent l'article en question sachant que les formes galéniques sèches du type comprimé ou gélules sont conditionnées en blisters, ce sont des emballages composés d'aluminium IPVC (polychlorure de vinyle) le plus fréquemment, qui sont thermoformés (PVC) et thermosoudés sur la ligne de conditionnement à partir de rouleaux pré-imprimés. Quant au secondaire, il regroupe et emballe les mêmes produits dans un seul carton ou autre matière. Il assure surtout la protection du primaire, mais sa présence est facultative. Il peut-être un complément marketing intéressant (blisters par exemple). Le conditionnement tertiaire est le conteneur de nombreuses marchandises. Elles sont à transporter dans les magasins de vente ou à expédier dans l'entreprise demandant la solution de conditionnement de ses produits industriels [8].

1.8.2 Conservation des médicaments

Les modalités de conservation des médicaments doivent être scrupuleusement respectées car elles conditionnent leur efficacité et leur innocuité. Les informations sont fournies par le laboratoire fabricant, issues des tests de stabilité, et mentionnées dans la notice.

Cela peut signifier :

- Conservation entre 2-8°C dans le réfrigérateur
- Conservation à température ambiante $\leq 25^{\circ}\text{C}$ (parfois $\leq 30^{\circ}\text{C}$)
- Conservation à l'abri de la lumière pour les préparations injectables

En cas de doute sur les conditions de conservation, il faut informer les professionnels de santé de la température maximale estimée et de la durée d'exposition. Un médicament congelé ne doit pas être utilisé [12].

1.8.3 Détérioration des médicaments

Les conditions de conservation inadéquates entraînent une détérioration des médicaments, ce qui entraîne une baisse de leur efficacité thérapeutique et parfois une augmentation de leur toxicité. Il est essentiel de maîtriser les propriétés normales de chaque médicament afin de repérer les modifications de l'apparence.

L'emploi de médicaments qui ont expiré ou qui ont été dégradés, moins actifs, encourage la formation de résistances bactériennes. Une baisse d'activité ne doit pas être compensée par une augmentation aléatoire de la dose.

Les conditions de conservation inadéquates entraînent une détérioration des médicaments, ce qui entraîne une baisse de leur efficacité thérapeutique et parfois une augmentation de leur toxicité. Il est essentiel de maîtriser les propriétés normales de chaque médicament afin de repérer les modifications de l'apparence.

L'emploi de médicaments qui ont expiré ou qui ont été dégradés, moins actifs, encourage la formation de résistances bactériennes. Une baisse d'activité ne doit pas être compensée par une augmentation aléatoire de la dose [8].

1.9 Classification du médicament

On peut classer les médicaments en fonction de leur classe thérapeutique ou de leur classe chimique. Des familles thérapeutiques sont particulièrement identifiées parmi les médicaments. Par exemple : les médicaments anti-inflammatoires, les analgésiques, les psychotropes, les agents bêtabloquants, les diurétiques, les antiparasitaires et les antifongiques [19].

1.9.1 Selon la forme pharmaceutique

La forme pharmaceutique signifie toute forme médicamenteuse sous laquelle sera présenté le médicament ; elle tient compte à la fois du malade et de la nature du principe actif employé [19].

1.9.1.1 Médicaments sous forme solide, qui se trouvent sous différentes formes, par exemple les :

- Comprimés : on retrouve plusieurs types : les comprimés à libération accélérée, les comprimés à libération ralentie, comprimés sublinguaux et comprimés enrobés ;
- Capsules et gélules ;
- Pilules ;
- Granulés ;
- Cachets ;
- Tablettes et pastilles [19].

1.9.1.2 Médicaments sous forme liquide, par exemple les :

- Eaux distillées ;
- Alcoolats ;
- Essences ou huiles volatiles ;
- Huiles médicinales ;
- Sirops ;
- Lotions ;
- Teintures d'opium ;
- Tisanes ;
- Solutés injectables [19].

1.9.1.3 Médicaments destinés à être appliqués sur les muqueuses

On retrouve plusieurs types de médicaments à appliquer sur les muqueuses, parmi lesquels on peut citer, les :

- Collyres ;
- Gouttes nasales ;
- Gouttes auriculaires ;
- Collutoires ;
- Argarismes ;
- Bains de bouche ;
- Aérosols ;
- Fumigations [19].

1.9.1.4 Médicaments réservés à usage interne et externe

On peut citer par exemple, les :

- | | | |
|--|---|--------------------|
| <input type="checkbox"/> Implants ou pellets ; | } | à usage interne |
| <input type="checkbox"/> Suppositoires ; | | |
| <input type="checkbox"/> Ovules, & etc. | | |
| <input type="checkbox"/> Pommades ; | } | Et à usage externe |
| <input type="checkbox"/> Liniments ; | | |
| <input type="checkbox"/> Lotions ; | | |
| <input type="checkbox"/> Crèmes ; et | | |
| <input type="checkbox"/> Cérats, ... | | |
- etc. [19].

1.9.2 Selon le mode de délivrance

1.9.2.1 Sur ordonnance

L'ordonnance est un document qui donne au patient une information sur son traitement et qui permet au pharmacien de le lui fournir. Un médecin (généraliste ou spécialiste) élabore la prescription du médicament sur ordonnance après avoir interrogé et examiné cliniquement le patient. [4].

1.9.2.2 Sans ordonnance (auto médication)

La prise de médicaments sans ordonnance médicale est connue sous le nom d'automédication. Ce phénomène est très courant, surtout chez les personnes âgées, et peut entraîner des effets indiscernables parfois graves, des interactions médicamenteuses et des phénomènes d'accoutumance. Toute notion qui oblige le médecin et le pharmacien à informer le patient de ses risques est considérée comme une obligation [19].

1.9.3 Selon l'action thérapeutique

Il s'agit d'un ensemble de médicaments dont l'indication est la même (une indication est la maladie traitée par ce médicament), donc le nom de la maladie doit être inclus dans le nom de cette classe.

La catégorisation par action thérapeutique est captivante car elle permet de donner une indication directe sur l'efficacité du médicament. Dans ce cas, ils sont classés par spécialités. Par exemple, contre une infection spécifique, on peut utiliser des médicaments tels que des

antibiotiques (antibactériens), des antifongiques (antichampignons), des antiviraux (antivirus). On peut également classer les médicaments en fonction des organes qu'ils ciblent.

: Sur (avec les antiarythmiques, les antihypertenseurs, les bêtabloquants), bronches (avec les anti- inflammatoires, les fluidifiants, les expectorants) [19].

1.9.4 Antibiotiques



Figure 2.1 antibiotiques

Paul VUILLEMIN inventa le terme « antibiotique » en 1889, ainsi que le terme « antibioté » pour les microorganismes responsables de l'antibiose.

Une substance antibactérienne d'origine biologique, c'est-à-dire fabriquée par des microorganismes (champignons microscopiques et bactéries) ou synthétisée chimiquement, est un antibiotique qui a la capacité d'inhiber ou de détruire les microorganismes. Il bloque certaines voies de métabolisation des bactéries sans généralement avoir d'effet toxique sur les organismes supérieurs.

Depuis 1983, la fabrication de nouvelles catégories d'antibiotiques par les entreprises pharmaceutiques est en diminution. Les entreprises ont mis au point des molécules qui présentent une structure légèrement différente des antibiotiques déjà résistants, dans le but de prévenir le phénomène de résistance.

Les entreprises pharmaceutiques se concentrent sur des secteurs médicaux plus rentables, tels que les maladies chroniques, l'hypertension, l'hypercholestérolémie, la

démence, les antibiotiques étant utilisés principalement dans des traitements à court terme. Il semble que cette industrie pharmaceutique ne s'investisse pas dans la recherche d'antibactériens. Les médicaments en développement représentent seulement 1% des antibiotiques, ce qui représente 5% du marché pharmaceutique. De nombreuses molécules déjà disponibles sur le marché, offrant un large champ d'action, sont efficaces, sécurisées et à prix modéré, ce qui restreint la possibilité de développer de nouveaux antibactériens [9].

1.9.5 Anti-inflammatoires



Figure 2.2 Anti-inflammatoires

Un anti-inflammatoire est une substance pharmaceutique qui vise à réduire une inflammation. En règle générale, l'inflammation est une réponse de défense de l'organisme à une lésion ou à une agression. Elle permet de neutraliser l'agent pathogène externe (virus, parasite, bactérie, antigène) et de réparer les tissus lésés après un traumatisme, une brûlure ou une irradiation. Chaque anti-inflammatoire possède des caractéristiques similaires sur le plan clinique :

- Pharmacologique : ils inhibent la synthèse de la prostaglandine ;
- Activité : ils possèdent en plus de leur activité anti-inflammatoire, des effets analgésiques et antipyrétiques ;
- Chimique : ils possèdent des fonctions acides ou des caractères acides ;
- Effets secondaires : ils provoquent une lésion de la muqueuse gastroduodénale (ulcère) [9]. On distingue deux classes d'anti-inflammatoires :

1.9.5.1 Anti-inflammatoire stéroïdiens comme :

- Glucocorticoïdes naturels : Cortisone, Cortisol ;
- Glucocorticoïdes de synthèse : Prednisone, Bétaméthasone [9].

1.9.5.2 Anti-inflammatoires non stéroïdiens

Ils comprennent tous les médicaments symptomatiques qui inhibent la production de prostaglandines. Ce même mécanisme d'action donne aux AINS leurs caractéristiques et leurs effets secondaires. L'inhibition plus ou moins sélective des isoenzymes de la Cox est responsable de la réduction de la synthèse des prostaglandines par les AINS. Les AINS peuvent être classés en fonction de leur composition chimique, de leur durée de vie ou de leur spécificité en cyclooxygénases (anti-Cox). Pour le critère final, on distingue 04 catégories d'AINS :

- Anti-Cox-1 préférentiels : représentés par l'aspirine à faible dose (300 mg par jour ou moins), employée comme antiagrégant à visée antithrombotique, mais aussi l'indométacine et le piroxicam ;
- Anti-Cox-2 préférentiels : nimésulide (Nexen®), méloxicam (Mobic®) ;
- Anti-Cox-2 sélectifs : célécoxib (Celebrex ®), parécoxib (Dynastat ®), étoricoxib (Arcoxia®), qui se démarquent des précédents par leur moindre risque ulcérogène et l'absence d'effet antiagrégant plaquettaire ;
- AINS classiques, qui tous inhibent Cox-2 et peu ou prou Cox-1 aux doses thérapeutiques. [9].

Propriétés thérapeutiques des anti-inflammatoires

- Action antipyrétique** : Les AINS diminuent la fièvre quelle que soit l'origine : infectieuse, inflammatoire ou néoplasique.
- Action antalgique** : Les AINS sont efficaces sur un large éventail de syndromes douloureux par excès de nociception :
- Aigus** : douleurs dentaires, postopératoires, post-traumatiques, céphalées ou migraines, coliques néphrétiques, pathologie ORL, etc. ;

□ **Chroniques** : affections rhumatologiques dégénératives, douleurs néoplasiques où ils forment avec le paracétamol le premier palier de la stratégie thérapeutique préconisée par l'OMS [9].

□ **Action anti-inflammatoire**

La principale cible de cette action est la partie vasculaire de la réaction inflammatoire, qui est responsable de la tétrade classique : oedème, douleur, rougeur, chaleur. Elle est utilisée lors des accès aigus microcristallins (comme la goutte, la chondrocalcinose) et des rhumatismes inflammatoires chroniques (comme la polyarthrite rhumatoïde et les spondylarthropathies (SpA) (en particulier).

Note : En général, l'action anti-inflammatoire nécessite des doses d'AINS plus élevées que celles requises pour les autres types de douleurs ou la fièvre. Certains AINS sont également vendus à faible dose en tant qu'antalgiques et/ou antipyrétiques (certaines formes d'aspirine, l'ibuprofène 200 mg, le kétoprofène 25 mg). [9].

□ **Anti-inflammatoires stéroïdiens (AS)**

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (corticoïdes ou glucocorticoïdes) sont un groupe d'hormones, soit naturelles, produites par la corticosurrénale, soit synthétisées par semi-synthèse ou synthèse totale. Sur le plan chimique, ils se distinguent par leurs structures stéroïdiques et sur le plan pharmacologique, ils ont principalement des propriétés anti-inflammatoires, d'où leur nom : anti-inflammatoires stéroïdiens.

Le rôle thérapeutique des corticoïdes est crucial ; ils font partie de la catégorie des anti-inflammatoires stéroïdiens par rapport aux anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). On les utilise fréquemment à la fois en médecine humaine et vétérinaire, on les appelle corticothérapie. Ils constituent une grande catégorie de composés semi-synthétiques, issus de la cortisone ou de l'hydrocortisone, et qui sont largement utilisés dans différentes maladies où l'inflammation est importante. Grâce à leur capacité à bloquer la production de toutes les substances pro-inflammatoires liées aux phases précoce et tardive de l'inflammation, elles

sont plus efficaces que les AINS. Toutefois, ces substances sont loin d'être sans danger et sont responsables de nombreux effets secondaires [9].

Propriétés thérapeutiques des Anti-inflammatoires stéroïdiens (AS)

□ Action anti-inflammatoire

Les corticoïdes exercent leur activité anti-inflammatoire sur les différentes étapes de la réaction inflammatoire et se manifestent dès les doses faibles (environ 0,1 mg/kg par jour d'équivalent prednisone). La valeur de cette caractéristique diffère en fonction du dérivé, en fonction de la durée de l'effet inhibiteur de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS) ou de la demi-vie biologique.

En l'absence d'un processus inflammatoire, les corticoïdes (contrairement aux AINS) n'ont pas d'effet antalgique [9].

□ Actions antiallergiques et immunosuppressive

Ces deux propriétés requièrent habituellement des posologies plus élevées que celles nécessaires à l'activité purement anti-inflammatoire [9].

1.9.6 Gestion du stock des médicaments

1.9.6.1 Définition de la gestion de stock

L'organisation et le suivi de l'ensemble des équipements et des produits (matières premières, produits semi-finis et produits finis) stockés dans l'entrepôt d'une entreprise sont des missions logistiques essentielles. En pratique, cela se manifeste par les missions suivantes :

- Sauvegarder l'ensemble des articles stockés dans l'entrepôt de l'entreprise
- Gérer les entrées et les sorties des marchandises
- Déterminer les moments où passer de nouvelles commandes et la quantité d'articles nécessaires.

La gestion de stock vise principalement à garantir la disponibilité des produits appropriés au bon endroit et au bon moment, tout en évitant les ruptures de stock et le sur-stockage [10].

La gestion de stock des médicaments comprend généralement les activités suivantes :

1.9.6.1.1 Planification des besoins en médicaments : Analyse de la demande prévue, des tendances de consommation, des politiques de prescription et des exigences réglementaires afin de déterminer les quantités et les types de médicaments requis [10].

1.9.6.1.2 Approvisionnement en médicaments : Sélection et achat de médicaments auprès de fournisseurs agréés en fonction des besoins identifiés et des contraintes budgétaires [10].

1.9.6.1.3 Stockage des médicaments : Les médicaments doivent être stockés dans des installations de stockage adaptées, en prenant en considération les critères de température, d'humidité, de sécurité et de rotation des stocks [10].

1.9.6.1.4 Gestion des stocks : Une surveillance constante des niveaux de stock, de la rotation des stocks, de la date de péremption des médicaments et des mouvements de stock est assurée afin d'assurer une disponibilité suffisante des médicaments tout en évitant les surplus et les pénuries [10].

1.9.6.1.5 Distribution des médicaments : Les médicaments sont distribués aux points de service ou aux établissements de santé en respectant les demandes et les protocoles établis [10].

1.9.6.1.6 Contrôle de la qualité : La qualité des médicaments doit être régulièrement vérifiée, incluant des tests de stabilité, des inspections visuelles et des analyses chimiques, afin d'assurer leur sécurité et leur efficacité [10].

1.9.6.1.7 Gestion des données et des rapports : La tenue de registres précis des opérations liées à la gestion des stocks, telles que les commandes, les réceptions, les distributions et les ajustements de stock, ainsi que la création de rapports pour évaluer les performances du système [10].

1.9.6.2 Méthodes du stockage des médicaments

Le stockage des médicaments joue un rôle essentiel dans l'industrie pharmaceutique afin de préserver leur efficacité, leur sécurité et leur qualité. On présente quelques techniques couramment utilisées pour stocker les médicaments [10].

1.9.6.2.1 Stockage en Sécurité

- Conservez les médicaments dans un endroit sûr hors de portée des enfants et des animaux de compagnie.
- Rangez les médicaments après chaque utilisation pour éviter les erreurs de dosage ou de prise.
- Suivez les consignes de stockage mentionnées sur les emballages des médicaments certains médicaments doivent être conservés au réfrigérateur ou à l'abri de la lumière. [10].

1.9.6.2.2 Rangement et Organisation

- Rangement méthodique des médicaments essentiels utiliser un système de classification ou d'organisation des médicaments pour faciliter l'application de la stratégie "premier périmé, premier sorti".
- Classement selon l'ordre alphabétique et par nom générique utilisé dans les grands et petits établissements.
- Classement selon la catégorie thérapeutique ou pharmacologique utilisé dans les petits locaux de stockage ou dans les dispensaires.
- Classement selon la forme galénique utilisé pour organiser les médicaments par leur forme (comprimés, sirops, solutions injectables, etc...) [10].

1.9.6.2.3 Conditions de Stockage

- Contrôlez la température et l'humidité des lieux de stockage pour disposer de conditions stables et garantir l'innocuité et la stabilité des médicaments.
- Respecter les températures de stockage annoncées dans les entrepôts pharmaceutiques chaque médicament dispose d'indications relatives à son stockage, et certains produits sont catégorisés comme étant des Produits de Santé Thermosensibles (PST).
- Surveiller et enregistrer la température du lieu de stockage des médicaments utiliser des enregistreurs de température fiables pour respecter les normes européennes relatives à la qualité et à la sécurité des produits de santé [10].

1.9.6.2.4 Supervision et Contrôle

- Contrôlez les dates de péremption s'assurer que ces dates soient visibles pendant le stockage des produits.
- Faire des audits de contrôle pour vérifier le respect des normes de stockage et distribution des médicaments. [10].

1.9.6.2.5 Formation et Supervision

- Des formations en gestion de stock de médicaments sont disponibles pour renforcer les capacités des prestataires de soins et responsables de structures sanitaires. [10].

1.9.6.3 Méthode de gestion du stockage des médicaments

1.9.6.3.1 Classification des médicaments : les médicaments sont classés selon leur type, leur forme (liquide, solide, gélules, ...) et leurs conditions de stockage particulières (température, sensibilité à la lumière, ...). Cela facilitera l'identification des conditions de stockage adéquates pour chaque médicament. [11].

1.9.6.3.2 Création de zones de stockage dédiées : Différents types de médicaments sont délimités dans des zones de stockage spécifiques en fonction de leurs exigences de stockage. Par exemple, établissez des espaces de réfrigération pour les médicaments qui sont sensibles à la température et des espaces protégés de la lumière pour les médicaments qui sont sensibles à la lumière [11].

1.9.6.3.3 Étiquetage clair et précis : On étiquète clairement et précisément chaque zone de stockage en mentionnant le type de médicaments qu'elle renferme, ainsi que toute information pertinente sur les conditions de stockage nécessaires (température, humidité,). Pour faciliter l'identification rapide des médicaments, il est conseillé d'utiliser des étiquettes facilement lisibles [11].

1.9.6.3.4 Rotation des stocks : On met en œuvre un système de rotation des stocks afin d'utiliser les médicaments les plus anciens en premier (le premier entrée, le premier sorti). Cela assure que les médicaments ne dépassent pas leur date de péremption et assure leur efficacité constante [11].

1.9.6.3.5 Surveillance des conditions de stockage : Il est important de surveiller régulièrement les conditions de stockage (température, humidité et exposition à la lumière) du médicament afin de garantir qu'elles respectent les limites recommandées pour chaque type de médicament. Il est recommandé d'employer des dispositifs de surveillance adéquats et de réaliser des vérifications régulières [11].

1.9.6.3.6 Contrôle des accès et sécurité : Il est important de ne permettre l'accès aux zones de stockage des médicaments qu'au personnel autorisé et formé. Il est essentiel de garantir la sécurité des zones de stockage contre le vol, les dégâts et les accès non autorisés. Il est recommandé d'opter pour des dispositifs de sécurité tels que des caméras de surveillance et des verrous à clé, par exemple [11].

1.9.6.3.7 Gestion informatisée du stock : Il est nécessaire d'intégrer l'informatique dans les systèmes de gestion des stocks afin de suivre et de gérer de manière efficace les niveaux et les mouvements de stock, ainsi que les dates de péremption des médicaments. Ces systèmes peuvent aussi envoyer des notifications concernant les médicaments en rupture de stock [11].

1.9.6.3.8 Formation du personnel : Il est essentiel de former de manière adéquate le personnel responsable de la gestion du stockage des médicaments aux bonnes pratiques de stockage, à la manipulation des médicaments et à l'utilisation des systèmes de gestion des stocks. La formation continue joue un rôle crucial dans le maintien de normes élevées en matière de gestion des stocks [11].

1.9.6.4 Procédure de gestion des médicaments périmés

1.9.6.4.1 Répartition des entreprises selon leur type d'activité

Tab.2.1: Répartition des entreprises selon leur type d'activité

Conception	Effectif	Pourcentage (%)
Pharmacie étatique	3	60%
Pharmacie privée	2	40%
Laboratoire étatique	0	0%
Laboratoire privée	0	0%

Clinique privée	0	0%
Centre médical	0	0%
Total	5	100%

1.9.6.4.2 Avis des enquêtés sur la définition des médicaments périmés

Tab.2.2 : Avis des enquêtés sur la définition des médicaments périmés

Conception	Effectif	Pourcentage (%)
Date de péremption dépassée	5	62.5%
Date de péremption arrivée	3	37.5%
Médicaments qu'on ne peut plus utiliser	0	0%
Médicament qui ne répond plus aux normes de consommation	0	0%
Pas de réponse		0%
Total	8	100%

1.9.6.4.3 Répartition des pharmacies selon le suivi de la date de péremption

Tab.2.3: Répartition des pharmacies selon le suivi de la date de péremption

Moyens de suivi des médicaments périmés	Effectif	Pourcentage (%)
Suivi avec un logiciel de gestion	6	75%
Aucun moyen de suivi	0	0%
Suivi régulier par le personnel	2	25%
Suivi par un fichier Excel	0	0%
Total	8	100%

1.9.6.4.4 Répartition des pharmacies selon la période de retrait des médicaments périmés

Tab.2.4: Répartition des pharmacies selon la période de retrait des médicaments périmés

Retrait des médicaments périmés	Effectif	Pourcentage (%)
Un mois avant la péremption	2	28.6%
Lors des inventaires	0	0%
Lors d'un rangement	1	14.3%
Une semaine avant la péremption	4	57.1%
Total	7	100%

1.9.6.4.5 Répartition des médicaments périmés selon leur classe pharmacologique

Tab.2.5 : Répartition des médicaments périmés selon leur classe pharmacologique

Classe du médicament	Effectif	Pourcentage (%)
Selon la forme pharmaceutique	7	87.5%
Selon le mode de délivrance	1	12.5%
Selon l'action thérapeutique	0	0%
Total	8	100%

Chapitre 2
Généralités sur les déchets
pharmaceutiques

2 les déchets pharmaceutiques

Les déchets pharmaceutiques sont tous des médicaments restants, inutilisés ou périmés qui ne sont plus nécessaires ou qui ne peuvent plus être utilisés. Ils sont répartis en :

2.1 Déchets pharmaceutiques non dangereux

Ces déchets comprennent des produits pharmaceutiques inoffensifs comme les infusions de camomille ou les sirops contre la toux. Ils ne présentent aucun danger lors de leur collecte, stockage temporaire et traitement. Ils ne sont pas considérés comme dangereux et doivent être traités avec les déchets municipaux [5].

2.2 Déchets pharmaceutiques potentiellement dangereux

Ce sont des produits pharmaceutiques qui peuvent être dangereux s'ils sont mal utilisés par des personnes non autorisées. Ils sont considérés comme des déchets dangereux et leur gestion doit se faire dans des installations d'élimination appropriées [5].

2.3 Déchets pharmaceutiques dangereux

Ces déchets contiennent des métaux lourds, des désinfectants avec ces métaux et nécessitent un traitement spécial en raison de leur composition. Ils doivent être considérés comme des déchets dangereux et gérés dans des installations d'élimination appropriées [5].

2.3.1 Définition d'un médicament périmé

Un médicament périmé est un médicament dont la date limite d'utilisation est dépassée. Bien qu'ils ne deviennent pas instantanément toxiques ou inactifs après cette date, leur stabilité n'est plus garantie. Avec le temps, ils se détériorent progressivement en raison de leur forme, composition chimique et conditions de stockage, pouvant entraîner une perte d'efficacité ou dans certains cas la formation de métabolites toxiques [9].

2.3.1.1 Mode de gestion des produits périmés dans les structures de santé

2.3.1.1.1 Stockage

Les zones de stockage des déchets médicaux doivent avoir une capacité adéquate en fonction du volume de déchets générés et de la fréquence de collecte. La zone doit être clairement indiquée, maintenue au sec et sécurisée, dimensionnée pour éviter les débordements, et les déchets médicaux doivent être séparés dans des espaces distincts [12].

2.3.1.1.2 Incinération

L'incinération consiste à brûler à moyenne (800°C) ou haute température (1200°C) les déchets pharmaceutiques, surtout ceux contenant plus de 1% de composés halogénés. Il existe deux types d'incinérateurs. L'opérateur doit porter une combinaison, un masque, des gants et des bottes. Le lieu d'installation de l'incinérateur sera choisi par le ministère de la santé en collaboration avec les ministères de l'environnement et de l'intérieur. Des membres d'une commission doivent être présents à chaque opération, avec un éventuel appui des forces de l'ordre [12].

2.3.1.1.3 Retour à l'officine :

Il est nécessaire de signaler les médicaments périmés à une pharmacie chargée de la collecte, de même que les médicaments restants après un traitement afin d'éviter leur accumulation à la maison. Dans les poubelles, les éviers ou les toilettes, il est possible de contaminer les sols et les rivières en raison de leur contenu en principes actifs. Les déposer devant la porte de la pharmacie ne sont pas non plus recommandés. Il est interdit de jeter les boîtes et les notices dans la poubelle jaune [13].

2.3.2 Médicaments avariés ou défectueux

Les médicaments sont fabriqués en respectant des normes strictes qui garantissent leur qualité. Dans les conditions inadéquates d'entreposage, ils peuvent se détériorer bien avant la date de péremption. La détérioration des médicaments est principalement causée par la chaleur, la lumière et l'humidité. En outre, il est possible que les produits subissent des dommages physiques, notamment lors du transport : les comprimés, les flacons et les ampoules peuvent facilement se briser ou s'écraser. Une substance médicamenteuse altérée ou endommagée perd une partie, voire l'intégralité, de son efficacité médicale [9].

2.3.3 Médicaments non utilisés (MNU)

Les citoyens ne peuvent pas remettre dans le circuit de distribution les médicaments non utilisés (même non périmés), y compris à des fins humanitaires. Effectivement, le pharmacien, qui est chargé de garantir la délivrance adéquate des médicaments, ne peut pas vérifier si les produits ont été correctement conservés ou non. En règle générale, le MNU n'est plus utile pour diverses raisons :

- Le conditionnement ne correspond pas à la durée du traitement,
- Changements dans le traitement ou non suivi entièrement (effets indésirables, traitement

inapproprié, arrêt de traitement à l'initiative du patient).

- Issu d'un inventaire d'une personne décédée, d'échantillons médicaux gratuits inutilisés ou de médicaments en fin de vie.

Ce n'est que par des organismes à but non lucratif ou des collectivités publiques que les médicaments inutilisés peuvent être collectés auprès du public [14].

2.4 Rejet des déchets médicamenteux

2.4.1 Rejet indirect des déchets médicamenteux

Les substances médicamenteuses sont rejetées indirectement dans l'environnement par excrétion après la consommation soit par l'Homme ou l'animale :

2.4.1.1 Résidus du métabolisme des substances médicamenteuses par les personnes traitées

Tous les médicaments font l'objet d'une métabolisation plus ou moins importante puis d'une excrétion chez l'Homme par différentes voies :

Voie pulmonaire : C'est une voie qui peut être notable pour certains médicaments, en particulier des anesthésiques généraux volatils (halothane, fluothane...) mais aussi pour certains antiseptiques pulmonaires comme l'eucalyptol. Cette élimination concerne les risques en milieu intérieur et en milieu professionnel.

Voie digestive : Certains médicaments sont éliminés intacts ou non dans les fèces par exemple jusqu'à 50 % pour le clofibrate.

Voie urinaire : Les molécules médicamenteuses deviennent hydrophiles et peuvent ainsi être éliminées par le rein dans les urines. Le taux d'élimination de métabolites hydrophiles varie beaucoup d'une molécule à une autre [13].

2.4.1.2 Excréta du métabolisme des substances médicamenteuses par les animaux traités

Chez les animaux, le métabolisme des médicaments suit les voies qui consistent en une transformation métabolique sous une forme plus hydrosoluble qui conduit à une élimination surtout urinaire pour les mammifères domestiques et d'élevage ainsi qu'à une élimination fécale [13].

2.4.1.3 Élevages industriels piscicoles

Dans ces élevages, les médicaments sont incorporés à l'alimentation des poissons. Une fois absorbés, ils peuvent traverser le système digestif des poissons et être éliminés en grande partie inchangés ou sous forme de métabolites toxiques. Environ 70 à 80 % des antibactériens administrés terminent ainsi dans l'environnement où ils peuvent alors atteindre des concentrations élevées dans les écosystèmes à proximité des fermes piscicoles [15].

2.4.2 Rejet direct des déchets médicamenteux

Les substances médicamenteuses sont rejetées directement dans l'environnement par différentes sources :

2.4.2.1 Médicament Non Utilisés (MNU)

La dispersion des médicaments dans les déchets ménagers est l'une des principales sources d'introduction des médicaments dans l'environnement. Le mode d'élimination des déchets médicamenteux a été enregistré dans l'enquête menée auprès de 400 foyers dans le sud-est de l'Angleterre : Ils sont jetés dans les ordures par 63 % des foyers, 22 % les retournent dans une pharmacie et 11,5 % les jettent dans les eaux usées (égout ou toilette) [15].

2.4.2.2 Industrie chimique fine

Les entreprises qui fabriquent des médicaments ont la possibilité de rejeter non seulement ces molécules dans l'environnement, mais également les produits chimiques utilisés lors de la synthèse et les produits des réactions secondaires [15].

2.4.2.3 Industrie pharmaceutique

Des rejets de substances pharmaceutiques peuvent survenir. Cela peut être dû à divers facteurs tels que des défaillances techniques dans les systèmes de traitement des déchets, des accidents industriels imprévus ou même des écarts par rapport aux procédures prévues. Les effets environnementaux de tels rejets peuvent être significatifs, allant de la contamination des ressources en eau à l'accumulation de résidus pharmaceutiques dans les sols, contribuant potentiellement au développement de la résistance aux antibiotiques chez les micro-organismes. [15].

2.4.2.4 Etablissements de soins

Ces institutions employant une grande diversité d'agents chimiques : biocides, réactifs

de laboratoire, cosmétiques, produits phytosanitaires, ainsi que des médicaments et des produits de diagnostic. Les professionnels de soins peuvent procéder à l'élimination directe de ces produits lors de leur utilisation, de leur préparation ou de leur administration. Les STEP leur causent une faible dégradation et peuvent rester assez longtemps en conservant un potentiel hautement toxique et en se déplacent dans les eaux de surface et les eaux de consommation. Les eaux usées des hôpitaux diffèrent des eaux usées municipales en ce qu'elles peuvent renfermer des médicaments spécifiques administrés uniquement en milieu hospitalier, ainsi que des concentrations très élevées de médicaments plus divers et de leurs métabolites [15].

2.4.2.5 Elevages industriels animaux

Les antibiotiques, les antiparasitaires et les hormones sont les principaux médicaments utilisés dans les élevages, ainsi que certains de ces médicaments comme des stimulateurs de croissance (tylosine). On peut disperser les médicaments vétérinaires directement dans l'environnement lorsqu'ils sont utilisés en aquaculture ou dans le traitement des animaux d'élevage, ou indirectement en cas d'épandage. En 2008, Haguenoer et ses collègues ont évalué la quantité de matières fécales et d'urines émises chaque année par les 60 millions de porcs aux États-Unis à 100 millions de tonnes [15].

2.4.3 Toxicité des rejets des médicaments

La toxicité des rejets médicamenteux représente un défi environnemental majeur. Chaque année, des quantités significatives de médicaments non utilisés ou périmés sont jetées, souvent dans les toilettes ou les éviers, contribuant à la pollution des eaux. Ces substances chimiques persistent dans l'environnement et peuvent causer des dommages graves aux écosystèmes aquatiques.

Les résidus de médicaments, tels que les antibiotiques, les hormones et les analgésiques, se retrouvent dans les cours d'eau et peuvent affecter la faune et la flore. Par exemple, les perturbateurs endocriniens présents dans certains médicaments peuvent entraîner des anomalies de reproduction chez les poissons. De plus, la présence continue d'antibiotiques dans l'eau favorise le développement de bactéries résistantes, un problème de santé publique mondial.

Des études ont montré que les stations d'épuration des eaux usées ne sont pas toujours efficaces pour éliminer ces contaminants. Par conséquent, les résidus de médicaments peuvent se retrouver dans l'eau potable, posant des risques potentiels pour la santé humaine. Selon une recherche de l'Université de l'État de New York, même à des concentrations faibles, ces substances peuvent avoir des effets biologiques significatifs sur la vie aquatique.

Pour atténuer ces impacts, il est essentiel de promouvoir des pratiques de gestion des déchets médicamenteux responsables. Des initiatives comme les programmes de collecte de médicaments non utilisés et l'amélioration des technologies de traitement des eaux usées sont cruciales. La sensibilisation du public à l'importance de la bonne élimination des médicaments peut également jouer un rôle clé dans la réduction de cette pollution insidieuse.

En somme, la toxicité des rejets médicamenteux est une problématique environnementale complexe nécessitant des actions concertées à plusieurs niveaux pour protéger nos écosystèmes et notre santé [13].

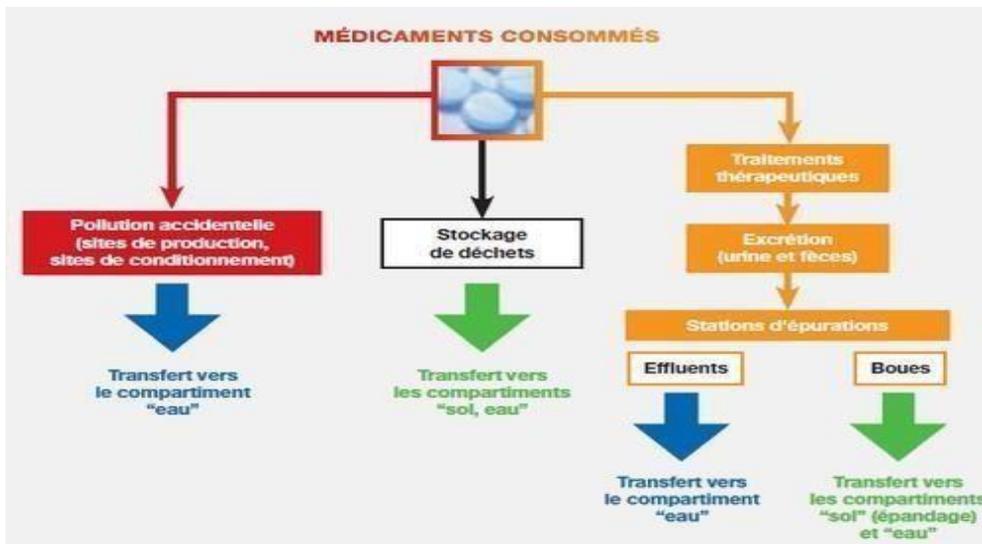


Figure 3.1 Voies d'entrée des médicaments consommés par l'humain dans l'environnement

2.4.3.1 Contamination environnementale

2.4.3.1.1 Contamination de l'atmosphère

On peut procéder soit directement par les rejets atmosphériques de médicaments tels que les anesthésiques volatils, soit par l'élimination par voie pulmonaire de médicaments tels que l'eucalyptol. On sait que les hydrofluoroalcanes (HFA) s'oxydent dans l'atmosphère pour produire l'acide trifluoro-acétique (TFA), un produit très persistant, toxique et susceptible d'intervenir dans les mécanismes de l'effet de serre, même si cette source est relativement faible ou par la contamination lors de l'incinération des déchets médicamenteux [15].

2.4.3.1.2 Contamination des sols

Les aliments, les déjections des animaux traités par des médicaments vétérinaires directement dans les prairies, ainsi que l'épandage de boues des stations d'épuration ou de fumiers et de purins produits dans les étables peuvent contaminer les sols. Finalement, les résidus de médicaments ont la capacité d'influencer les éléments écologiques des sols, en particulier la microflore.

Les oiseaux, les vers et les mouches qui consomment du fumier peuvent être exposés immédiatement aux substances médicamenteuses (ou à leurs métabolites) et subir, à priori, des effets secondaires ou accumuler les produits qui peuvent se concentrer dans les chaînes alimentaires. Plusieurs facteurs influencent la mobilité des substances médicamenteuses dans les sols, tels que la structure chimique, la solubilité dans l'eau, le pH des sols, leur capacité d'échange de cations, leur concentration en calcaire, leur teneur en matière organique et la température. L'activité microbienne et, en particulier, les activités enzymatiques qui transforment les composés par hydroxylation et décarboxylation oxydative sont plus impliquées dans la dégradation des sols [15].

2.4.3.1.3 Contamination des milieux aquatiques et des ressources en eau

Le rejet en continu de médicaments et de leurs métabolites dans le milieu aquatique confère à ces molécules un caractère de pseudo-persistance.

Eaux résiduaires : Le réseau transporte les eaux résiduaires urbaines vers les stations d'épuration. Ces établissements n'ont pas été spécialement conçus pour traiter des composés organiques à l'état de traces, comme c'est le cas pour les médicaments. Dans les STEP, la biodégradation entraîne des changements très différents en fonction des molécules. Certaines

substances médicales sont extrêmement persistantes dans l'environnement en raison de leur faible capacité à se dégrader

Eaux de surface : Les effluents des stations d'épuration rejettent les résidus de médicaments non retenus ou non éliminés directement dans les eaux de surface. On peut réduire leurs concentrations soit par dilution, soit par photo-dégradation.

Eaux souterraines : Dans les eaux souterraines d'un puits de surveillance situé près d'Atlantic City dans le New Jersey (USA), on a observé des concentrations de diazépam d'environ 10 à 40 µg/L, probablement en lien avec une décharge où des industries pharmaceutiques déposaient des produits chimiques.

Eaux marines : Dans les eaux souterraines d'un puits de surveillance situé près d'Atlantic City dans le New Jersey (USA), on a observé des concentrations de diazépam d'environ 10 à 40 µg/L, probablement en lien avec une décharge où des industries pharmaceutiques déposaient des produits chimiques [15].

2.4.3.1.4 Contamination des Sédiments

Il existe peu de données sur l'évolution des molécules médicamenteuses dans les sédiments. Plusieurs antibiotiques ont été détectés dans les sédiments à des concentrations parfois élevées : jusqu'à 578 ng/kg de tylosine en Italie et même 2 640 ng/kg de l'ibuprofène dans les sédiments de la rivière Lambro. La présence de résidus d'antibiotiques dans les sédiments peut modifier la composition de la microflore et favoriser la sélection de bactéries antibiorésistantes [15].

2.4.3.1.5 Contamination des aliments

La contamination des aliments n'est quasiment pas étudiée, mais le transfert des médicaments dans les végétaux est possible en raison de divers facteurs : Les antibiotiques ou les hormones sont administrés à des fins de production et il est probable que des résidus soient présents dans la chair des animaux à consommer ou dans le lait et les produits dérivés. On utilise parfois les sols contaminés par les excréments des animaux d'élevage pour des cultures végétales. On peut également contaminer les sols par les médicaments ou leurs métabolites qui sont encore présents dans les boues des stations d'épuration qui sont épandues sur les champs [16].

2.4.3.2 Contamination humaine

Diverses voies de pénétration peuvent être utilisées pour l'exposition :

- L'inhalation et le contact cutanéomuqueux sont probablement peu importants, à l'exception des activités liées à l'élevage, au traitement des eaux résiduaires, aux boues ou aux sédiments.
- La contamination des eaux destinées à la consommation humaine et la consommation d'aliments contaminés sont causées par les traitements des animaux (viandes, lait et produits laitiers et dérivés) ou la pollution des sols qui entraîne la contamination des végétaux [15].

2.4.3.3 Dégradation d'un médicament

2.4.3.3.1 Dégradation des médicaments dans la STEP

Les eaux usées sont le premier compartiment qui récepte les résidus médicaux après leur utilisation thérapeutique ou diagnostique chez l'être humain. En raison de leur dégradation incomplète dans les STEP conventionnelles, les effluents urbains sont une des principales sources de leur déversement dans les milieux aquatiques récepteurs. Ces stations n'ont pas été spécialement développées pour traiter des micropolluants organiques à l'état de traces, tels que les RdM. Les taux d'élimination dans les STEP varient considérablement en fonction des molécules. Les taux d'abattement (élimination) de certaines substances, telles que l'aténolol et la carbamazépine, sont inférieurs à 30%, tandis que d'autres, tels que la norfloxacine, le 17 β oestradiol et l'estriol, sont supérieurs à 80% [17].



Figure 3.2 station d'épuration des eaux usées

2.4.3.3.2 Dégradation des médicaments dans l'environnement

La biodégradation qui se produit dans le milieu naturel est moins intense que celle qui

se produit dans les STEP. La biodégradation des molécules telles que le kétoprofène, le propranolol, le gemfibrozil et l'ibuprofène est plus importante dans les eaux de rivière que la photodégradation

Il s'agit principalement d'une dégradation par réaction photochimique directe ou indirecte. Les réactions de photodégradation par photolyse jouent un rôle important dans les processus de biodégradation pour des composés tels que le naproxène et le diclofénac ce qui entraîne la production de composés parfois plus toxiques que la molécule mère Les chercheurs(Lam et Mabury) ont identifié des produits photovoltaïques provenant de la défluorination de la fluoxétine par photodégradation [9].

Chapitre 3

Tri et collecte de Médicaments périmés

3.1 Tri des médicaments

Le tri des médicaments vise avant tout à protéger la santé du consommateur et celle de ses proches. Cela permet d'éviter la consommation de médicaments périmés, les erreurs de traitement, la confusion chez les personnes âgées, ainsi que l'ingestion accidentelle par les jeunes enfants (notamment ceux âgés de 1 à 5 ans) [4].

3.1.1 Tri de l'armoire à pharmacie

La première étape consiste à faire le tri dans l'armoire à pharmacie. Une fois cette étape initiale accomplie, il devient possible d'identifier les produits dont il faut se débarrasser [4].

3.1.2 Séparation des emballages

Les emballages en carton et les notices doivent être jetés dans le circuit classique de tri ménager. Seuls les médicaments non consommés (comprimés) et les emballages en contact direct avec le médicament doivent être rapportés en pharmacie (fig. 4.1) [4].

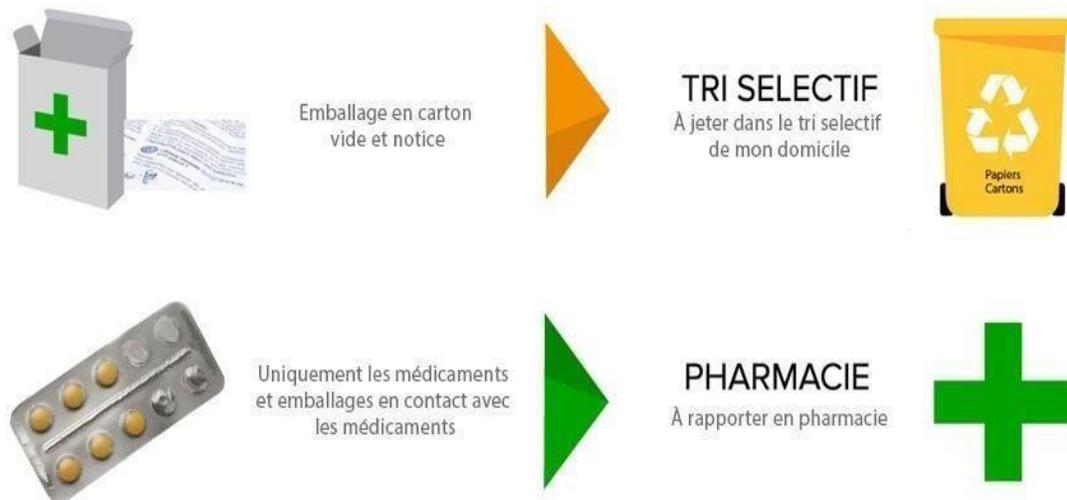


Fig. 4.1 Séparation des emballages en carton et notices en papier.

3.2 But du tri

Trier ses médicaments permet avant tout de protéger votre santé et celle de vos proches en évitant la consommation de médicaments périmés, les erreurs de traitement, la confusion chez les personnes âgées, et l'ingestion accidentelle par les jeunes enfants (notamment ceux âgés de 1 à 5 ans). Le recyclage des médicaments est également crucial, car les jeter simplement à la poubelle, dans un évier ou des toilettes, pollue les sols et les rivières à cause des principes actifs qui ne sont pas totalement éliminés des eaux usées dans les stations d'épuration [19].

3.3 Collecte des médicaments

Les clients (travailleurs ou utilisateurs) doivent trier les médicaments inutilisés, périmés ou non encore périmés. Les emballages en carton et les prospectus en papier doivent être jetés dans des poubelles spéciales séparées, tandis que les médicaments doivent être retournés au pharmacien. Les médicaments non utilisés doivent être récupérés à la pharmacie avec l'autorisation du pharmacien. Il ne devrait y avoir aucun intermédiaire entre les pharmaciens individuels et les pharmaciens d'officine. De plus, les pharmaciens doivent examiner le contenu de chaque sachet retourné pour éliminer tout élément non conforme ou potentiellement dangereux lors du processus de recyclage.

Si la pharmacie refuse d'accepter le médicament, l'information est immédiatement transmise à l'Ordre et à l'Association des pharmaciens. Une procédure est également en place pour que les coordonnées de la pharmacie concernée soient envoyées par courrier électronique au Conseil national des pharmaciens, qui transmet les informations au président du conseil régional, lequel répond ensuite à votre pharmacie locale [9].

3.4 Destructurations des médicaments périmés

Les médicaments périmés sont détruits à travers plusieurs méthodes (tab. 4.1).

Tab 4.1 Catégories de produits pharmaceutiques et Méthodes d'élimination

Catégorie	Méthode d'élimination
Produits solides Produits semi-solides Poudre	-Mise en décharge Solidification -Neutralisation -Enfouissement -Incinération à moyenne et haute température (four à ciment, incinérateur)
Liquides	-Rejet dans une fosse (ou égout), -Incinération à haute température (four à ciment, incinérateur)
Médicaments règlementés (Stupéfiants, psychotropes)	-Solidification -Neutralisation -Incinération à moyenne ou haute température

3.4.1 Cadre législatif algérien

Loi n° 83-03 relative à la protection de l'environnement : Cette loi a pour objet la mise en œuvre d'une politique nationale de protection de l'environnement tendant à :

- ✓ La protection, la restructuration et la valorisation des ressources naturelles ;
- ✓ La prévention et la lutte contre toute forme de pollution et nuisance ;
- ✓ L'amélioration du cadre et de la qualité de la vie (JORADP, 1983).

Elle a été abrogée par la Loi n° 03-10 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable du 19 juillet 2003.

Loi n° 01-19 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, qui a pour objet de fixer les modalités de la gestion, de contrôle et de traitement des déchets, sur la base des principes suivants:

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

- ✓ La prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source ;
- ✓ L'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets ;
- ✓ La valorisation des déchets par leur réemploi, leur recyclage et toute autre action visant à obtenir, à partir de ces déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ;
- ✓ Le traitement écologiquement rationnel des déchets ;
- ✓ L'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement, ainsi que les mesures prises pour prévenir, réduire ou compenser ces risques [18].

Décret exécutif n° 02-175 du 20 mai 2002 qui a pour objet de définir les modalités de valorisation des déchets par leur générateur et/ou leur détenteur ainsi que les conditions d'élimination des déchets que leur détenteur ou leur générateur ne peuvent valoriser, et cela notamment pour les déchets d'emballages.

Décret exécutif n° 03-477 du 09 décembre 2003 qui a pour objet de définir les modalités de la gestion des déchets d'activités de soins.

Décret exécutif n° 03-478 du 09 décembre 2003 qui fixe les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux.

Décret exécutif n° 04-409 du 14 décembre 2004 relatif au transport des déchets spéciaux dangereux qui est soumis à des conditions générales en matière d'emballage, de moyens de transport et de consignes de sécurité ; des conditions particulières en matière d'autorisation de transport des déchets spéciaux dangereux et de documents de mouvement de cette catégorie de déchets.

Décret exécutif n° 04-410 du 28 juillet 2004 qui a pour objet de fixer les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

3.4.2 Séparation des médicaments périmés

Nous exposons quelques méthodes de séparation des médicaments périmés

- ✓ Retirer des rayons de vente ou de stockage les produits périmés, avariés et non utilisables ;
- ✓ Établir la liste de ces produits en suivant le modèle de fiche d'inventaire des produits périmés/avariés ;
- ✓ Trier les produits ;
- ✓ Établir une liste de colisage (numérotation des colis et contenu, avec le mois et l'année de péremption) ;
- ✓ Fermer convenablement les colis ;
- ✓ Stocker les produits triés et les mettre en quarantaine dans un endroit sécurisé [19].

3.4.3 Devenir des médicaments périmés issus de la pharmacie et du citoyen

Les médicaments périmés nécessitent une gestion spécifique pour minimiser leur impact sur l'environnement et la santé publique. Nous allons exposer les différentes étapes de traitement des médicaments périmés :

3.4.3.1 Collecte

Les médicaments périmés ou non utilisés peuvent être rapportés à la pharmacie. C'est le principal point de collecte pour les particuliers. Une fois rapportés, ils sont triés [19].

3.4.3.2 Traitement

Le traitement des médicaments périmés dépend du type de médicament et des réglementations locales. Les méthodes les plus courantes sont :

3.4.3.2.1 Incinération

La plupart des médicaments périmés sont incinérés dans des installations spécialisées (incinérateurs). L'incinération permet de détruire les substances actives tout en minimisant l'impact environnemental [19].

3.4.3.2.2 Autres méthodes

Certains médicaments peuvent être détruits par d'autres méthodes, comme la neutralisation chimique ou la dissolution dans des solvants spécifiques [19].

3.4.3.3 Recyclage

Les emballages sont triés par type de matériau pour être recyclés de manière appropriée :

- **Plastique** : Les blisters en plastique et les flacons en plastique sont envoyés dans des centres de recyclage des plastiques. Ils sont nettoyés, broyés en petits

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

morceaux, puis fondus et transformés en granulés de plastique qui peuvent être réutilisés pour fabriquer de nouveaux produits en plastique.

- **Aluminium** : Les blisters en aluminium et les tubes en aluminium sont envoyés vers des centres de recyclage des métaux. L'aluminium est fondu et réutilisé pour créer de nouveaux produits en aluminium. Ce processus est très efficace, car l'aluminium peut être recyclé indéfiniment sans perdre ses propriétés.
- **Verre** : Les flacons en verre sont nettoyés, broyés et fondus dans des fours à haute température pour être transformés en nouveaux produits en verre, tels que des bouteilles et des contenants.
- **Carton et papier** : Les boîtes en carton et autres emballages en papier sont envoyés vers des centres de recyclage du papier. Ils sont déchiquetés, mélangés avec de l'eau pour créer une pâte, puis transformés en nouveau papier ou carton.[19].

3.4.3.4 Impact environnemental des médicaments périmés

Les médicaments jetés directement dans les poubelles ordinaires ou les toilettes peuvent contaminer les sols, les eaux souterraines et les cours d'eau. C'est pourquoi il est essentiel de les rapporter à la pharmacie pour une élimination appropriée.

En Algérie, il est important de sensibiliser davantage sur l'importance du recyclage des médicaments et de mettre en place des systèmes similaires pour préserver l'environnement et la santé publique [19].

3.4.4 Différentes méthodes de destruction des produits pharmaceutiques

3.4.4.1 Méthode par brûlage en enceinte ouverte (à l'air libre)

Cette méthode consiste à brûler les médicaments solides, semi-solides ou en poudre à l'aide de combustibles dans un endroit non couvert, loin des habitations, des points d'eau et des plantations. Les produits pharmaceutiques ne devraient pas être détruits par brûlage à basse température en enceinte ouverte car cela risque de libérer des polluants toxiques dans l'atmosphère, et les produits ne sont pas détruits en totalité, augmentant ainsi le risque de récupération. Cette méthode est donc déconseillée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

Mode opératoire :

- ✓ Creuser un trou suffisamment profond pour contenir les produits à détruire, avec une hauteur minimale de 1 mètre entre le niveau des produits et celui de l'ouverture du trou.
- ✓ Disposer de bois de chauffe suffisant au fond du trou.
- ✓ Déconditionner les médicaments, c'est-à-dire les extraire de leurs conditionnements, puis jeter ou verser le contenu de chaque boîte ou flacon dans le trou. Les articles de conditionnement secondaire et les autres emballages en carton peuvent être brûlés, tandis que les autres types d'emballage (plastiques, verres) seront traités à part avant d'être jetés avec les ordures ménagères.
- ✓ Asperger le tout de gasoil ou de pétrole. Ne jamais utiliser de l'essence (dangereux pour les manipulateurs).
- ✓ Enflammer le tout et surveiller le feu jusqu'à la fin de l'opération.
- ✓ Reboucher le trou jusqu'au niveau de l'ouverture après l'incinération complète des produits.

Certaines mesures de sécurité doivent être requises lors de l'opération de destruction

:

- ✓ Porter des moyens de protection adéquats (gants, masque) avant le déclenchement de l'opération.
- ✓ Garder une distance suffisante pour éviter tout contact avec les fumées dégagées par le brûlage.
- ✓ S'assurer de l'absence de déchets non brûlés avant de reboucher le trou [21].

3.4.4.2 Solidification

La solidification consiste à fixer les déchets pharmaceutiques avec un liant tel que le ciment, un mélange ciment/chaux, ou du sable bitumeux à l'intérieur d'un fût en plastique ou en acier. Cette méthode est destinée à la destruction des anti-infectieux, médicaments réglementés et antinéoplasiques.

Mode opératoire :

- ✓ Réaliser l'opération de solidification au sein de l'établissement, dans un endroit éloigné du public, en présence des membres de la commission de destruction et des autorités ;

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

- ✓ Extraire les produits solides, semi-solides et les poudres de leur emballage extérieur (à jeter avec les ordures ménagères), mais les maintenir dans leur emballage intérieur (article de conditionnement primaire) ;
- ✓ Se procurer des fûts, du ciment, de la chaux, et du sable bitumeux ;
- ✓ Remplir les fûts à 75% de leur contenance en produits pharmaceutiques additionnés de liant (ciment ou ciment + chaux, sable bitumeux, etc.) ;
- ✓ Fermer les fûts et poser des joints ;
- ✓ Placer les fûts au fond d'une décharge publique et les recouvrir de déchets solides au triple de la hauteur du fût afin d'éviter toute récupération ;
- ✓ Transférer les fûts dans un lieu de décharge publique [21].

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

3.4.4.3 Neutralisation

La neutralisation consiste à broyer les médicaments et à les mélanger avec de l'eau, du ciment et de la chaux. Cette méthode est applicable aux produits solides, semi-solides et en poudre.

Mode opératoire :

- ✓ Réaliser l'opération de neutralisation près du lieu de décharge publique en présence des membres de la commission de destruction et des autorités compétentes ;
- ✓ Se procurer le matériel nécessaire (broyeur ou rouleau à damer, bétonnière, ciment, chaux et eau) ;
- ✓ Sortir les produits de leur emballage (papier, carton et plastique). Les comprimés seront également extraits de leur emballage thermoformé ;
- ✓ Broyer les médicaments et les mélanger de manière homogène dans un mortier avec de l'eau, du ciment et de la chaux (65% déchets pharmaceutiques + 15% chaux + 5% eau) ;
- ✓ Transporter le mélange obtenu, à l'état liquide, par un camion bétonnière pour le jeter à la décharge publique ;
- ✓ Procédé peu coûteux ;

Remarque : Compte tenu du risque d'inhalation de poussières, les opérateurs doivent porter des vêtements protecteurs appropriés ainsi que des gants et des masques [21].

3.4.4.4 Rejet à l'égout

Certains produits pharmaceutiques liquides, tels que les sirops et les solutions pour perfusion intraveineuse, peuvent être dilués dans de l'eau puis rejetés dans une fosse en petites quantités.

Mode opératoire :

- ✓ Identifier un lieu de rejet conforme aux normes ;
- ✓ Verser les médicaments liquides dans un contenant (fût, seau) ;
- ✓ Diluer avec une quantité suffisante d'eau, puis bien mélanger pour obtenir une solution très fluide ;
- ✓ Verser la solution dans la fosse

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

Remarque :

- Porter des équipements de protection adéquats (combinaison, gants) avant de commencer l'opération ;
- Le rejet des désinfectants doit se faire progressivement, sans dépasser 50 litres par jour ;
- Ne jamais rejeter les désinfectants dans des cours d'eau à écoulement lent ou dans des eaux stagnantes ;
- Les antinéoplasiques ou les anti-infectieux sous forme liquide ne doivent pas être rejetés dans les égouts. Ces déchets liquides doivent être traités par la méthode de solidification ou de neutralisation [21].

3.4.4.5 Incinération

L'incinération consiste à brûler les déchets pharmaceutiques à une température moyenne (800°C) ou élevée (1200°C), surtout ceux contenant plus de 1% de composés halogènes tels que le soufre, l'iode, le chlore, etc. [21].

4.4.4.5.1 Types d'incinération

4.4.4.5.1.1 Incinération à moyenne température

Cette méthode est préférable à d'autres solutions moins sécurisées comme le déversement dans des décharges mal protégées et mal gérées. Les incinérateurs de ce type ne sont généralement pas conçus spécifiquement pour traiter des composés halogénés dans des conditions optimales. Cependant, étant donné que la plupart des produits pharmaceutiques ont une faible teneur en halogène, les émissions de halogènes dans la fumée restent négligeables [4].

3.4.4.5.1.2 Incinération à haute température

Cette méthode est utilisée dans certaines industries telles que les cimenteries, les centrales électriques au charbon et les fonderies, qui nécessitent des appareils de combustion spécifiques fonctionnant à des températures élevées. Cela permet une combustion plus complète des déchets pharmaceutiques, réduisant ainsi les émissions de gaz nocifs. Les cheminées élevées permettent une dispersion des gaz à haute altitude, minimisant ainsi l'impact sur l'environnement à proximité [21].

3.4.4.5.1.3 Traitement des fumées

À la sortie de la chaudière, les fumées contiennent divers polluants qu'il est essentiel de récupérer, notamment les poussières, les gaz acides, les métaux lourds et les dioxines.

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

L'usine de traitement des gaz d'échappement comprend plusieurs modules spécialisés :

- Dépoussiérage par électrofiltre ou filtre à manches ;
- Neutralisation des gaz acides par voie sèche, semi-humide ou humide ;
- Traitement des dioxines et des furanes par adsorption sur charbon actif et réduction catalytique sélective ;
- Traitement des oxydes d'azote par réduction catalytique ou catalytique sélective à l'aide d'un catalyseur.

Remarque :

L'opérateur doit être équipé d'une combinaison, d'un masque, de gants et de bottes pour assurer sa sécurité lors de ces opérations.

Des sites de destruction seront installés, avec des points focaux désignés pour surveiller les opérations de destruction. Les mêmes procédures s'appliquent à tous les niveaux, avec le choix des emplacements des sites de destruction sous la compétence du ministère de la santé en collaboration avec les ministères de l'environnement et de l'intérieur. La présence des membres de la commission est obligatoire pour chaque opération, avec le soutien éventuel des forces de l'ordre en cas de besoin [21].

3.4.5 Méthodes de destruction des articles de conditionnement

3.4.5.1 Contenants en verre

Les ampoules ne doivent pas être éliminées par brûlage ou incinération en raison du risque d'explosion, ce qui représente un danger pour le personnel et l'équipement. De plus, si la température de combustion dépasse le point de fusion du verre, celui-ci risque de colmater la grille du four ou de l'incinérateur [20].

Procédure recommandée :

- Les ampoules doivent être broyées sur une surface dure inerte comme du béton, ou dans un fût métallique ou seau, en utilisant une grosse cale en bois ou un marteau.
- Recueillir le verre broyé et le placer dans un récipient approprié pour objets coupants ou tranchants. Fermer hermétiquement le récipient.
- Déposer le récipient dans une décharge publique pour une élimination appropriée.
- La verrerie qui peut être réutilisée doit être donnée à des laboratoires ou recyclée selon les pratiques locales.

Équipement de protection : Le personnel chargé de ces opérations doit obligatoirement porter un équipement de protection comprenant des lunettes de sécurité,

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

des bottes, une combinaison et des gants. Cela garantit sa sécurité lors de la manipulation et de l'élimination des ampoules et du verre pilé [20].

3.4.5.2 Contenants en plastique et métal

Les objets en plastique, en métal peuvent être réutilisés et peuvent servir pour un usage domestique, agricole ou à des négociants. Sinon, ils doivent être déposés dans une décharge publique [20].

3.4.5.3 Papiers et les cartons

Ils peuvent être recyclés, brûlés ou jetés dans une décharge publique [20].

3.4.5.4 Mise en décharge publique

Le dépôt direct des médicaments dans les décharges publiques peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement et la santé. Nous citons quelques impacts négatifs :

3.4.5.4.1 Conséquences environnementales

-Dans une décharge, les médicaments non utilisés se dégradent avec le temps, ce qui peut entraîner la libération de substances toxiques et la production de gaz nuisibles pour l'environnement.

-Les lixiviats (liquides résultant de la décomposition des déchets), peuvent contaminer les sols et les eaux souterraines, souvent en contenant des résidus de médicaments.

-Les gaz générés dans les décharges, comme le biogaz, peuvent contribuer au réchauffement climatique [20].

3.4.5.4.2 Risques pour la santé

-Les décharges non régulées peuvent favoriser la propagation de maladies suite à une infection par les microorganismes.

-La proximité des décharges avec les zones résidentielles peut exposer les populations locales à des risques sanitaires [20].

3.4.5.4.3 Gestion des médicaments non utilisés

-Il est impératif d'éviter de jeter les médicaments directement dans les décharges. Il est préférable de les rapporter à votre pharmacie locale. La pharmacie joue un rôle crucial en tant que point de collecte pour les médicaments non utilisés, qui sont ensuite triés et

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

gérés de manière appropriée.

-Il est essentiel de promouvoir une gestion responsable des médicaments non utilisés afin de réduire leur impact sur l'environnement et la santé publique. Pour plus d'informations, des études sur la présence et le devenir des médicaments dans les eaux usées urbaines sont disponibles [20].

3.4.5.5 Rejets dans les sanitaires

La présence croissante de résidus de médicaments dans les eaux constitue une préoccupation mondiale grandissante. Ces résidus proviennent de diverses sources telles que les médicaments prescrits, ceux en vente libre, les cosmétiques et même les produits de soins personnels. Lorsque les individus consomment ces médicaments, une partie est métabolisée par leur corps, tandis qu'une fraction demeure inchangée et est excrétée dans les eaux usées. Après leur introduction dans les égouts, ces résidus peuvent contaminer les cours d'eau, les rivières, les lacs et même les nappes phréatiques. Cette contamination entraîne des risques pour la santé humaine, l'environnement et la faune aquatique. Chez l'Homme, les conséquences de cette contamination peuvent entraîner des problèmes de santé à long terme tels que la résistance aux antibiotiques, des altérations hormonales et d'autres effets néfastes. Certains médicaments peuvent perturber les processus biologiques des organismes aquatiques, influençant leur croissance, leur reproduction et leur développement. Sur le plan environnemental, la présence de médicaments dans les eaux peut perturber les écosystèmes aquatiques fragiles et compromettre la biodiversité.

Pour atténuer ce problème complexe, plusieurs solutions sont envisageables :

- **Sensibilisation et éducation** : Informer la population sur les dangers liés à la mauvaise élimination des médicaments et encourager des pratiques responsables pour se débarrasser des médicaments non utilisés ou périmés.
- **Amélioration des infrastructures de traitement des eaux usées** : Investir dans des technologies avancées de traitement des eaux usées pour éliminer efficacement les résidus de médicaments.
- **Promotion de pratiques pharmaceutiques durables** : Inciter les fabricants de médicaments à développer des produits plus biodégradables et à minimiser l'utilisation d'excipients potentiellement nocifs.

Chapitre 3 : Tri et collecte des médicaments périmés

- **Développement de programmes de collecte de médicaments non utilisés :**
Mettre en œuvre des programmes de collecte et de recyclage des médicaments non utilisés afin de prévenir leur élimination inappropriée dans les égouts.
 - **Surveillance et recherche continue :** Renforcer la surveillance de la qualité de l'eau pour détecter la présence de résidus de médicaments et conduire des études sur les impacts à long terme de cette contamination sur la santé humaine et environnementale [15]

Chapitre 4
***Développement d'une Application Mobile
de Collecte des Médicaments Périmés
« FATMEDD24 ».***

4.1 l'intégration du citoyen a la collecte des MP

La méthode correcte de se débarrasser des médicaments périmés, a toujours posé un problème pour le citoyen local, régional et national. A cela s'ajoute sa méconnaissance sur l'impact négatif et néfaste généré sur sa santé humaine et sur la santé environnementale. La raison pour laquelle, à travers cette application intelligente numérique, nous proposons son invitation en lui affectant un rôle important et nous l'incitons à s'intégrer comme partie prenante pour la collecte des médicaments périmés pour dépôt au niveau de la pharmacie la plus proche de son lieu d'habitation.

4.1.1 Rôle du citoyen

Dans l'application mobile « FATDMEDD24 » dédiée à la collecte des médicaments périmés, le citoyen joue un rôle essentiel à différents niveaux :

- **Sensibilisation et Éducation** : L'application fournit des informations éducatives sur les risques liés à l'élimination inadéquate des médicaments, sensibilisant ainsi les utilisateurs à adopter des pratiques responsables.
- **Identification et Collecte des Médicaments** : Les citoyens peuvent utiliser l'application pour identifier les médicaments périmés chez eux, facilitant ainsi leur collecte et leur élimination appropriée.
- **Participation Active et Planification** : Grâce à l'application, les utilisateurs peuvent planifier des collectes à domicile ou signaler les médicaments disponibles dans des points de collecte communautaires, améliorant l'accessibilité et la gestion logistique.
- **Suivi et Transparence** : Les utilisateurs peuvent suivre en temps réel le statut de leurs demandes de collecte, garantissant une traçabilité et une transparence dans le processus.
- **Impact Sanitaire et Environnemental** : En participant à la collecte des médicaments périmés, les citoyens contribuent à la protection de l'environnement en réduisant la pollution des eaux et des sols, tout en favorisant la santé publique en évitant les risques liés à l'automédication.

Le médicament périmé est un concept mal connu et encombrant, et son gaspillage pharmaceutique a un coût très important. Son élimination présente un problème croissant de santé s'il n'est pas géré d'une manière adéquate et rassurée. Il est recommandé de collecter des médicaments non utilisés, dont périmés, dans les pharmacies, de sensibiliser le citoyen et de l'intégrer à cette collecte. Notre objectif vise à mettre en place une base de données sur la collecte des médicaments périmés au niveau local, régional et pourquoi pas national. Cette procédure va davantage encourager l'ensemble des acteurs activant dans le secteur à contribuer favorablement à l'enrichissement de cette base de données.

Pour avoir des informations et une connaissance sur les avis du citoyen et de la pharmacie sur la collecte des médicaments périmés et valider cette application numérique, nous avons dressé deux types de questionnaires. Le questionnaire permet d'assurer que le spécialiste mesure exactement ce qu'il veut mesurer chez tous les répondants. Il s'agit, en fait, d'un programme que l'interviewer et le répondant doivent suivre afin de produire le résultat voulu. L'un des objectifs les plus courants d'une enquête, c'est de permettre au vérificateur d'en arriver à une conclusion générale à propos d'une population sur un sujet relié aux objectifs de la vérification. En travaillant ensemble, nous pouvons créer un avenir plus durable pour nous-même et pour nos générations futures.

4.2 Résultats de l'enquête dédiée aux citoyens

Un taux de 93.9% des citoyens interrogés sont intéressés par l'application de la collecte, de récupération et de dépôt des médicaments périmés (PM) (fig. 5.1).

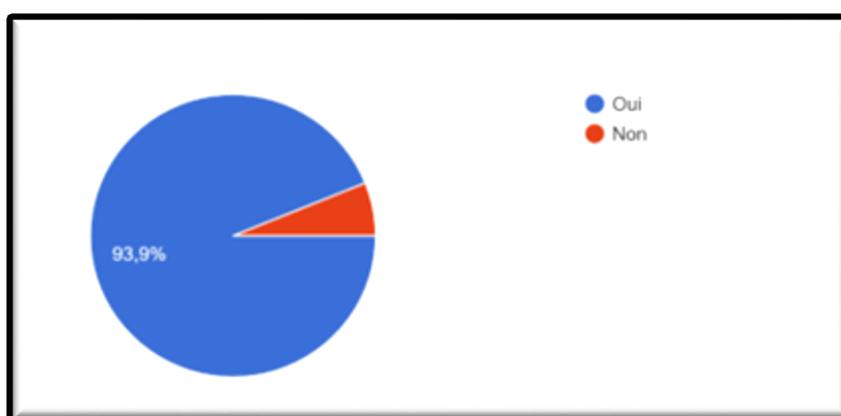


Fig. 4.1 - Répartition des interrogés selon leur intérêt par une application de récupération des MP.

L'enquête effectuée auprès les citoyens a enregistré 70% du sexe féminin contre 30% du

sexe masculin. Les femmes se soucient beaucoup plus et sont responsables de leur santé et souvent de celle de leur famille ce qui justifie nos résultats avec les résultats de Marchiset-Ferlay et *al.*, (2004) et ceux de Alliat (2017) au Maroc. Un taux de 61.4 % des citoyens interrogés sont préoccupés par les médicaments périmés et s'inquiètent de ce problème environnemental (fig. 4.2).[23]

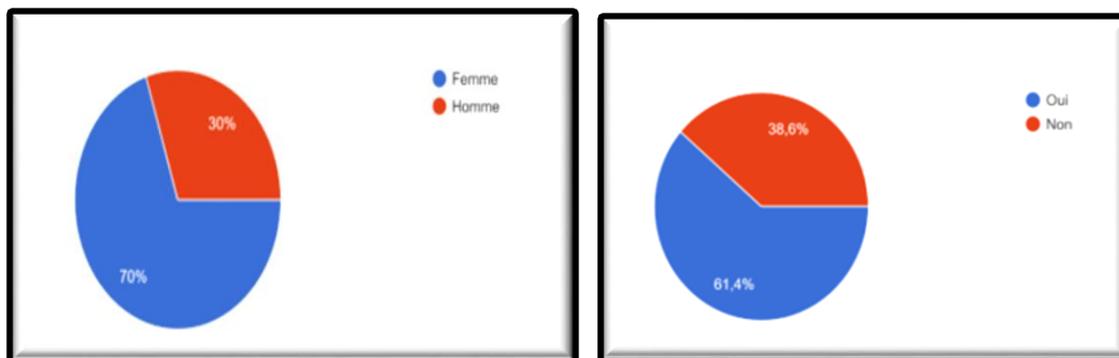


Fig. 4.2 - Répartition des citoyens interrogés selon le sexe et leur préoccupation.

L'application a intéressé beaucoup plus les citoyens dont la tranche d'âge est comprise entre 20 et 40 ans où le taux enregistré est de 59.2%. Deux autres taux (21.5% et 19.2%) sont respectifs aux tranches d'âge comprises entre 40 et 50 ans et plus de 50 ans (fig. 5.3).

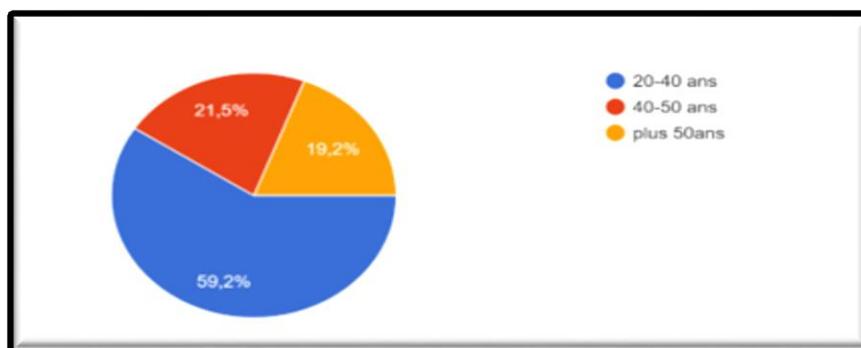


Fig. 4.3 - Répartition des interrogés selon la tranche d'âge.

Selon la nature sociale des citoyens interrogés, la branche « salariés » était très dominante avec un taux de 48.5 %, suivie de 22.3% (étudiants), de 12.3% des travailleurs du secteur privé et 16.9% restante est distribué entre les citoyens sans emploi, auto-entrepreneur libérale... (fig. 5.4). Ceci justifie que les salariés ont une couverture sociale et leur état de santé est contrôlé par la sécurité sociale du fait qu'ils ont droit seulement à deux prescriptions médicales tous les trois mois.

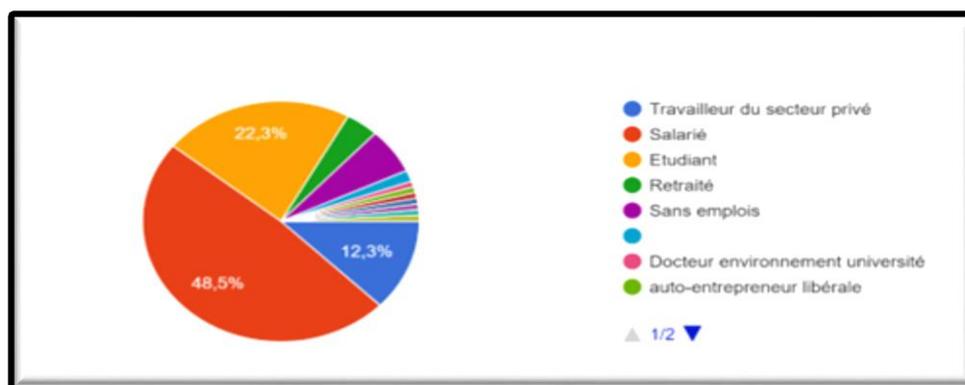


Fig. 4.4 - Répartition des interrogés selon la nature sociale.

Un taux de 88.5 % de personnes interrogés conservent leurs médicaments jusqu'à l'expiration de leur date de péremption contre seulement 11.5 %. Ceci augmente leur méthode de conservation personnelle, leur utilisation et réutilisation des médicaments, leur sensibilisation et leur responsabilité vis-à-vis des médicaments périmés (fig. 5.5). Les travaux de Fourniès-Kron & Lassource (2019) mentionnent que la plupart des individus effectuaient un tri biannuel de leur pharmacie personnelle, généralement située dans un contenant spécifique en hauteur dans la salle de bain ou à température ambiante dans une autre pièce de la maison.[24]

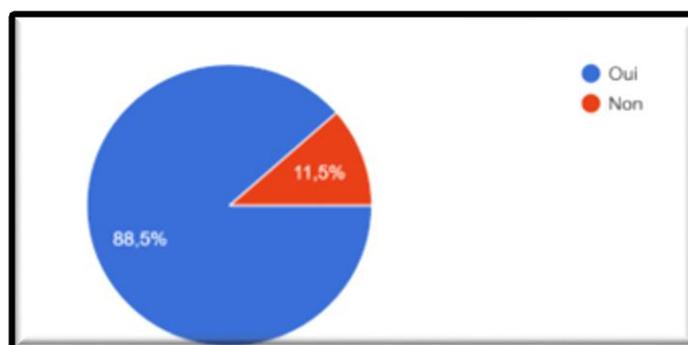


Fig. 4.5 -Conservation des médicaments jusqu'à la date de péremption.

Selon la figure 5.6, un taux de 41.7% des citoyens interrogés classifient et confirment qu'ils entendent par médicament périmé 1 mois après sa date de péremption, suivi par 21.2% (3 mois après péremption), suivi de 18.2% (1 mois avant la péremption), de 5.3% (3 mois avant la péremption) et 13.6% pour des autres périodes de temps.

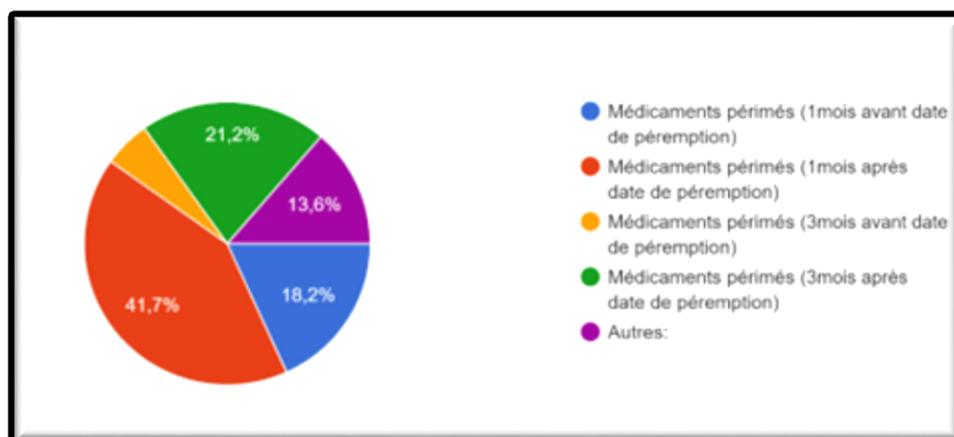


Fig. 4.6 - Répartition selon le classement des MP.

Pour ce qui est du critère de la non utilisation du médicament périmés de seconde main, nous avons enregistré un taux important respectif à 88.5% ; ceci justifie la confiance totale des citoyens de l'achat du médicament auprès de la pharmacie et leur sensibilisation et inquiétude de l'état sanitaire de leur organisme. Le faible taux de 11.5% enregistré justifie peut-être qu'il s'agit de citoyens non adhérents à la SS, où ils ne possèdent pas de moyens financiers où il s'agit de famille nombreuse ne pouvant pas satisfaire leur besoin où tout simplement qu'ils ne vérifient pas la date de péremption (fig. 5.7).

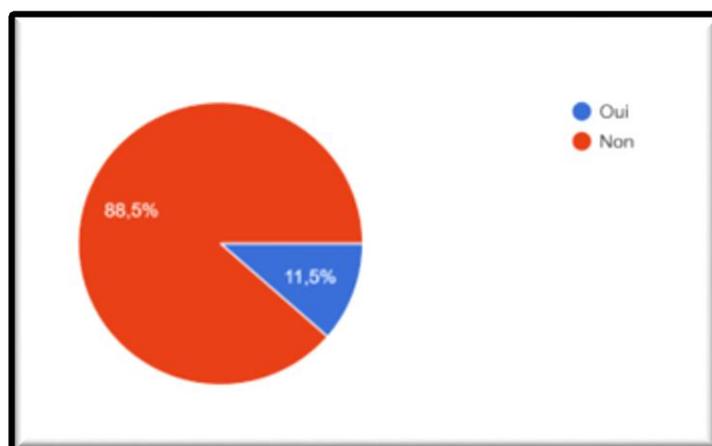


Fig. 4.7 - Utilisation des médicaments périmés de seconde main.

Plus de trois quarts des citoyens interrogés ne respectent pas les normes de conservation des médicaments périmés et ne suivent pas les normes de leur stockage (76.5%) contre un taux de 23.5% qui savent les gérer (fig. 5.8).

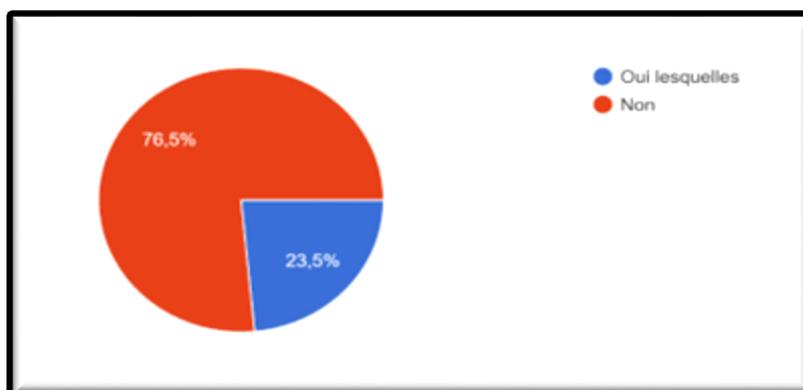


Fig. 4.8 - Suivi des normes de stockage des MP.

Un taux de 100 % de citoyens interrogés vérifient toujours la date de péremption de leurs médicaments. Notre résultat est similaire au taux enregistré (91%) dans l'étude d'Alliat (2017) qui a confirmé le contrôle de la date de péremption des médicaments avant l'utilisation. Un taux de 32.8 % vérifie toujours la date avant chaque utilisation contre un taux faible qui ne vérifie pas. Ceci est du peut-être que l'utilisateur fait passer la douleur avant la lecture de la date de péremption où qu'il ne se rend pas compte du temps passé après l'achat et il croit que c'est toujours récent (fig. 5.9).[25]

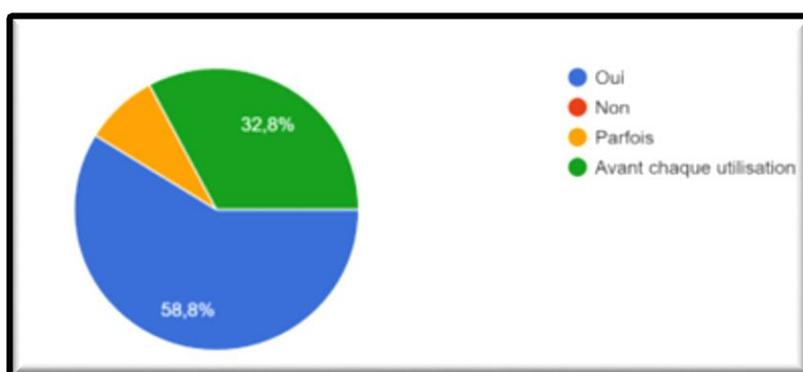


Fig. 4.9 -Vérification de la date de péremption des MP.

Chapitre 4 : Développement d'une Application Mobile de Collecte des Médicaments Périmés « FATMEDD24 ».

Plus de 80% des enquêtés se débarrassent du médicament périmé et le déposent au niveau de leur pharmacie avec laquelle ils sont conventionnés. Fourniès-Kron & Lassource (2019), rapportent que l'attitude principale des individus français interrogés est de ramener les médicaments à la pharmacie, généralement la gestion des médicaments est dédiée à un membre féminin de la famille. Un faible taux de citoyens les déposent au niveau de la pharmacie présente dans son secteur d'habitation (fig. 5.10). [24]



Fig. 4.10 - Gestion des médicaments arrivés à la date de péremption

Un taux de 43% de citoyens se débarrassent de leurs médicaments périmés d'une manière normale dans leurs poubelles, suivi d'un taux de 21.9% les jettent dans les eaux sanitaires et suivi de 13.3% qui déposent leurs médicaments périmés dans un sac scellé et les jettent dans la poubelle. Par ailleurs, Le pourcentage restant les déposes de nouveau dans une association, une pharmacie conventionnée ou autres (fig. 5.11).

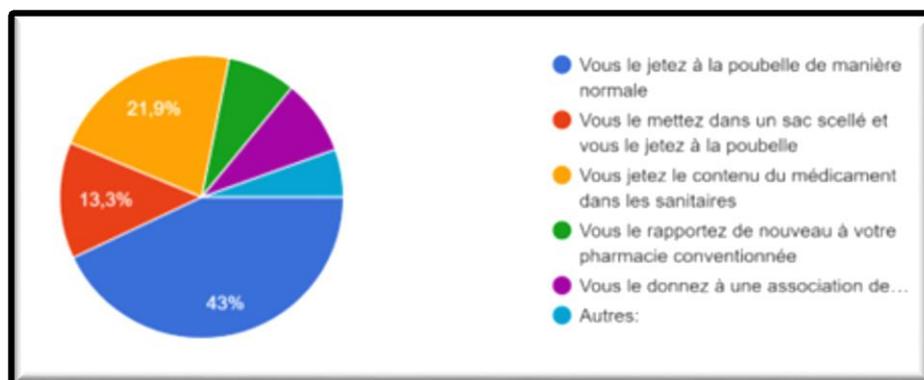


Fig. 4.11 – Méthode de se débarrasser des MP.

D'après la figure 5.12, un taux de 44.8% des enquêtés jettent 1 boîte de médicaments périmés par mois, suivi d'un taux de 12.1% qui jettent plus d'une boîte/mois et le reste (43.1%) n'ont pas mentionné la quantité exacte.

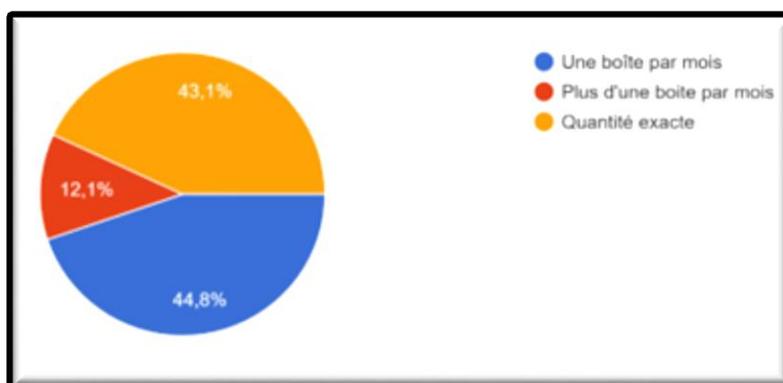


Fig. 4.12 - Quantité des boîtes jetées de MP.

Un taux de 58% de citoyens sont au courant de l'impact du rejet des MP contre un taux de 41.7% non connaisseurs. On enregistre alors que la population humaine est déjà consciente du problème et c'est facile de la sensibiliser beaucoup plus et de faire passer le message (fig.5.13). A cela s'ajoute le pourcentage conséquent des citoyens informés sur leurs rejets dans les poubelles (qui représentent un danger pour les utilisateurs) ou dans les eaux sanitaires surtout que le pays vit un stress hydrique et opte pour la réutilisation des eaux usées épurées dans différents domaines tels que l'irrigation (fig. 5.14). En plus l'analyse des médicaments périmés dans les eaux usées épurées est onéreuse. Les MP peuvent présenter des risques potentiels d'intoxications médicamenteuses par ingestion accidentelle.

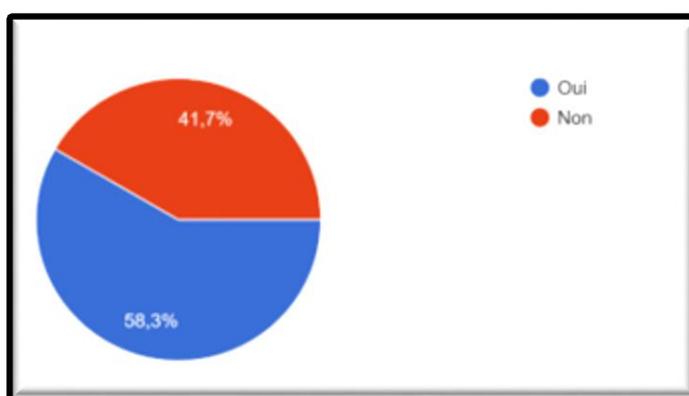


Fig. 4.13 – Information sur l'impact environnemental du rejet des MP.

Moins de la moitié des citoyens qui jettent leurs drogues dans les sacs poubelles ne connaissent pas l'impact environnemental de ce fait et 52.3% ont déjà tenu compte aux impact environnemental négatif, et concernant les eaux sanitaires,52.7% des citoyens enquêtés éliminent leurs MP comme ils sont et 47.3% retirent les emballages avant les éliminer

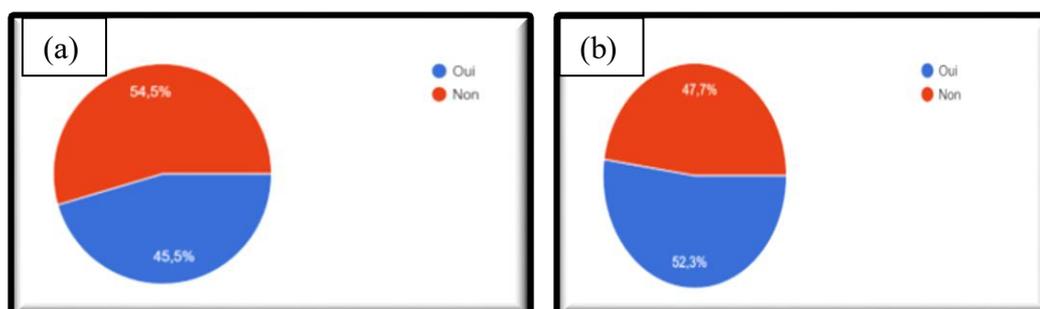


Fig. 4.14 – Information sur l'impact environnemental du rejet des MP dans les eaux sanitaires (a) et les poubelles (b).

Pour la question qui porte sur le fait de retirer le médicament périmé de son emballage avant de l'éliminer, on a enregistré un taux de 52.7% de réponses positives contre un taux de 47.3% qui le pratique pas (fig. 5.15).

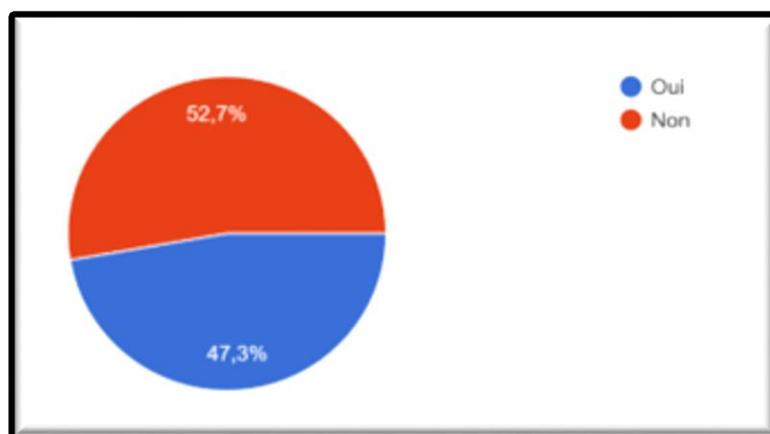


Fig. 4.16 - Retrait des emballages des MP avant leur élimination.

Un taux de 54% des citoyens valide la méthode de recyclage des MP par leur dépôt au niveau de la pharmacie du quartier et à elle de contacter l'entreprise incinératrice. Un taux de 20% optent pour l'idée de les déposer directement dans un centre d'incinération 16.9% des interrogés valident l'option d'un don de bienfaisance et 9.2% propose autres manières (fig. 5.17).

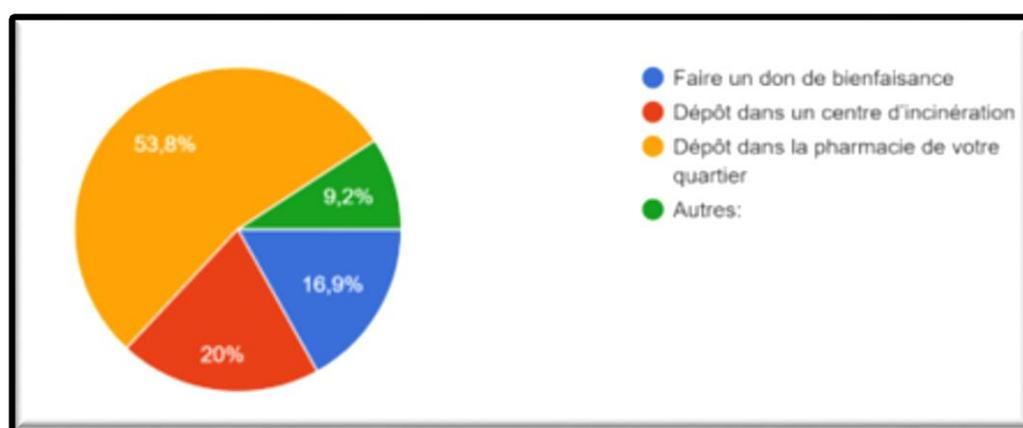


Fig. 4.17 – Méthode de recyclage des MP.

Dans la figure 5.18, les citoyens ont été interrogés sur leur sensibilisation de ramassage des médicaments périmés. On a enregistré un taux de 94% de réponses positives contre 6% qui rejettent l'idée. Ce faible pourcentage concerne peut-être la population humaine non motivée et qui laisse cette tâche à la pharmacie.

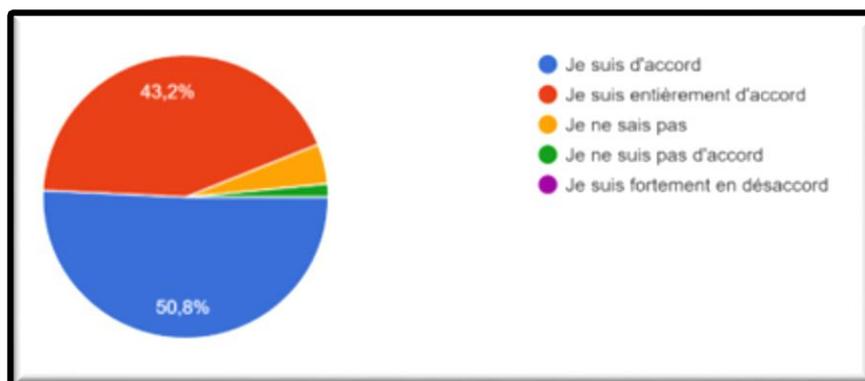


Fig. 4.18 - Sensibilisation pour le ramassage des MP.

Pour la majorité des enquêtés (91.5%), le gouvernement devrait règlementer l'élimination des médicaments périmés, et 7.7% ne sont pas certains. Moins de 1% opte pour l'idée que le gouvernement n'est pas obligé d'interférer dans cette opération (fig. 5.19).

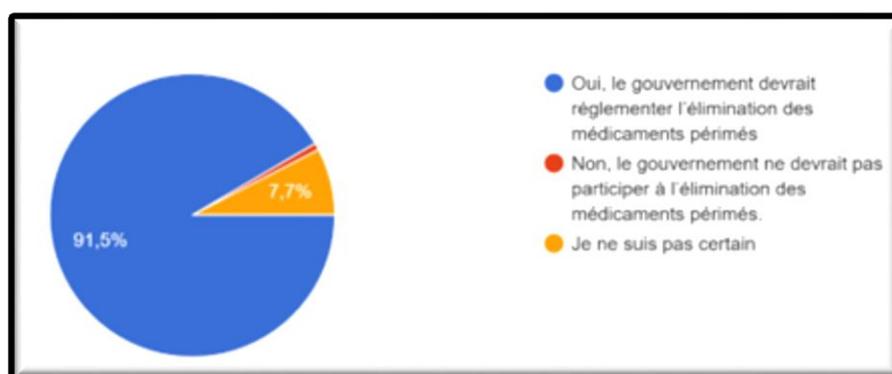


Fig. 4.19 - Rôle du gouvernement dans la veille réglementaire de l'élimination des MP.

Le public interrogé partage l'idée entre le manque de sensibilisation à la question (41.2%) et la difficulté à trouver des endroits pour recycler et éliminer ces MP (45.8%). Un taux de 7.8% mentionne l'absence du rôle prépondérant du gouvernement et 5.2% se pose des questions sur la personne responsable du coût d'élimination (fig. 5.20).

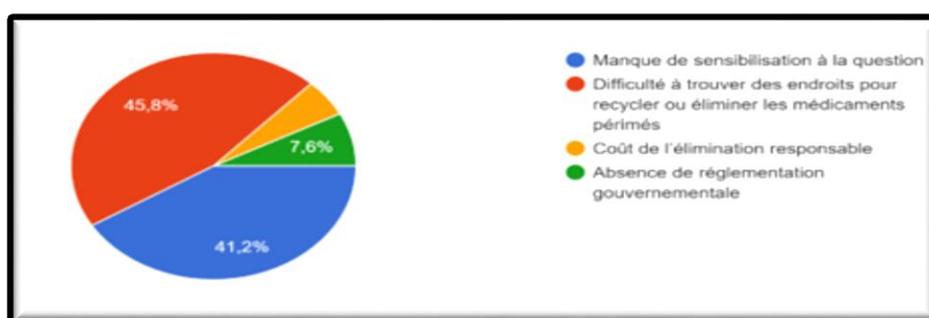


Fig. 4.20 - Grand obstacle d'élimination des MP.

5.3 Résultats d'enquête au niveau des pharmacies

D'après les résultats, on remarque que 60% des officines sont étatiques et 40% sont privés

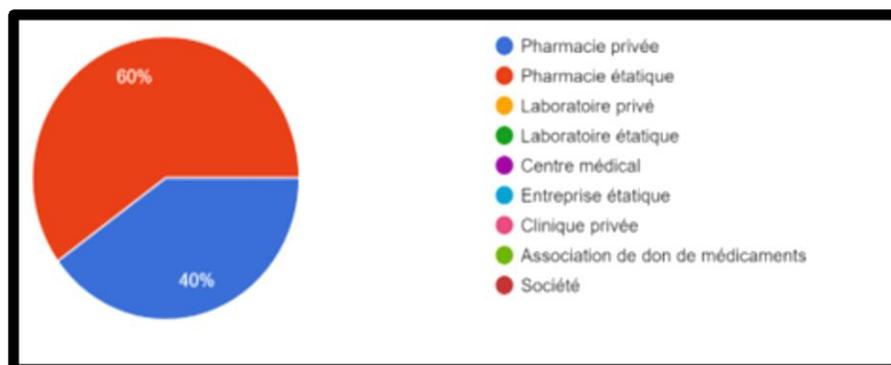


Fig. 4.21- Nature des officines interrogés

Les chiffres révèlent une forte d'augmentation approximativement 75% des personnes interrogées ont déclaré que le moyen de logiciel de gestion est encore mieux pour le suivi des médicaments périmés. Par contre, on voit une baisse de 25% que les mesures régulières prises par le personnel sont le bon moyen de suivre les médicaments périmés.

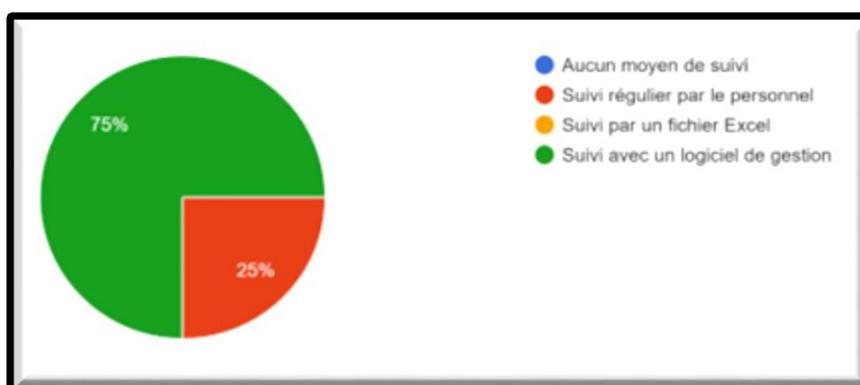


Fig. 4.22 - Moyens de suivi des MP.

Chapitre 4 : Développement d'une Application Mobile de Collecte des Médicaments Périmés « FATMEDD24 ».

On observe un pourcentage de 57,1% affirment que les médicaments périmés doivent être retirés de la pharmacie une semaine avant la date de péremption, 28,6% un mois avant la date de péremption et 14,3% lors des rangements.

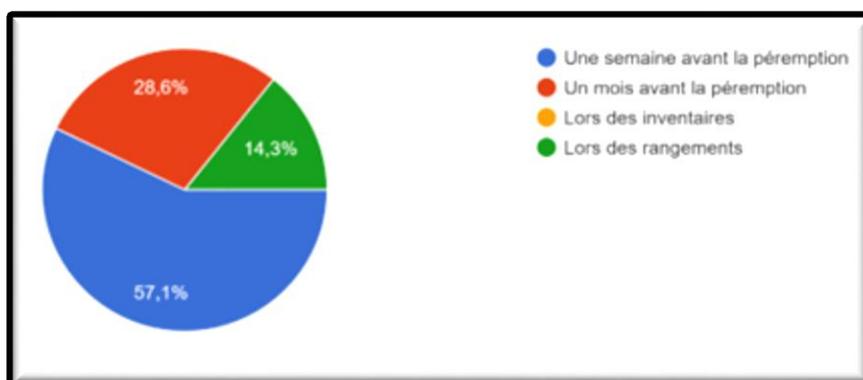


Fig. 4.23 - Retrait des MP de l'officine.

Le graphique circulaire de classement des médicaments périmés selon leur forme galénique montre une hausse de 87,5% ils sont réalisés selon la forme pharmaceutique et d'une baisse de 12,5% selon le mode de délivrance.

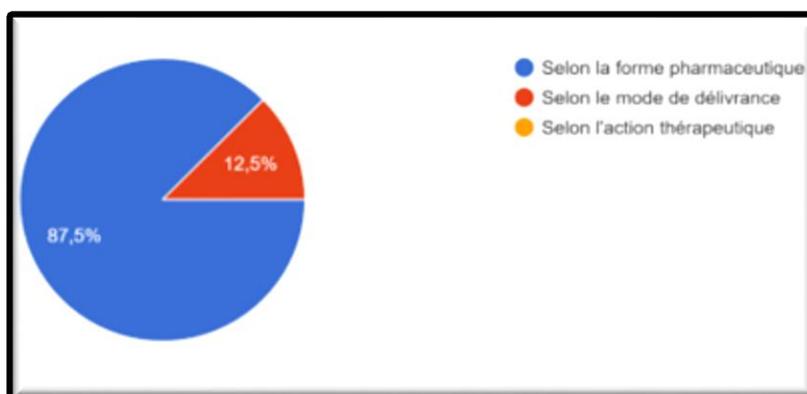


Fig. 4.24 - Classement des MP selon leur forme galénique.

La plupart des personnes interrogées ont déclaré qu'ils ne recevaient pas des médicaments périmés des patients conventionnés au taux de 71,4% et de 28,6% qui sont contre.

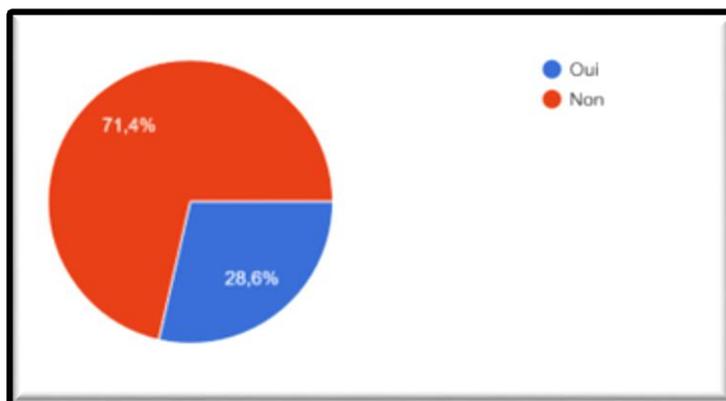


Figure 4.25 réception des MP par des patients conventionnés

En analysant dans le détail de graphique, on s'aperçoit que la majeure partie ont décliné pour les médicaments périmés de la part de patients non conventionnés (80%). Quant à ceux qui ont agréé, on constate une diminution régulière (20%).

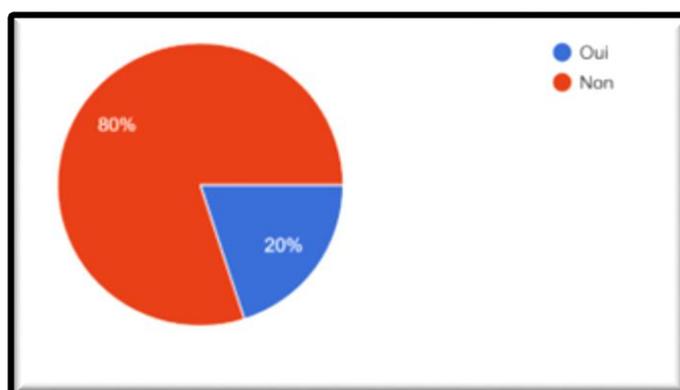


Fig. 4.26 - Réception des MP par des patients non conventionnée.

D'après ces chiffres, on peut remarquer les 57,1% ont accepté d'être un point de collecte de médicaments à hauteur d'un volume qu'ils décideront et les 42,9% restants ont refusé cette demande

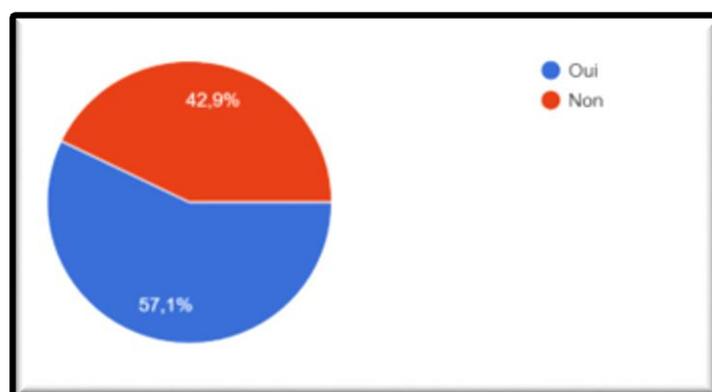


Figure 4.27 point de collecte des MP

Chapitre 4 : Développement d'une Application Mobile de Collecte des Médicaments Périmés « FATMEDD24 ».

L'examen approfondie des données révèle qu'il divise en cinq groupes des modes pour éliminer les médicaments périmés. On observe qu'une grande majorité de 33,3% a choisi la méthode de l'incinération et les groupes restants montrent un pourcentage stabilisé de 16,7% ce qu'ils ont sélectionné la collecte et incinération, rapporter les médicaments périmés à la pharmacie, renvoyer à la pharmacie centrale et le mode de retour au fournisseur.

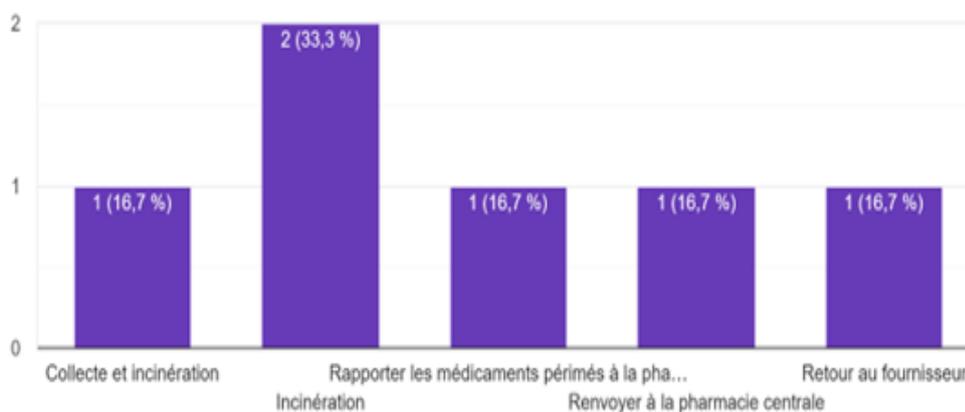


Fig. 4.28 - Mode d'élimination des MP proposé.

Pour les entreprises sondées, la meilleure moyenne de recyclage des MP est par un dépôt dans un centre d'incinération (75%), et 25% ont avec les vendre a une entreprise incinératrice.

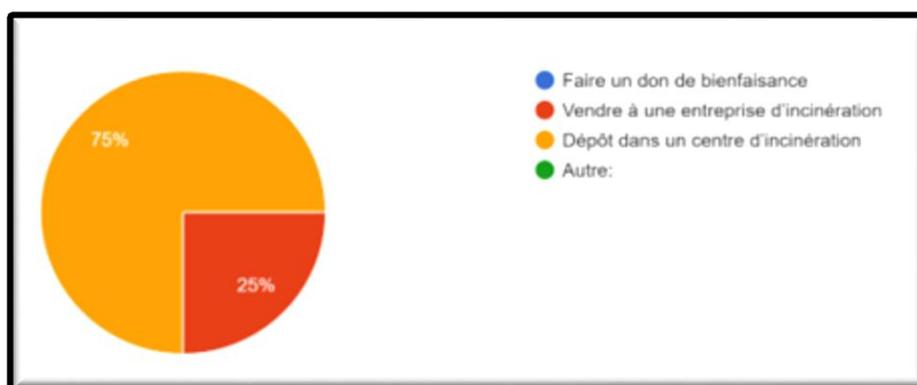


Fig. 4.29 - Manière de recyclage des MP.

*Chapitre 4 : Développement d'une Application Mobile de Collecte des Médicaments
Périmés « FATMEDD24 ».*

A la fin, une case du questionnaire a été consacrée aux suggestions des citoyens interrogés pour améliorer la sensibilisation à la récupération des médicaments périmés, parmi lesquelles, nous pouvons citer :

- Création de sacs spéciaux dédiés au ramassage des produits périmés et leur disponibilité dans chaque pharmacie locale.
- Proposition d'une réduction de prix sur les produits ou l'offre de bons d'achat lors du dépôt des médicaments périmés au niveau de la pharmacie.
- Campagnes médiatiques et sur les réseaux sociaux pour sensibiliser le grand public sur l'importance de récupérer les médicaments périmés, en fournissant des conseils sur les meilleures pratiques d'élimination.
- Collaboration renforcée avec les pharmacies : Installation de boîtes de collecte sécurisées et facilement reconnaissables où les citoyens peuvent déposer leurs médicaments non utilisés ou périmés.
- Organisation de missions et publication d'annonces concernant la collecte des médicaments périmés.
- Sensibilisation communautaire à travers des événements et des conférences.
- Mise en place de points de collecte sécurisés et accessibles près des pharmacies pour le retour des médicaments périmés.
- Promotion de la récupération bénéficiaire.
- Lancement de campagnes de sensibilisation à grande échelle pour informer le public sur les dangers liés à la conservation et à l'élimination inappropriées des médicaments périmés.
- Intégration de programmes éducatifs sur la santé humaine et environnementale dans les programmes scolaires à tous les niveaux, mettant l'accent sur la gestion adéquate des médicaments périmés pour cultiver de bonnes habitudes dès le jeune âge et sensibiliser les familles par le biais de leurs enfants.
- Instauration d'un programme de retour des médicaments non utilisés dans les pharmacies, permettant aux patients de rapporter leurs médicaments périmés en toute sécurité.

Conclusion

Conclusion

La gestion des médicaments périmés est un défi majeur en santé publique, impactant la santé humaine et l'environnement. Ce travail a exploré les dangers des déchets pharmaceutiques et les méthodes pour les réduire, en soulignant l'évolution historique du secteur pharmaceutique et l'importance des médicaments pour la santé publique.

L'étude a insisté sur les bonnes pratiques de stockage des médicaments et les risques de leur mauvaise manipulation, notamment la dégradation des principes actifs qui peut les rendre toxiques. Une gestion inadéquate de ces déchets peut provoquer des risques pour la santé et l'environnement, comme la contamination des sols et des eaux.

Pour pallier ces problèmes, une application mobile innovante, "FATMEDD24", a été proposée. Elle facilite le tri et la collecte des médicaments périmés, offrant une méthode sécurisée d'élimination. Une enquête a montré une prise de conscience croissante des citoyens et une volonté d'adopter cette technologie, soulignant son potentiel à être intégrée dans les pratiques quotidiennes.

En conclusion, des approches innovantes et systématiques sont nécessaires pour la gestion des médicaments périmés. L'application "FATMEDD24" représente une solution prometteuse pour réduire les risques sanitaires et environnementaux. La sensibilisation et l'engagement des citoyens sont essentiels pour le succès de ces initiatives, contribuant à un développement durable et à la protection de la santé publique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **AMC, 2023** (Comprendre les soins de santé publics et privés) [En ligne].
2. **Christine André, Philippe Batifoulier, Mariana Jansen-Ferreira.** Privatisation de la santé en Europe. Un outil de classification des réformes. 2016 : université sorbonne paris nord) [En ligne].
3. **Philippe batifoulier 2018** (les privatisations des soins : attac france) [En ligne].
4. **Mechry, Y et Hamidi, M,A, 2023** : traitement médicaments périmées : mémoire de master : université oran 2)p82.
5. : **SAYAH F.Z, 2017** Contribution à l'analyse de la gestion des déchets pharmaceutiques (i.e médicaments) dans quelques communes de la wilaya de Tizi- Ouzou, Mémoire de master. Mouloud MAMMERI TIZI-OUZOU.p58.
6. (**Exphar** Qualité médicaments : les facteurs clés) [En ligne].
7. **DOUBA, W, 2022** : Etude du processus de fabrication, conditionnement et contrôle de qualité des médicaments sous forme sèche aux seins des laboratoires MERINAL, Rapport de stage, U.S.T.H.B. p43.
8. **Afssaps, 2009** : Mise au point sur la conservation des médicaments en cas d'épisode de grand froid
9. **Grib.D & Khediri.Z,** 2021 : Gestion des déchets des médicaments (antibiotiques, anti- inflammatoires et paracétamol), Mémoire de master. Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued. p92 .
10. **Alexandre BARA** : 2023 : LA GESTION DES STOCKS DES MÉDICAMENTS AU SEIN DES PHARMACIES HOSPITALIÈRES : Liège université) [En ligne].
11. **Waresito : 2023** : GESTION DES STOCKS DANS LE SECTEUR DE LA SANTÉ : ENJEUX ET PERSPECTIVES)
12. **ANSM 2021,** (Conservation des médicaments en cas de vague de chaleur) [En ligne].
13. (**Le journal des femmes santé ; 2022**) [En ligne].
14. **Raïssa El Kolli,2017,** Gestion des médicaments non utilisés : sur-stockage et danger de l'automédication. Sciences pharmaceutiques)

15. **(Bensaid F ; Djouadi A : 2016 : Gestion des déchets médicamenteux : UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU).**
16. **(INSTITUT Numériques : 2013 : Les conséquences des décharges non contrôlées sur l'environnement) [En ligne].**
17. **(Christophe dagot : 2018 : Traitement des résidus de médicaments dans les ouvrages d'épuration des eaux.) [En ligne].**
18. **(JORADP,2001) journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire. La loi 01-19 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. 2001.**
19. **(Giropharm,2020) Comment trier et recycler ses médicaments [En ligne]**
20. **UNION DES COMORES :2019 : GUIDE DE DESTRUCTION DES MEDICAMENTS PERIMES OU AVARIES)**
21. **Mansour.M & Nait Larbi.Z,2022-** Gestion des déchets pharmaceutiques au niveau de quelques daïras de la wilaya de Tizi-Ouzou
22. **(Mc Kelvey et al., 2003).** (Revue française de gestion) [En ligne]
23. **Marchiset–Ferlay, M.P.,et all. (2004)-** Profils et motivations des personnes déposant des Médicaments Non Utilisés (MNU) dans les officines du Puy-de Dôme. Cairn.info. 2004, Vol. 16, p. 435 à 446. [En ligne]
24. **Fourniès-Kron, A et Lassource, V. (2019) -** Pratiques rapportées et représentations des patients concernant l'utilisation de médicaments périmés. Université de Bordeaux U.F.R. des sciences médicales, Thèse de doctorat en médecine.
25. **Alliat Z. (2017) -**Enquête sur la perception du médicament par la population marocaine. Rabat : université Mohammed V.

Webographie

<https://www.erudit.org/fr/revues/rseau/2008>

<https://www.ecologie.gouv.fr/lutte-contre-depots-illegaux-dechets>.

<https://www.ameli.fr/assure/sante/medicaments/utiliser-recycler-medicaments/recyclage-medicaments-pourquoi-comment-apporter-pharmacie>.

<https://www.cyclamed.org>

https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/incineration.php4

Annexes :

Loi n° 83-03 relative à la protection de l'environnement qui a pour objet la mise en œuvre d'une politique nationale de protection de l'environnement tendant à : la protection, la restructuration et la valorisation des ressources naturelles ; la prévention et la lutte contre toute forme de pollution et nuisance ; l'amélioration du cadre et de la qualité de la vie (Loi n° 83-03 relative à la protection de l'environnement, 1983). Elle a été abrogée par la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Loi n° 01-19 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, qui a pour objet de fixer les modalités de la gestion, de contrôle et de traitement des déchets, sur la base des principes suivants :

- La prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source ;
- L'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets ;
- La valorisation des déchets par leur réemploi, leur recyclage et toute autre action visant à obtenir, à partir de ces déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ;
- Le traitement écologiquement rationnel des déchets ;
- L'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement, ainsi que les mesures prises pour prévenir, réduire ou compenser ces risques.

Décret exécutif n° 02-175 du 20 mai 2002 qui a pour objet de définir les modalités de valorisation des déchets par leur générateur et/ou leur détenteur ainsi que les conditions d'élimination des déchets que leur détenteur ou leur générateur ne peuvent valoriser, et cela notamment pour les déchets d'emballages.

Décret exécutif n° 03-477 du 09 décembre 2003 qui a pour objet de définir les modalités de la gestion des déchets d'activités de soins.

Décret exécutif n° 03-478 du 09 décembre 2003 qui fixe les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets

spéciaux.

Décret exécutif n° 04-409 du 14 décembre 2004 relatif au transport des déchets spéciaux dangereux qui est soumis à des conditions générales en matière d'emballage, de moyens de transport et de consignes de sécurité ; des conditions particulières en matière d'autorisation de transport des déchets spéciaux dangereux et de documents de mouvement de cette catégorie de déchets.

Décret exécutif n° 04-410 du 28 juillet 2004 qui a pour objet de fixer les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

Décret exécutif n° 04-210 du 10 Joumada Ethania 1425 correspondant au 28 juillet 2004 définissant les modalités de détermination des caractéristiques techniques des emballages destinés à contenir directement les produits alimentaires ou des objets destinés à être manipulés par les enfants

Décret exécutif n° 2005-315 du 11 sept 2005

1. Objectif : Ce décret fixe les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux en Algérie.
2. Contenu de la déclaration : Les informations à fournir incluent la nature, la quantité, les caractéristiques et le traitement des déchets, ainsi que les mesures prises pour éviter leur production.
3. Délai de transmission : La déclaration doit être soumise à l'administration environnementale dans les trois mois suivant la fin de l'année concernée.
4. Formulaire de déclaration : Le formulaire comprend des détails sur la nature des déchets spéciaux dangereux générés, la matière première utilisée et la consistance du déchet (solide, liquide, gazeux, pâteux), entre autres.

Décret exécutif n° 2005-314 du 11 sept 2005

L'agrément des groupements de générateurs et/ou détenteurs de déchets spéciaux est accordé après examen de la demande et vérification que le groupement permet effectivement d'assurer à ses membres générateurs et/ou détenteurs de déchets spéciaux une meilleure prise en charge de leurs déchets spéciaux. De plus, l'agrément est valable pour une durée de cinq (5) années, et à l'issue de ce délai, le groupement doit présenter un nouveau dossier en vue du renouvellement de l'agrément conformément aux dispositions du présent décret

Décret exécutif n° 20-271 du 29 septembre 2020 fixe les attributions du ministre de l'Industrie pharmaceutique. Voici un résumé des principales compétences conférées par ce décret :

1. Politique de l'industrie pharmaceutique : Le ministre est responsable de la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de l'industrie pharmaceutique.
2. Régulation et contrôle : Il veille à la régulation, au contrôle et à la supervision des activités pharmaceutiques, notamment la production, la distribution et la commercialisation des médicaments.
3. Promotion de l'innovation : Le ministre encourage l'innovation dans le secteur pharmaceutique et soutient la recherche et le développement de nouveaux médicaments.
4. Collaboration internationale : Il participe à la coopération internationale dans le domaine pharmaceutique et représente l'Algérie lors des rencontres et conférences internationales.

Décret exécutif n° 21-53 du 31 janvier 2021 concerne les modalités de délivrance de l'autorisation temporaire d'utilisation de médicaments non enregistrés. Voici des principales dispositions :

1. Autorisation Temporaire d'Utilisation (ATU):
 - L'ATU permet la mise à disposition de médicaments non enregistrés en Algérie dans des situations spécifiques, notamment pour des maladies graves ou rares.
 - Elle est accordée par le ministère de la Santé après évaluation du rapport bénéfice/risque.

- L'ATU peut être individuelle (pour un patient spécifique) ou collective (pour un groupe de patients).
2. Conditions d'Obtention :
- Le médecin traitant doit soumettre une demande d'ATU motivée, accompagnée d'un dossier médical complet.
 - Le médicament doit être autorisé dans un pays étranger et avoir démontré son efficacité.
3. Durée de Validité :
- L'ATU est temporaire et peut être renouvelée.
 - Elle cesse dès l'enregistrement du médicament en Algérie.
4. Surveillance et Suivi:
- Les patients sous ATU sont suivis de près pour évaluer l'efficacité et les effets indésirables du médicament.
5. Responsabilité du Fabricant :
- Le fabricant doit fournir le médicament gratuitement pendant l'ATU.
 - Il doit également informer les autorités de tout effet indésirable.