

**THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

**Soutenue publiquement le 15 juillet 2026
Par Madame LECLERCQ Pauline**

Les dispositifs inhalés dans la gestion de l'asthme : état des lieux, défis et perspectives

Membres du jury :

Président : Monsieur le Professeur Thierry Dine
Professeur des Universités, UFR3S Pharmacie - PU-PH, Groupe Hospitalier Loos-Haubourdin

Directeur, conseiller de thèse : Madame la Professeure Florence Siepmann
Professeur des Universités, Faculté de pharmacie de Lille

Membres extérieurs :

Madame Charlotte Guillain Houriez
Docteur en Pharmacie, Pharmacien titulaire d'officine à Roubaix

Monsieur Benoit Macquet
Docteur en pharmacie, Pharmacien titulaire d'officine à Outreau

Université de Lille

Président
Premier Vice-président
Vice-présidente Formation
Vice-président Recherche
Vice-président Ressources Humaine
Directrice Générale des Services

Régis BORDET
Bertrand DÉCAUDIN
Corinne ROBACZEWSKI
Olivier COLOT
Jean-Philippe TRICOIT
Anne-Valérie CHIRIS-FABRE

UFR3S

Doyen
Premier Vice-Doyen, Vice-Doyen RH, SI et Qualité
Vice-Doyenne Recherche
Vice-Doyen Finances et Patrimoine
Vice-Doyen International
Vice-Doyen Coordination pluriprofessionnelle et Formations sanitaires
Vice-Doyenne Formation tout au long de la vie
Vice-Doyen Territoire-Partenariats
Vice-Doyen Santé numérique et Communication
Vice-Doyenne Vie de Campus
Vice-Doyen étudiant

Dominique LACROIX
Hervé HUBERT
Karine FAURE
Emmanuelle LIPKA
Vincent DERAMECOURT
Sébastien D'HARANCY
Caroline LANIER
Thomas MORGENROTH
Vincent SOBANSKI
Anne-Laure BARBOTIN
Victor HELENA

Faculté de Pharmacie

Vice - Doyen
Premier Assesseur et
Assesseur à la Santé et à l'Accompagnement
Assesseur à la Vie de la Faculté et
Assesseur aux Ressources et Personnels
Responsable de l'Administration et du Pilotage
Représentant étudiant
Chargé de mission 1er cycle
Chargée de mission 2eme cycle
Chargé de mission Accompagnement et Formation à la Recherche
Chargé de mission Relations Internationales
Chargée de Mission Qualité
Chargé de mission dossier HCERES

Pascal ODOU

Anne GARAT

Emmanuelle LIPKA
Cyrille PORTA
Honoré GUISE
Philippe GERVOIS
Héloïse HENRY
Nicolas WILLAND
Christophe FURMAN
Marie-Françoise ODOU
Réjane LESTRELIN

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers (PU-PH)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	ALLORGE	Delphine	Toxicologie et Santé publique	81
M.	BROUSSEAU	Thierry	Biochimie	82
M.	DÉCAUDIN	Bertrand	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
M.	DINE	Thierry	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DUPONT-PRADO	Annabelle	Hématologie	82
Mme	GOFFARD	Anne	Bactériologie - Virologie	82
M.	GRESSIER	Bernard	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	ODOU	Pascal	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	POULAIN	Stéphanie	Hématologie	82
M.	SIMON	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
M.	STAELS	Bart	Biologie cellulaire	82

Professeurs des Universités (PU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	ALIOUAT	El Moukhtar	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	ALIOUAT	Cécile-Marie	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	AZAROUAL	Nathalie	Biophysique - RMN	85
M.	BERLARBI	Karim	Physiologie	86
M.	BERTIN	Benjamin	Immunologie	87
M.	BLANCHEMAIN	Nicolas	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	CARNOY	Christophe	Immunologie	87
M.	CAZIN	Jean-Louis	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	CUNY	Damien	Sciences végétales et fongiques	87
Mme	DELBAERE	Stéphanie	Biophysique - RMN	85

Mme	DEPREZ	Rebecca	Chimie thérapeutique	86
M.	DEPREZ	Benoît	Chimie bio inorganique	85
Mme	DUMONT	Julie	Biologie cellulaire	87
M.	ELATI	Mohamed	Biomathématiques	27
M.	FOLIGNÉ	Benoît	Bactériologie - Virologie	87
Mme	FOULON	Catherine	Chimie analytique	85
M.	GARÇON	Guillaume	Toxicologie et Santé publique	86
M.	GOOSSENS	Jean-François	Chimie analytique	85
M.	HENNEBELLE	Thierry	Pharmacognosie	86
M.	LEBEGUE	Nicolas	Chimie thérapeutique	86
M.	LEMDANI	Mohamed	Biomathématiques	26
Mme	LESTAVEL	Sophie	Biologie cellulaire	87
Mme	LESTRELIN	Réjane	Biologie cellulaire	87
Mme	LIPKA	Emmanuelle	Chimie analytique	85
Mme	MELNYK	Patricia	Chimie physique	85
M.	MILLET	Régis	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	MOREAU	Pierre-Arthur	Sciences végétales et fongiques	87
Mme	MUHR-TAILLEUX	Anne	Biochimie	87
Mme	PERROY	Anne-Catherine	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	RIVIÈRE	Céline	Pharmacognosie	86
Mme	ROMOND	Marie-Bénédicte	Bactériologie - Virologie	87
Mme	SAHPAZ	Sevser	Pharmacognosie	86
M.	SERGHERAERT	Éric	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	SIEPMANN	Juergen	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	SIEPMANN	Florence	Pharmacotechnie industrielle	85
M.	WILLAND	Nicolas	Chimie organique	86

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
Mme	CUVELIER	Élodie	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	81
Mme	DANEL	Cécile	Chimie analytique	85
Mme	DEMARET	Julie	Immunologie	82
Mme	GARAT	Anne	Toxicologie et Santé publique	81
Mme	GENAY	Stéphanie	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
Mme	GILLIOT	Sixtine	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
M.	GRZYCH	Guillaume	Biochimie	82
Mme	HENRY	Héloïse	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
M.	LANNOY	Damien	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	80
Mme	MASSE	Morgane	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	81
Mme	ODOU	Marie-Françoise	Bactériologie - Virologie	82

Maîtres de Conférences des Universités (MCU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	ANTHÉRIEU	Sébastien	Toxicologie et Santé publique	86
M.	BANTUBUNGI-BLUM	Kadiombo	Biologie cellulaire	87
M.	BERTHET	Jérôme	Biophysique - RMN	85
M	BEDART	Corentin	ICPAL	86
M.	BOCHU	Christophe	Biophysique - RMN	85
M.	BORDAGE	Simon	Pharmacognosie	86
M.	BOSC	Damien	Chimie thérapeutique	86

Mme	BOU KARROUM	Nour	Chimie bioinorganique	
M.	BRIAND	Olivier	Biochimie	87
Mme	CARON-HOUDE	Sandrine	Biologie cellulaire	87
Mme	CARRIÉ	Hélène	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
Mme	CHABÉ	Magali	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	CHARTON	Julie	Chimie organique	86
M.	CHEVALIER	Dany	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	DEMANCHE	Christine	Parasitologie - Biologie animale	87
Mme	DEMARQUILLY	Catherine	Biomathématiques	85
M.	DHIFLI	Wajdi	Biomathématiques	27
M.	EL BAKALI	Jamal	Chimie thérapeutique	86
M.	FARCE	Amaury	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	FLIPO	Marion	Chimie organique	86
M.	FRULEUX	Alexandre	Sciences végétales et fongiques	
M.	FURMAN	Christophe	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	GERVOIS	Philippe	Biochimie	87
Mme	GOOSSENS	Laurence	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
Mme	GRAVE	Béatrice	Toxicologie et Santé publique	86
M.	HAMONIER	Julien	Biomathématiques	26
Mme	HAMOUDI-BEN YELLES	Chérifa-Mounira	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	HANNOTHIAUX	Marie-Hélène	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	HELLEBOID	Audrey	Physiologie	86
M.	HERMANN	Emmanuel	Immunologie	87
M.	KAMBIA KPAKPAGA	Nicolas	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	86
M.	KARROUT	Younes	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	LALLOYER	Fanny	Biochimie	87
Mme	LECOEUR	Marie	Chimie analytique	85

Mme	LEHMANN	Hélène	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	LELEU	Natascha	Institut de Chimie Pharmaceutique Albert Lespagnol	86
M.	LIBERELLE	Maxime	Biophysique - RMN	
Mme	LOINGEVILLE	Florence	Biomathématiques	26
Mme	MARTIN	Françoise	Physiologie	86
M.	MARTIN MENA	Anthony	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
M.	MENETREY	Quentin	Bactériologie - Virologie	87
M.	MORGENROTH	Thomas	Droit et Economie pharmaceutique	86
Mme	MUSCHERT	Susanne	Pharmacotechnie industrielle	85
Mme	NIKASINOVIC	Lydia	Toxicologie et Santé publique	86
Mme	PINÇON	Claire	Biomathématiques	85
M.	PIVA	Frank	Biochimie	85
Mme	PLATEL	Anne	Toxicologie et Santé publique	86
M.	POURCET	Benoît	Biochimie	87
M.	RAVAUX	Pierre	Biomathématiques / Innovations pédagogiques	85
Mme	RAVEZ	Séverine	Chimie thérapeutique	86
Mme	ROGEL	Anne	Immunologie	
M.	ROSA	Mickaël	Hématologie	87
M.	ROUMY	Vincent	Pharmacognosie	86
Mme	SEBTI	Yasmine	Biochimie	87
Mme	SINGER	Elisabeth	Bactériologie - Virologie	87
Mme	STANDAERT	Annie	Parasitologie - Biologie animale	87
M.	TAGZIRT	Madjid	Hématologie	87
M.	VILLEMAGNE	Baptiste	Chimie organique	86
M.	WELTI	Stéphane	Sciences végétales et fongiques	87
M.	YOUS	Saïd	Chimie thérapeutique	86
M.	ZITOUNI	Djamel	Biomathématiques	85

Professeurs certifiés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	FAUQUANT	Soline	Anglais
M.	HUGES	Dominique	Anglais
Mme	KUBIK	Laurence	Anglais
M.	OSTYN	Gaël	Anglais

Professeurs Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	BAILLY	Christian	ICPAL	86
M.	DAO PHAN	Haï Pascal	Chimie thérapeutique	86
M.	DHANANI	Alban	Droit et Economie pharmaceutique	86

Maîtres de Conférences Associés

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M	AYED	Elya	Pharmacie officinale	
M.	COUSEIN	Etienne	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
Mme	CUCCHI	Malgorzata	Biomathématiques	85
Mme	DANICOURT	Frédérique	Pharmacie officinale	
Mme	DUPIRE	Fanny	Pharmacie officinale	
M.	DUFOSSEZ	François	Biomathématiques	85
M.	FRIMAT	Bruno	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	85

Mme	GEILER	Isabelle	Pharmacie officinale	
M.	GILLOT	François	Droit et Economie pharmaceutique	86
M.	MITOUMBA	Fabrice	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	86
M.	PELLETIER	Franck	Droit et Economie pharmaceutique	86
M	POTHIER	Jean-Claude	Pharmacie officinale	
Mme	ROGNON	Carole	Pharmacie officinale	

Assistants Hospitalo-Universitaire (AHU)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	BOUDRY	Augustin	Biomathématiques	
Mme	DERAMOUDT	Laure	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
M.	GISH	Alexandr	Toxicologie et Santé publique	
Mme	NEGRIER	Laura	Chimie analytique	

Hospitalo-Universitaire (PHU)

	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
M.	DESVAGES	Maximilien	Hématologie	
Mme	LENSKI	Marie	Toxicologie et Santé publique	

Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherche (ATER)

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement	Section CNU
------	-----	--------	------------------------	-------------

Mme	BERNARD	Lucie	Physiologie	
Mme	BARBIER	Emeline	Toxicologie	
Mme	COMPAGNE	Nina	Chimie Organique	
Mme	COULON	Audrey	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique	
M.	DUFOSSEZ	Robin	Chimie physique	
Mme	FERRY	Lise	Biochimie	
M	HASYEOUI	Mohamed	Chimie Organique	
Mme	HENRY	Doriane	Biochimie	
Mme	KOUAGOU	Yolène	Sciences végétales et fongiques	
M	LAURENT	Arthur	Chimie-Physique	
M.	MACKIN MOHAMOUR	Synthia	Biopharmacie, Pharmacie galénique et hospitalière	
Mme	RAAB	Sadia	Physiologie	

Enseignant contractuel

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	DELOBEAU	Iris	Pharmacie officinale
M	RIVART	Simon	Pharmacie officinale
Mme	SERGEANT	Sophie	Pharmacie officinale
M.	ZANETTI	Sébastien	Biomathématiques

LRU / MAST

Civ.	Nom	Prénom	Service d'enseignement
Mme	FRAPPE	Jade	Pharmacie officinale
M	LATRON-FREMEAU	Pierre-Manuel	Pharmacie officinale
M.	MASCAUT	Daniel	Pharmacologie, Pharmacocinétique et Pharmacie clinique

UFR3S-Pharmacie

L'Université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses ; celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Remerciements

A ma directrice de thèse, Madame Florence Siepmann, je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude pour avoir accepté de m'encadrer lors de la rédaction de ma thèse. Merci pour votre bienveillance, vos conseils et le temps que vous m'avez accordé tout au long de l'élaboration de ce travail.

A Monsieur le Professeur Thierry Dine, je vous remercie pour l'intérêt porté à ce travail ainsi que pour la qualité de vos enseignements tout au long de mon parcours ; c'est un honneur de vous compter parmi les membres de ce jury.

A Madame Charlotte Guillain Houriez, merci de me faire l'honneur de faire partie de ce jury. Un grand merci aussi de m'avoir donné ma chance en tant qu'adjointe et de me permettre de m'épanouir dans ce métier ; c'est une réelle chance de travailler tous les jours à tes côtés.

A Monsieur Benoît Macquet, merci de m'avoir si bien accompagnée et soutenue tout au long de ces années d'études. Vous avez réellement été une source d'inspiration pour moi, et c'est en partie grâce à vous que je suis la pharmacienne que je suis aujourd'hui.

A mes parents, sans qui rien de tout ça n'aurait été possible. Merci du plus profond de mon cœur pour votre soutien indéfectible durant toutes ces années et depuis toujours. Merci de m'avoir toujours encouragée, de m'avoir changé les idées et redonné le sourire dans les moments de doute. Merci pour la confiance que vous m'avez accordée. Et surtout, merci d'avoir toujours cru en moi ; si j'en suis là aujourd'hui c'est grâce à vous.

A mes frères et sœurs, Lucie, Victor, Sophie et Morgan, et à Marie, merci d'avoir toujours été là pour moi, de près ou de loin, et de continuer à m'écouter raconter mes anecdotes de travail. Votre soutien m'a beaucoup aidée durant toutes ces années. Mention spéciale à Marie et Lucie, qui, du haut de nos six et dix ans, auront été mes premières patientes.

A mes copines de longue date ou rencontrées en première année, **Eloïse, Noémie, Lucie, Clara, Alice,** merci d'avoir été l'une des clés de la réussite de ce concours et

merci pour tous les moments partagés depuis, des journées entières à la BU jusqu'aux apéros, restos, et surtout nos moments de danse endiablés. Je suis fière de vous voir toutes évoluer et devenir de magnifiques médecins, pharmacienne, kiné et sage-femme. On forme une sacrée team.

A mes amis rencontrés sur les bancs de la fac, **Clotilde, Cheyma, Maxime, Lucie et Nathan, Aymeric, Laura**, merci pour tous ces souvenirs partagés, merci pour les sessions révisions, mais surtout pour les voyages et les nombreuses soirées, que de souvenirs partagés ensemble. Vous avez égayé ces années et rien n'aurait été pareil sans vous. Je vous remercie d'être vous et je vous souhaite tout le meilleur pour la suite.

A toute l'équipe de la pharmacie du Mont Soleil, Benoît, Jeremy, Marion et Sophie, merci de m'avoir donné l'envie de faire ce beau métier, merci pour tous ces stages et d'avoir fait la pharmacienne que je suis aujourd'hui.

A toute l'équipe de la pharmacie de la Mitterie, Laura, Delphine, Grégoire et Sophie, merci pour ce stage de sixième année, c'était un réel plaisir d'apprendre à vos côtés.

A mes collègues de la pharmacie de l'Eurotéléport, Rowan, Laura, Léa, Sarah et Corentin, merci pour votre bonne humeur au quotidien, c'est un réel moteur pour moi, j'adore travailler à vos côtés.

A Valentin, merci pour tout. Merci de m'avoir épaulée, depuis le tout premier jour de ces études et jusqu'au dernier, de m'avoir soutenue et d'avoir toujours su trouver les mots pour me motiver et me surpasser. Merci pour ta patience tout au long de ces années ; ça a été long mais ça y est, on y est arrivé. Merci de m'accompagner au quotidien depuis presque douze ans maintenant. Je te remercie du plus profond de mon cœur pour l'amour que tu m'apportes au quotidien ; si j'en suis là, c'est aussi grâce à toi. Je vous souhaite le meilleur et j'ai hâte de voir ce que l'avenir nous réserve.

Table des matières

Liste des Figures	19
Liste des Tableaux	20
Introduction	21
Partie 1 : Description de la pathologie	22
I) Epidémiologie	22
II) Physiopathologie de l'asthme	22
1. Hyperréactivité bronchique	23
2. Inflammation bronchique	23
3. Remodelage bronchique	23
III) Clinique et diagnostic	24
1. Manifestations cliniques	24
2. Causes et facteurs déclenchants	25
3. Diagnostic	26
4. Prise en charge	28
4.1. Règles hygiéno-diététiques	28
4.2. Principe du traitement médicamenteux	28
4.3. Classes pharmacologiques et mécanismes d'action	30
Partie 2 : Les différents dispositifs inhalés utilisés dans la prise en charge de l'asthme	38
I) Généralités sur la voie inhalée	38
II) Description des différents dispositifs inhalés présents sur le marché	39
1. Inhalateurs à gaz propulseur	39
1.1 Aérosol doseur pressurisé	39
1.2 Aérosol doseur pressurisé auto-déclenché	46
2. Inhalateurs de poudre sèche	48
2.1 Description générale	48
2.2 Avantages et inconvénients généraux	49
2.3 Inhalateur de poudre sèche unidose : Aerolizer®, Breezhaler®, Handihaler®	50
2.4 Inhalateurs de poudre sèches multidoses	54
2.4.1. Diskus®	55
2.4.2. Cas particulier : Forspiro®	57

2.4.3. Ellipta®	58
2.4.4. Turbuhaler®	60
2.4.5. Cas particulier : Twisthaler®	63
2.4.6. Easyhaler®	64
2.4.7. Nexthaler®	66
2.4.8. Novolizer®	68
2.4.9. Spiromax®	70
3. Inhalateur de brume douce : Respimat®	72
4. L'inhalateur idéal	75
Partie 3 : le rôle du pharmacien d'officine dans la prise en charge du patient	
asthmatique	76
I) Rôle explicatif et éducatif	76
1. Signes d'une crise d'asthme	76
2. Distinction du traitement de crise et du traitement de fond	77
3. Bonne utilisation des dispositifs et conseils associés	77
4. Assurance d'une bonne observance	78
II) Rôle de référent du médicament	79
1. Identification d'un asthme mal géré	79
2. Contrôle des interactions médicamenteuses et automédication	80
3. Entretien pharmaceutique des patients sous corticoïdes inhalés	80
4. Education thérapeutique	81
III) Rôle de conseiller	82
1. Éviction des facteurs déclenchants	82
1.1. Acariens	82
1.2. Moisissures	83
1.3. Animaux domestiques	83
1.4. Pollen	83
1.5. Infections respiratoires	84
1.6. Allergie alimentaire	84
1.7. Facteurs psychologiques	84
1.8. Tabac	85
2. Situations particulières	86
2.1 Asthme et activité physique	86

2.2. Asthme et grossesse.....	86
2.3. Asthme et voyage	87
2.4. Asthme et RGO	87
2.5. Asthme et eczéma	88
Partie 4 : Perspectives d'évolution des dispositifs inhalés dans le traitement de l'asthme	89
I) Digitalisation des dispositifs inhalés.....	89
II) Transition écologique des inhalateurs.....	91
III) Les nanoparticules	92
Conclusion.....	94
Bibliographie.....	95

Liste des Figures

Figure 1 : Représentation d'une bronche saine et d'une bronche asthmatique	24
Figure 2 : Aérosol doseur pressurisé	40
Figure 3 : chambre d'inhalation	44
Figure 4 : Aérosol doseur pressurisé auto-déclenché.....	46
Figure 5 : Aerolizer®.....	51
Figure 6 : Breezhaler®	51
Figure 7 : Handihaler®	52
Figure 8 : Capteur Propeller	53
Figure 9 : Diskus®	55
Figure 10 : Forspiro®.....	57
Figure 11 : Ellipta®	58
Figure 12 : Turbuhaler®.....	60
Figure 13 : Twisthaler®.....	63
Figure 14 : Easyhaler®.....	64
Figure 15 : Nexthaler®	66
Figure 16 : Novolizer®.....	68
Figure 17 : Spiromax®.....	70
Figure 18 : Respimat®.....	72

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Description des différents stades d'asthme	27
Tableau 2 : Description des traitements de crise et de fond selon le stade de l'asthme	29
Tableau 3 : Spécialités sur le marché contenant un $\beta 2$ mimétique	30
Tableau 4 : Spécialités sur le marché contenant un corticoïde	34
Tableau 5 : Spécialités sur le marché contenant un anticholinergique	36

Introduction

L'asthme est une maladie inflammatoire chronique et fréquente des voies aériennes, responsable d'une grande variabilité de symptômes pouvant plus ou moins altérer la qualité de vie des personnes atteintes. Selon l'OMS, l'asthme touche plus de 363 millions de personnes dans le monde, ce qui fait de l'asthme un enjeu de santé publique majeur. Une journée consacrée à cette maladie a même été mise en place, tous les premiers mardis du mois de mai, afin de sensibiliser le public sur cette maladie qui touche donc un grand nombre de personnes.

Le traitement de l'asthme repose principalement sur l'utilisation de dispositifs inhalés permettant de délivrer les principes actifs directement au niveau respiratoire et ainsi, de limiter les effets indésirables systémiques. Néanmoins, la bonne maîtrise de ces dispositifs est indispensable pour la meilleure prise en charge possible des patients. Le pharmacien d'officine aura un rôle central dans l'éducation thérapeutique des patients asthmatiques. En effet, c'est un des acteurs de santé les plus facilement consultables pour les patients, il est disponible sans rendez-vous et sur de larges plages horaires et il est le professionnel de santé référent en termes de médicament. Son rôle dépasse la simple dispensation du traitement, il inclut l'explication et la vérification de la bonne utilisation des dispositifs inhalés, le contrôle de l'adhésion thérapeutique des patients ainsi que la sensibilisation aux mesures hygiéno-diététiques à adopter. L'implication du pharmacien d'officine améliore l'efficacité du traitement et permet donc une diminution des complications et hospitalisations, et une meilleure autonomie des patients.

Dans cette thèse, nous allons donc nous intéresser au rôle du pharmacien dans la prise en charge globale du patient asthmatique traité par dispositifs inhalés. Cette thèse mettra en lumière dans un premier temps la pathologie de l'asthme, comment la définir et la diagnostiquer, puis dans un deuxième temps les différents dispositifs existants sur le marché avec une description de leur utilisation ainsi que les avantages et inconvénients de chacun, enfin, nous aborderons le rôle du pharmacien d'officine au cœur de la prise en charge de cette pathologie. Une dernière partie se consacrera aux nouveautés et perspectives d'avenir des dispositifs inhalés.

Partie 1 : Description de la pathologie

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, « l'asthme est une maladie pulmonaire chronique qui touche les personnes de tout âge. Elle est causée par une inflammation et un resserrement des muscles autour des voies respiratoires, ce qui rend la respiration plus difficile. Les symptômes peuvent inclure la toux, la respiration sifflante, l'essoufflement et une sensation d'oppression dans la poitrine. Ces symptômes peuvent être légers ou graves et apparaître et disparaître au fil du temps. » (1)

I) Epidémiologie

En France, on estime à 4 millions le nombre de personnes souffrant d'asthme ce qui représente 6 % de la population française. On estime que 10 à 12 % de la population a, a eu ou aura de l'asthme au cours de la vie. (2) (3)

C'est la maladie chronique la plus fréquente chez l'enfant, avec au moins 10 % des enfants scolarisés atteints. Le nombre de passage d'enfants aux urgences pour crise d'asthme augmente en septembre notamment à cause de la circulation de virus fréquents en collectivité et favorisant la survenue de crise. (4)

L'asthme est responsable chaque année de 60 000 hospitalisations et entre 850 et 1000 décès par an en France, principalement parmi les adultes de plus de 55 ans. (2)

Selon l'OMS, dans la population mondiale, on estime à 363 millions le nombre de personnes souffrantes d'asthme, et cette maladie représenterait 442 000 décès par an dans le monde. (1)

II) Physiopathologie de l'asthme

L'asthme est une maladie inflammatoire chronique qui se manifeste à travers trois mécanismes principaux : l'hyperréactivité bronchique, l'inflammation et le remodelage

des voies respiratoires. La compréhension de ces processus est essentielle pour appréhender la pathogénie de la maladie et guider sa prise en charge thérapeutique. (5) (6)

1. Hyperréactivité bronchique

L'hyperréactivité bronchique désigne une réponse exagérée des voies respiratoires à divers stimuli physiques, chimiques ou pharmacologiques. Elle peut être spécifique (en réponse à un allergène particulier, ce qui qualifie l'asthme allergique) ou non spécifique. (5)

Les bronchospasmes lors des crises d'asthme sont l'expression clinique de l'hyperréactivité des bronches.

2. Inflammation bronchique

L'inflammation des bronches est marquée par l'infiltration de la paroi bronchique par plusieurs types de cellules immunitaires : (5)

- Les mastocytes : localisés au sein du muscle lisse bronchique, leur dégranulation libère des médiateurs responsables du bronchospasme, de l'augmentation du tonus musculaire et de la sécrétion de mucus.
- Les lymphocytes T : favorisent la prolifération des cellules musculaires lisses, contribuant au remodelage des voies aériennes.
- Les polynucléaires éosinophiles : libèrent des substances (comme les prostaglandines et leucotriènes notamment) impliquées dans la contraction bronchique et l'hyperréactivité.

3. Remodelage bronchique

Le remodelage bronchique correspond à un processus de réparation chronique de l'inflammation, entraînant des modifications structurelles durables de l'architecture des voies respiratoires contribuant à l'installation d'une obstruction bronchique.

On observe un renouvellement cellulaire plus important au niveau de l'épithélium bronchique, ce qui rend le tissu bien plus épais, une hypertrophie des glandes séromuqueuses qui entraîne une hypersécrétion de mucus, et une augmentation de la masse du muscle lisse bronchique, ce qui favorise l'apparition de l'obstruction des bronches. (5)

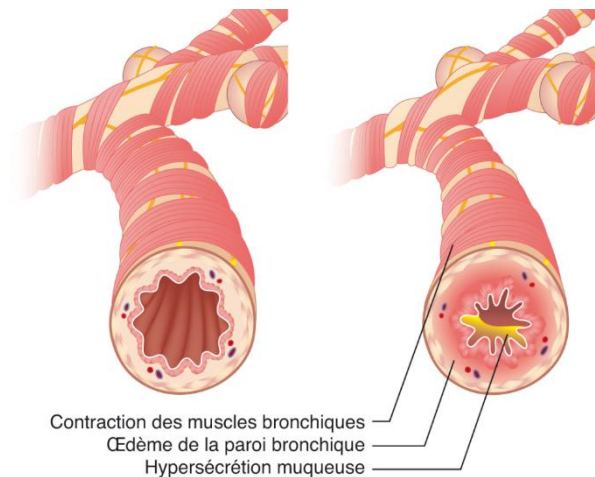


Figure 1 : Représentation d'une bronche saine et d'une bronche asthmatique

(6)

III) Clinique et diagnostic

1. Manifestations cliniques

Les signes cliniques se manifestent lors de la crise d'asthme et le plus souvent par :
(5) (2) (1)

- une dyspnée, souvent brutale et expiratoire
- un sifflement respiratoire traduisant un rétrécissement des voies aériennes
- une toux sèche, quinteuse
- la sensation d'oppression thoracique liée à la contraction des muscles respiratoires.

Entre les crises, l'asthme peut être totalement silencieux et la respiration normale.

2. Causes et facteurs déclenchants

L'étiologie de l'asthme reste inconnue, mais il est établi qu'il s'agit d'une maladie multifactorielle. De nombreux facteurs différents peuvent être associés à un risque accru d'asthme, comme par exemple : la présence d'asthme chez des membres proches de la famille (parents ou frères et sœurs), la concomitance avec des pathologies allergiques comme l'eczéma ou la rhinite allergique, l'urbanisation et la pollution atmosphérique, une prématurité ou un faible poids à la naissance, une exposition à la fumée de tabac dès le plus jeune âge, la survenue d'infection respiratoire pendant l'enfance (notamment la bronchiolite), (1) et une composante génétique. (3)

Les facteurs déclencheurs de crise sont variés et différents selon les individus : (3) (2)

- Des allergènes intérieurs comme les acariens, moisissures, animaux domestiques, et extérieurs comme le pollen ou la pollution atmosphérique
- Le tabagisme passif ou actif
- Les infections bronchopulmonaires
- L'air froid, l'humidité
- Le stress, l'anxiété
- La pratique d'exercice physique intense
- Le reflux gastro-œsophagien
- Certains médicaments : AINS, bêta-bloquant, salicylés
- La prédisposition génétique

Le rôle du pharmacien d'officine sera de fournir les clés aux patients asthmatiques pour identifier les facteurs déclenchants, les contrôler et les éviter.

3. Diagnostic

Le diagnostic de l'asthme repose principalement sur l'anamnèse et l'état clinique du patient : la description des symptômes (toux, sifflement, dyspnée, oppression thoracique) ainsi que leurs circonstances d'apparition, leur ancienneté et leur fréquence. La présence d'antécédents personnels ou familiaux d'allergie constitue également un critère de diagnostic.

Pour préciser le diagnostic des tests pulmonaires peuvent être réalisés afin de mesurer la capacité respiratoire : les Épreuves Fonctionnelles Respiratoires ou EFR. Elles mesurent le niveau d'obstruction des bronches grâce à un spiromètre et permettent de calculer : (5)

- Le « volume courant » (VC) correspondant au volume d'air échangé avec l'extérieur pendant une respiration calme.
- Le « volume expiratoire maximum à la première seconde » (VEMS) correspondant au volume maximal d'air rejeté en une seconde après une inspiration maximale.
- La « capacité vitale forcée » (CVF) correspondant au volume d'air expiré de manière forcée après une inspiration maximale.
- Ils sont utilisés pour calculer le rapport de Tiffeneau : $VEMS/CVF \times 100$.

Ce rapport, exprimé en pourcentage, permet de caractériser l'obstruction bronchique. Si le rapport de Tiffeneau est inférieur à 70 % on peut parler d'obstruction bronchique.

- Le « débit expiratoire de pointe » (DEP) reflétant aussi le degré d'obstruction des bronches en exprimant la vitesse maximale à laquelle l'air est expulsé lors d'une expiration forcée après une inspiration maximale. Il se situe entre 400 et 550 L/min chez les femmes et 500 et 650 L/min pour les hommes.

Ces valeurs s'ajoutent aux critères cliniques qui permettent aux médecins de diagnostiquer une maladie asthmatique.

Des tests sanguins peuvent aussi être réalisés en mesurant le taux d'oxygène et de gaz carbonique dans le sang.

Des examens anatomiques comme une radiographie des poumons peuvent aussi être associés.

Le diagnostic permet de différencier 4 stades l'asthme décrit dans ce tableau : (7)

Tableau 1 : Description des différents stades d'asthme

Stades	Stade 1 = asthme intermittent	Stade 2 = asthme persistant léger	Stade 3 = asthme persistant modéré	Stade 4 = asthme persistant sévère
Fréquence des crises	Moins d'une crise par semaine	Plusieurs crises par semaine mais pas plusieurs par jour	Minimum d'un symptôme par jour et/ou réveils nocturnes fréquents	Symptômes fréquents voire permanents
Symptômes	Pas de symptômes entre les crises	Activité physique et sommeil pouvant être perturbés	Qualité de vie altérée et utilisation quotidienne de bronchodilatateurs d'action rapide	Qualité de vie altérée et activités physiques limitées
Fonctions respiratoires	Fonction respiratoire non affectée	DEP normal	DEP évolue entre 60 et 80 % de la valeur idéale	EFR anormales et le DEP varie de façon importante dans la journée

4. Prise en charge

La prise en charge de l'asthme a pour but de soulager les symptômes, prévenir les crises et les exacerbations, prévenir les complications telles que l'asthme aigu grave, améliorer la qualité de vie et permettre aux patients d'avoir une vie normale.

4.1. Règles hygiéno-diététiques

La première étape après le diagnostic ne sera pas forcément d'instaurer directement un traitement médicamenteux, mais d'inciter les patients à respecter certaines règles hygiéno-diététiques afin d'essayer de contrôler l'asthme débutant et d'éviter son développement. Parmi les conseils principaux, on retrouve : (8)

- Un sevrage tabagique complet
- Une activité physique adaptée à la capacité respiratoire (contre-indication absolue pour la plongée sous-marine avec bouteille)
- L'éviction des allergènes (acariens, pollen...)
- La prévention des infections respiratoires (gestes barrières, vaccinations...)
- Un suivi médical régulier avec le spécialiste et le médecin généraliste

4.2. Principe du traitement médicamenteux

Par la suite, si les règles hygiéno-diététiques ne suffisent pas ou que l'asthme est déjà trop avancé, un traitement médicamenteux est mis en place. En fonction du stade de la maladie, le médecin choisi de n'instaurer qu'un traitement de crise ou, si la maladie est plus avancée, d'y associer un traitement de fond. (9)

Le traitement de crise ne sera utilisé qu'en cas de besoin, c'est-à-dire en cas de bronchoconstriction soudaine et d'apparition d'une gêne respiratoire, quinte de toux et/ou oppression thoracique. Il repose sur l'inhalation d'un traitement d'action rapide qui dilate les bronches pour rétablir un courant d'air normal dans les voies respiratoires. La classe pharmacologique utilisée est la classe des bêta-2-mimétiques d'action rapide (quelques minutes) dont par exemple le plus utilisé, le Salbutamol (Ventoline® ou Airomir®), ou la Terbutaline. (9)

Le traitement de fond, lui, est préventif et non curatif, il doit être pris quotidiennement, malgré l'absence de symptômes apparents. Il agit sur l'hyperréactivité bronchique et l'inflammation des bronches. Les classes pharmacologiques utilisées sont : (9)

- Les Béta-2-mimétiques de longue durée d'action (Formotérol, Salmétérol, Indacatérol, Olodatérol)
- Les corticoïdes inhalés (Béclométasone, Fluticasone, Budésonide...)
- Les anticholinergiques (Ipratropium, Tiotropium, Glycopyrronium...)

Le traitement de fond peut aussi être per os comme les anti-leucotriènes (Montelukast) ou les corticoïdes oraux dans les formes les plus avancées, ou encore plus récemment par injection d'anticorps monoclonaux (exemple : Xolair® (Omalizumab)).

Dans cette thèse, l'accent sera porté sur les médicaments administrés par voie inhalée.

Le choix du traitement de fond se fait notamment en fonction du palier qu'a atteint la maladie. (9) (10)

Tableau 2 : Description des traitements de crise et de fond selon le stade de l'asthme

	Traitement de crise	Traitement de fond
Stade 1	β 2 mimétique à courte durée d'action	Pas de traitement de fond
Stade 2	β 2 mimétique à courte durée d'action	Corticoïde à faible dose
Stade 3	β 2 mimétique à courte durée d'action	Corticoïde à faible dose + β 2 mimétique à longue durée d'action
Stade 4	β 2 mimétique à courte durée d'action	Corticoïde à dose modérée ou forte + β 2 mimétique à longue durée d'action

Si l'association d'un corticoïde à dose modérée ou forte et d'un $\beta 2$ mimétique à longue durée d'action ne suffit pas, l'instauration d'une trithérapie avec un anticholinergique sera envisagée.

Le pharmacien d'officine aura un rôle majeur à jouer dans la gestion de l'asthme en procurant aux patients les meilleurs conseils possibles pour gérer sa maladie, autant sur la gestion de l'environnement que sur l'utilisation optimale de ses traitements inhalés.

4.3. Classes pharmacologiques et mécanismes d'action

4.3.1. *Béta-2-mimétiques*

Les $\beta 2$ mimétiques d'action rapide sont donc utilisés pour le traitement de crise, et ceux à durée d'action longue dans le traitement de fond.

Ils se fixent sur les récepteurs $\beta 2$ adrénergiques présents sur les cellules musculaires lisses des bronches. En stimulant ces récepteurs, cela induit la synthèse de l'AMP cyclique qui provoque la phosphorylation de la protéine-kinase A provoquant une relaxation des fibres musculaires lisses bronchiques s'opposant à la bronchoconstriction induite par l'asthme. (11)

Les molécules ont une faible spécificité pour les récepteurs bronchiques, mais l'utilisation de la voie inhalée permet ce mécanisme et le peu d'effets indésirables associés. (11)

Exemples de spécialités sur le marché (9) (11) (10) :

Tableau 3 : Spécialités sur le marché contenant un $\beta 2$ mimétique

Principe actif			Spécialité	Dispositif
Courte durée d'action				
Salbutamol			Ventoline®	Aérosol doseur pressurisé
			Airomir®	Autohaler
			Ventilastin®	Novolizer
Terbutaline			Bricanyl®	Turbuhaler
Longue durée d'action				
Formotérol	Seul		Asmelor®	Novolizer
			Foradil®	Aerolizer
			Formoair®	Aérosol doseur pressurisé
	Associé à un corticoïdes	+Budésonide	Duoresp®	Spiromax
			Forspiro®	
			Gibiter®	Easyhaler
			Symbicort®	Rapihaler et Turbuhaler
		+Fluticasone	Flutiform®	Aérosol doseur pressurisé

		+Béclométasone	Formodual®	Aérosol doseur pressurisé et Nexthaler
			Innovair®	Aérosol doseur pressurisé et Nexthaler
	Associé à un corticoïde et à un anticholinergique	+Béclométasone +Glycopyrronium	Trimbow®	Aérosol doseur pressurisé et Nexthaler
		+Budésonide +Glycopyrronium	Trixeo®	Aerosphere
Salmétérol	Seul		Serevent®	Aérosol doseur pressurisé ou Diskus
	Associé à un corticoïde	+Fluticasone	Seretide®	Aérosol doseur pressurisé ou Diskus
Indacatérol	Seul		Onbrez®	Breezhaler
	Associé à un corticoïde	+Mométasone	Aectura®	Breezhaler
	Associé à un corticoïde et à un anticholinergique	+Mométasone +Glycopyrronium	Enezair®	Breezhaler

	Associé à un anticholinergique	+Glycopyrronium	Ultibro®	Breezhaler
Olodatérol	Seul		Striverdi®	Respimat
	Associé à un anticholinergique	+Tiotropium	Spiolto®	Respimat
Vilantérol	Associé à un corticoïde	+Fluticasone	Revinty®	Ellipta
			Relvar®	Ellipta
	Associé à un corticoïde et un anticholinergique	+Fluticasone +Uméclidinium	Elebrato®	Ellipta
			Trelegy®	Ellipta
	Associé à un anticholinergique	+Uméclidinium	Anoro®	Ellipta
			Laventair®	Ellipta
Fénotérol	Associé à un anticholinergique	+Ipratropium	Bronchodual®	Aérosol doseur pressurisé

Les effets indésirables restent peu importants grâce à la voie d'administration, mais ces molécules peuvent tout de même provoquer dans certains cas de effets comme des tremblements des extrémités, une irritation de la gorge, une tachycardie, et un phénomène de tolérance peut être induit. (10)

4.3.2. Corticoïdes inhalés

Les corticoïdes inhalés sont utilisés dans le traitement de fond et agissent en réduisant l'inflammation bronchique présente dans l'asthme. Pour cela, ils se fixent au niveau des récepteurs aux glucocorticoïdes présents sur les bronches et ce complexe

augmente la production de protéines anti-inflammatoires et diminue la production de cytokines et médiateurs pro-inflammatoires (comme certaines interleukines, le TNF- α , certaines cytokines ou leucotriènes). (11)

Exemples de molécules corticoïdes utilisées par voie inhalée (11) (9) (10) :

Tableau 4 : Spécialités sur le marché contenant un corticoïde

Principe Actif			Spécialité	Dispositif
Béclométhasone	Seul		Beclojet®	Aérosol doseur pressurisé
			Beclospray®	Aérosol doseur pressurisé
			Becotide®	Aérosol doseur pressurisé
			Bemedrex	Easyhaler
			Ecobec®	Aérosol doseur pressurisé autodéclenché
			Qvar®	Aérosol doseur pressurisé et Autohaler
			Miflasone®	Aerolizer
	Associé à un β_2 mimétique	+Formotérol	Formodual®	Aérosol doseur pressurisé et Nexthaler
			Innovair®	Aérosol doseur pressurisé et Nexthaler

	Associé à un $\beta 2$ mimétique et un anticholinergique	+Formotérol Glycopyrronium	Trimbow®	Aérosol doseur pressurisé et Nexthaler
Budésonide	Seul		Novopulmon®	Novolizer
			Pulmicort®	Turbuhaler
	Associé à un $\beta 2$ mimétique	+Formotérol	Duoresp®	Spiromax
	Associé à un $\beta 2$ mimétique et un Anticholinergique	+Formotérol +Glycopyrronium	Trixeo®	Aerosphere
Ciclésone	Seul		Alvesco®	Aérosol doseur pressurisé
Fluticasone	Seul		Flixotide®	Aérosol doseur pressurisé et Diskus
	Associé à un $\beta 2$ mimétique	+Formotérol	Flutiform®	Aérosol doseur pressurisé
		+Salmétérol	Seretide®	Aérosol doseur pressurisé ou Diskus
		+Vilantérol	Revinty® Relvar®	Ellipta
	Associé à un $\beta 2$ mimétique et un anticholinergique	+Vilantérol +Uméclidinium	Elebrato® Trelegy®	Ellipta
Mométasone	Seul		Asmanex®	Twisthaler
	Associé à un $\beta 2$ mimétique	+Indacatérol	Aectura®	Breezhaler

Les corticoïdes inhalés peuvent provoquer des effets secondaires tels que des candidoses buccales, une dysphonie ou la voix rauque. (10)

Cette classe de principes actifs peut aussi être utilisée per os dans des cas d'asthme persistant ou en cas d'exacerbation sévère. Cette voie d'administration reste néanmoins moins utilisée grâce à l'utilisation de la voie inhalée ce qui permet d'éviter ses effets indésirables associés tels que l'hyperglycémie, l'hypertension artérielle, l'ostéoporose. (10)

Exemples de principes actifs utilisés par voie orale : *Bétaméthasone, Dexaméthasone, Méthylprednisolone, Prednisolone, Prednisone*

4.3.3. Anticholinergiques

Les anticholinergiques sont utilisés dans le traitement de fond de l'asthme. Ils vont venir se fixer sur les récepteurs muscariniques (M3 plus spécifiquement) se trouvant sur les fibres musculaires lisses bronchiques et contrer l'action de l'acétylcholine. Cela va induire une bronchodilatation (restant moindre par rapport à celle des β_2 mimétiques), une diminution de la sécrétion de mucus, une diminution de l'inflammation et va agir sur le remodelage des voies respiratoires. (11)

Exemple de molécules anticholinergique utilisées par voie inhalée (9) (11) (10) :

Tableau 5 : Spécialités sur le marché contenant un anticholinergique

Principe actif			Spécialité	Dispositif
Ipratropium	Seul		Atrovent®	Aérosol doseur pressurisé
	Associé à un β_2 mimétique	+Fénotérol	Bronchodual®	Aérosol doseur pressurisé

Tiotropium	Seul		Spiriva®	Respimat et Handihaler
	Associé à un $\beta 2$ mimétique		Spiolto®	Respimat
Glycopyrronium	Seul		Seebri®	Breezhaler
	Associé à $\beta 2$ mimétique	+Indacatérol	Ultibro®	Breezhaler
	Associé à un $\beta 2$ mimétique	+Indacatérol +Mometasone	Enezair®	Breezhaler
	et à un corticoïde	+Formotérol +Béclometasone	Trimbow®	Aérosol doseur pressurisé et Nexthaler
		+Formotérol +Budésonide	Trixeo®	Aerosphere
Uméclidinium	Seul		Incruse®	Ellipta
	Associé à un $\beta 2$ mimétique	+Vilantérol	Laventair®	Ellipta
			Anoro®	Ellipta
	Associé à un $\beta 2$ mimétique et un corticoïde	+Vilantérol +Fluticasone	Elebrato®	Ellipta
			Trelegly®	Ellipta

En ce qui concerne les effets indésirables de cette classe pharmacologique, ils sont moindres grâce à la voie d'administration, mais ils peuvent provoquer une sécheresse buccale. (10)

Partie 2 : Les différents dispositifs inhalés utilisés dans la prise en charge de l'asthme

I) Généralités sur la voie inhalée

La voie inhalée est la voie d'administration majoritairement utilisée dans la prise en charge de l'asthme, car celle-ci permet le dépôt des principes actifs directement sur les sites anatomiques atteints par la pathologie.

La taille des particules va être un des paramètres les plus importants à prendre en compte. En effet l'arbre respiratoire ayant un diamètre qui décroît progressivement, plus les particules seront grandes plus elles resteront en surface. La taille idéale des particules à inhaler est comprise entre 2 et 5 μm , car elles vont se déposer au niveau des bronches. Celles comprises entre 0,5 et 2 μm iront plus profondément, au niveau des poumons. En revanche, les particules de taille inférieure à 0,5 μm seront majoritairement exhalées. (12)

Différents modes de dépôt des particules existent : (13) (12)

- La sédimentation, c'est le mécanisme le plus fréquent, il repose sur la force gravitationnelle qui entraîne le dépôt des particules sur les bronches et les poumons.
- L'impaction par inertie concerne les plus grosses particules qui circulent avec de plus grandes vitesses et sont plus susceptibles de rentrer en contact avec les parois.
- Et enfin, les plus petites particules diffusent par mouvements browniens, donc des mouvements aléatoires entraînés par l'air qui provoquent un dépôt aléatoire des particules. C'est le phénomène le moins courant, car il concerne les particules de 0,5 voire 1 μm qui sont principalement exhalées.

Cette voie d'administration présente de nombreux avantages : elle permet une action plus ciblée, donc plus efficace, plus rapidement et permet donc une moindre apparition d'effets indésirables. En revanche, de nombreux facteurs peuvent altérer son efficacité comme par exemple l'âge, qui va avoir un impact non seulement sur la morphologie des voies aériennes, mais aussi sur l'autonomie du patient, un débit inspiratoire insuffisant, une quantité insuffisante de principe actif inhalé, une mauvaise observance par une mauvaise compréhension du principe des traitements de fond et de crise, mais aussi et surtout par une mauvaise compréhension de l'utilisation des différents dispositifs disponibles sur le marché, présentant chacun de nombreux avantages, mais aussi certains inconvénients (13). Une utilisation parfaite du dispositif sera indispensable pour la bonne prise en charge de l'asthme. Il conviendra au prescripteur de trouver le dispositif le plus adapté à chaque patient en fonction des classes pharmacologiques prescrites, et au pharmacien d'expliquer de la façon la plus claire possible la méthode d'utilisation du dispositif, et de vérifier à chaque délivrance la bonne compréhension du patient.

II) Description des différents dispositifs inhalés présents sur le marché

1. Inhalateurs à gaz propulseur

1.1 Aérosol doseur pressurisé

Les inhalateurs doseurs pressurisés sont les dispositifs les plus anciens et les plus largement utilisés. Ils peuvent être utilisés dans le traitement de fond et de crise de l'asthme.



(14)

Figure 2 : Aérosol doseur pressurisé

a) Description

Ce sont des dispositifs composés de plusieurs parties : (15)

- Un réservoir contenant le médicament
- Un système d'activation sous forme de bouton-poussoir
- Une valve doseuse
- Un orifice de sortie

Le principe actif se trouve en suspension ou en solution dans un gaz propulseur liquéfié sous pression. En appuyant sur le bouton-poussoir, cela fait brutalement baisser la pression dans le réservoir et provoque la projection de la préparation sous forme d'aérosol, à une dose bien définie grâce à la présence de la valve doseuse.

Les gaz utilisés étaient des chlorofluorocarbures (CFC) (dichlorodifluorométhane, trichlorofluorométhane et dichlorotétrafluoroéthane) mais sont remplacés progressivement par les hydrofluoroalcanes (HFA) (tétrafluoroéthane et heptafluoropropane) à cause de leurs propriétés néfastes pour l'environnement.

(15) (16)

b) Utilisation

Pour bien utiliser le dispositif, il convient de respecter ces différentes étapes : (17) (18) (19)

- Agiter l'inhalateur avant emploi
- Enlever le capuchon
- Vider les poumons en expirant le plus d'air possible
- Placer le dispositif à la bouche, le dispositif doit bien être mis à la verticale avec le bouton-poussoir vers le haut
- Actionner le bouton-poussoir et en même temps inspirer lentement et profondément
- Bloquer ensuite la respiration pendant cinq à dix secondes et replacer le capuchon

L'agitation avant usage est nécessaire pour permettre la dispersion du principe actif dans le gaz vecteur. C'était d'autant plus nécessaire lorsque le seul gaz utilisé était le CFC, car le principe actif était en suspension micronisé dans le gaz, maintenant avec le remplacement par le HFA les principes actifs sont sous forme de solution donc l'agitation n'est plus forcément nécessaire. Le CFC étant tout de même toujours utilisé dans certains dispositifs, il conviendra de toujours conseiller aux patients de secouer le dispositif afin d'éviter toute confusion. (20) (21)

c) Avantages

Ces dispositifs sont peu encombrants donc facilement transportables et discrets. Ils sont prêts à l'emploi donc utilisables rapidement en cas de crise. (20) (22)

La présence de gaz propulseur permet la perception par le patient de la réussite de la prise.

Ils procurent peu d'effets systémiques car ils ciblent les poumons, et sont affranchis d'un débit inspiratoire minimum. (16) (19)

Ils sont plutôt bon marché. (20) (22)

Une chambre d'inhalation peut être utilisée si le patient présente des difficultés pour l'utiliser. (20) (19)

d) Inconvénients

La plus grande difficulté rencontrée avec les aérosols doseurs pressurisés est la nécessité de la bonne coordination main-poumon, le patient doit être capable d'inspirer et en même temps d'appuyer sur le dispositif pour déclencher la dose. Cette manipulation n'est pas facile pour les enfants ou même les personnes âgées qui peuvent avoir des tremblements ou perdre en force musculaire avec l'âge. Dans ces cas, l'utilisation d'une chambre d'inhalation est presque toujours indispensable. (16) (20) (22) (23)

Ce type d'aérosol peut également favoriser un dépôt oro-pharyngé plus important en raison de la vitesse élevée du jet, empêchant les particules de suivre le flux respiratoire et entraînant leur impact au niveau buccal et pharyngé (ce mécanisme engendre les effets indésirables les plus courants à savoir la dysphonie, la voix rauque et les candidoses buccales). (20) (23)

Il faut absolument penser à agiter le dispositif avant d'inhaler pour réaliser la meilleure prise possible, une étape qui est indispensable, mais qui peut être oubliée par les patients, notamment s'ils doivent l'utiliser en cas d'urgence. (22)

Le plus souvent, ce type d'inhalateur ne présente pas de compteur de dose ce qui peut être contraignant dans le quotidien des patients (22). Certains dispositifs ont pallié à ce souci, c'est le cas de : Formodual®, Innovair®, Seretide®, Trimbow®, Trixeo Aerosphere® et Symbicort Rapihaler®. (24)

Malgré l'utilisation possible rapidement, certains dispositifs nécessitent une étape d'amorçage, c'est-à-dire déclencher : (24)

- Une bouffée en dehors du dispositif pour l'Alvesco® et le Formodual®
- Deux bouffées pour l'Atrovent®, le Bronchodual® et le Serevent®
- Quatre bouffées pour le Trixeo Aerosphere®
- Cinq bouffées pour le Flutiform®

- Autant de bouffées que nécessaire pour afficher 120 doses sur le compteur de dose (le nombre maximal de doses présentes dans les dispositifs) pour le Seretide® et le Trimbow®

Certains dispositifs ont des conditions particulières de conservation, c'est le cas Formoair® et du Trimbow® qui doivent être conservés entre 2 °C et 8 °C avant la première utilisation.

e) Exemples de médicaments

- Alvesco®
- Atrovent®
- Beclospray®
- Becotide®
- Bronchodual®
- Flixotide®
- Flutiform®
- Formoair®
- Formodual®
- Innovair®
- Qvar spray®
- Seretide®
- Serevent®
- Symbicort Rapihaler®
- Trimbow®
- Trixeo Aerosphere®
- Ventoline®

Cas particulier du Beclojet® : c'est un aérosol doseur pressurisé mais avec chambre d'inhalation intégrée. Cela permet de ne pas nécessiter de coordination main-poumon, ce qui le rend attractif pour les enfants ou les personnes âgées. En revanche, il présente certains défauts : il peut être perçu comme trop encombrant et une variabilité de la dose délivrée peut être observée dû à une perte dans la chambre d'inhalation.

(23)

f) *Chambre d'inhalation*



(25)

Figure 3 : chambre d'inhalation

La chambre d'inhalation est un dispositif transparent servant de réservoir et muni, d'un côté d'un adaptateur sur lequel se fixe un aérosol doseur, et de l'autre d'un emplacement pour mettre un masque ou un embout buccal. (8)

Son principal avantage est de pallier le manque de coordination main-inspiration.

Elle va aussi augmenter la distance parcourue par les particules jusqu'à la cavité buccale et donc diminuer leur vitesse d'entrée, cela entraîne une diminution du dépôt oro-pharyngé et donc des effets secondaires associés, ainsi qu'une augmentation de l'efficacité des principes actifs qui arriveront en plus grande quantité aux poumons. (23)

Son utilisation chez l'adulte se fait en plusieurs étapes : (19) (26) (27)

- Retirer le capuchon de l'aérosol doseur et le secouer

- Insérer l'embout buccal de l'aérosol doseur dans l'ouverture de la chambre d'inhalation
- Porter l'embout buccal dans la bouche ou placer le masque pour recouvrir le nez et la bouche
- Pulvériser une dose de spray dans la chambre puis inspirer profondément et lentement par la bouche
- Retenir sa respiration pendant cinq à dix secondes puis expirer
- Si le patient est dans l'incapacité de retenir sa respiration, il est possible de respirer normalement à travers la chambre d'inhalation pendant cinq cycles respiratoires. (23)
- Retirer la chambre du visage et respirer normalement

Il est recommandé de laisser un court délai entre la délivrance de l'aérosol et l'inspiration afin de maximiser le dépôt pulmonaire.

Si deux bouffées doivent être faites, il convient de ne pas les administrer en même temps, mais de bien répéter tout le processus en attendant deux minutes avant d'administrer la deuxième bouffée. (28)

L'entretien de la chambre d'inhalation est primordial pour son bon fonctionnement : il faut nettoyer toutes les pièces une fois par semaine en laissant tremper pendant une quinzaine de minutes dans de l'eau tiède et du liquide vaisselle et les laisser sécher à l'air libre, sans les essuyer avec un chiffon pour ne pas entraîner de phénomènes statiques qui pourraient empêcher les particules d'être inhalées lors de l'utilisation suivante. Le masque, lui, doit être nettoyé à l'eau après chaque utilisation. (19) (27) (28)

La chambre d'inhalation, bien qu'elle résolve le problème de la coordination main-inspiration présente tout de même quelques inconvénients comme sa taille qui peut être encombrante, ainsi que les phénomènes statiques qui peuvent nuire à l'efficacité du traitement. (23)

1.2 Aérosol doseur pressurisé auto-déclenché



(29)

Figure 4 : Aérosol doseur pressurisé auto-déclenché

a) Description

Les inhalateurs doseur auto-déclenchés sont basés sur le même principe que les aérosols pressurisés. Leur utilisation repose aussi sur la présence d'un gaz propulseur qui va projeter la dose de médicament sous la forme d'un aérosol. Ils pourraient être décrits comme une combinaison des sprays avec une chambre d'inhalation incluse dans le dispositif.

Ces dispositifs ont été créés pour pallier les difficultés rencontrées avec les sprays. En effet, ils sont formulés pour que la dose ne soit libérée que par l'inhalation du patient et non plus en actionnant avec la main le dispositif. (30)

b) Utilisation

Ces dispositifs dits « Autohaler » nécessitent d'être amorcés avant la première utilisation. Pour cela, il faut : (31)

- Agiter le flacon et retirer le capuchon
- Soulever le levier présent en haut du dispositif

- Pousser la languette se trouvant à la base du dispositif afin de libérer une bouffée
- Il faudra répéter ces étapes trois fois puis refermer le dispositif

Ces étapes doivent être réalisées avant la première utilisation et si le dispositif n'a pas été utilisé depuis deux semaines.

Ensuite, pour réaliser la bouffée, il faudra suivre ces différentes étapes : (31)

- Agiter le dispositif et retirer le capuchon
- Expirer profondément en dehors du dispositif
- Soulever le levier se trouvant en haut du dispositif
- Placer l'embout buccal à la bouche
- Inspirer lentement et profondément
- Un « clic » va retentir, il faudra veiller à continuer l'inspiration
- Retenir sa respiration environ cinq à dix secondes
- Rebaissier le levier et remettre en place le capuchon

c) *Avantages*

Bien qu'ils présentent les mêmes avantages en ce qui concerne leur petite taille et la présence du gaz propulseur qui permet aux patients de ressentir la dose, leur principal avantage est la non-nécessité de la coordination main-poumon en étant auto-déclenchés par l'inspiration. (32) (20)

De plus, il n'y a pas besoin d'un flux inspiratoire important pour libérer l'aérosol, contrairement aux dispositifs à poudre sèche que nous étudierons par la suite, les patients avec une capacité respiratoire réduite pourront donc facilement utiliser ces dispositifs. Cette caractéristique permet aussi de diminuer l'impact des molécules sur les voies respiratoires supérieures et donc la perte de particules n'allant pas jusqu'aux poumons. (32)

Le bruit « clic » entendu lors de la dose, même s'il ne signifie pas d'arrêter l'inspiration, permet aux patients de savoir que la dose a bien été délivrée. (31)

d) Inconvénients

Cet inhalateur présente tout de même quelques points faibles comme la nécessité d'amorçage à la première utilisation qui peut être oubliée par le patient. (32)

L'absence de compteur de dose est aussi un point négatif à noter.

L'un des points négatifs le plus important est la limite de gamme disponible sur le marché avec ce mécanisme d'action. En effet, seulement deux spécialités sont disponibles sous la forme d'aérosol auto-enclenché : Airomir® et Qvar Autohaler®. (32)

2. Inhalateurs de poudre sèche

2.1 Description générale

Un inhalateur de poudre sèche est un dispositif qui permet la délivrance du principe actif sous forme de particules solides micronisées, grâce au débit inspiratoire du patient, il n'a donc pas recours à un gaz propulseur contrairement aux aérosols doseurs pressurisés. (33)

Il est principalement utilisé dans le traitement de fond de l'asthme. En effet, ils ne sont pas destinés pour la crise sévère, car ils nécessitent un débit inspiratoire important pour délivrer correctement la dose.

Il en existe deux formes : (33)

- Soit l'inhalateur est dit « unidose » car il doit être chargé avec des unités de prise, comme des gélules.
- Soit il est dit « multidose » car il comporte un système à réservoir de poudre qui délivre des doses unitaires grâce à un mécanisme doseur.

Ces dispositifs se composent de plusieurs parties : (33)

- Une pièce buccale avec un orifice d'entrée de l'air
- Une chambre d'inhalation : qui sera différente si c'est un inhalateur unidose ou multidose
- Une grille par laquelle la formulation passe permettant la désagglomération de celle-ci
- Un tube reliant la pièce buccale et la grille

La taille de l'orifice d'entrée est déterminante, car plus sa taille est réduite, plus l'entrée d'air se fera rapidement et permettra plus de turbulences, ce qui favorisera la désagglomération de la poudre et sa mise en suspension et donc une meilleure inhalation de la dose. Cependant, si sa taille est très réduite, cela peut freiner le passage de l'air et augmenter les résistances à l'inspiration, le patient devra alors fournir un effort inspiratoire plus important.

La taille du tube qui relie la grille et la pièce buccale est importante aussi, car plus ce tube est long, plus cela diminue le dépôt oro-pharyngé, et donc les effets indésirables associés (la dysphonie, la voix rauque, les candidoses buccales). En revanche, cela peut aussi entraîner une augmentation de la rétention des particules dans le dispositif et donc une diminution de la dose inhalée par le patient.

L'utilisation d'un désagrégant comme le lactose peut être envisagée afin qu'il joue un rôle de transporteur pour les particules micronisées de principe actif qui sont difficilement aérosolisables. (33)

2.2 Avantages et inconvénients généraux

Le principal avantage de ces inhalateurs de poudre sèche et la non-nécessité de la coordination main-poumon. Cela permet aux patients en difficultés (personnes âgées, enfants n'utilisant plus de chambre d'inhalation) de pouvoir utiliser plus facilement leur dispositif et de mieux contrôler leur asthme. (33) (23) (34)

L'absence de gaz propulseur est aussi un avantage, car cela entraîne un dépôt oro-pharyngé beaucoup plus faible et donc moins d'effets secondaires associés. (34)

Pour les dispositifs multidoses, il y a un compteur de dose, ce qui est vraiment positif pour le patient qui peut plus aisément contrôler son traitement et ses renouvellements d'ordonnances. (23) (34)

En revanche, ces dispositifs possèdent quelques inconvénients comme la nécessité d'avoir un débit inspiratoire suffisant à cause de l'absence de gaz propulseur, qui peut être une réelle difficulté chez les personnes plus âgées. (33) (23) (34)

De plus, l'absence de gaz propulseur entraîne peu de ressentis de la dose ; mais le compteur de dose, ou l'aspect de la gélule si c'est un dispositif unidose peuvent être des indicateurs d'une dose prise correctement, même s'ils ne sont pas toujours des marqueurs fiables. (34)

Les personnes plus âgées peuvent aussi rencontrer des difficultés pour manipuler ces dispositifs qui nécessitent parfois des étapes d'armement (notamment pour les dispositifs unidoses qui nécessitent la manipulation de gélules). (23)

Ils ne sont pas adaptables à une chambre d'inhalation, c'est un point négatif à nouveau pour les personnes âgées, mais aussi pour les enfants pour lesquels la chambre d'inhalation peut parfois être indispensable.

Enfin, ce sont des dispositifs qui coûtent plus cher que les aérosols doseurs et qui sont sensibles à l'humidité du fait des propriétés hygroscopiques de la poudre. (33) (23) (34)

2.3 Inhalateur de poudre sèche unidose : Aerolizer®, Breezhaler®, Handihaler®

Ces trois types d'inhalateurs sont donc des dispositifs à armer d'une gélule avant chaque utilisation. Il conviendra de sortir les gélules du blister seulement au moment de la prise de la dose.

Les dispositifs sont formulés pour perforer la gélule, à l'aide des boutons-poussoir, afin de pouvoir libérer la poudre à inhaler. (34)

Ils nécessitent un débit inspiratoire conséquent afin de vider la gélule entièrement et de prendre correctement la dose. (34)



(14)

Figure 5 : Aerolizer®



(14)

Figure 6 : Breezhaler®



(14)

Figure 7 : Handihaler®

a) Utilisation

Pour une utilisation optimale, il convient de respecter les étapes suivantes : (35) (36) (37) (38)

- Retirer le capuchon et ouvrir le logement de la gélule en inclinant l'embout buccal
- Sortir la gélule en retirant la pellicule protectrice du blister (il ne faut pas la pousser à travers l'aluminium)
- Placer la gélule dans le logement prévu
- Refermer l'embout buccal jusqu'au « clic »
- Appuyer sur les deux boutons-poussoirs latéraux pour percer la gélule, un « clic » retenti quand la gélule est percée
- Expirer profondément et placer l'embout buccal dans la bouche
- Inspirer rapidement et profondément
- Retenir sa respiration pendant cinq à dix secondes puis reprendre sa respiration normalement
- Ouvrir le dispositif et vérifier que la gélule est vide. S'il reste de la poudre, il faut recommencer toutes ces étapes sans repercer la gélule
- Sortir la gélule en la faisant basculer hors du logement puis refermer l'embout buccal et repositionner le capuchon

Pour le système Handihaler, il y a quelques différences : (38)

- Il n'y a qu'un seul bouton-poussoir pour percer la gélule
- La gélule est opaque, contrairement aux systèmes Aerolizer et Breezhaler pour lesquels elle est transparente, il faudra donc l'ouvrir pour vérifier qu'elle est bien vide
- Il faut toujours, comme pour les deux autres systèmes, ne percer la gélule qu'une fois, mais il faudra réaliser l'inspiration deux fois afin de vider en entier la gélule

b) Exemples de médicaments

(24)

- Aerolizer : Foradil®, Miflasone®
- Breezhaler : Atecura®, Enerzair®, Onbrez®, Seebri®, Ultibro®
- Handihaler : Spiriva®

Particularité de Enerzair Breezhaler : pour ce dispositif, il existe un capteur appelé PROPELLER qui fonctionne avec une application mobile du même nom. Il se fixe sur la base de l'inhalateur et permet d'enregistrer chaque utilisation et d'envoyer les données à l'application. L'application peut programmer des rappels de prise en faisant sonner le capteur. Elle enregistre aussi des analyses liées à l'utilisation de l'inhalateur pour les transmettre au médecin. (39)



(40)

Figure 8 : Capteur Propeller

c) Avantages

La coordination main-inspiration n'est pas nécessaire.

La forme gélule permet de pouvoir vérifier la prise correcte et entière de la dose.

Ces dispositifs font vibrer la gélule dans sa chambre lors de l'inspiration, ce qui provoque un bourdonnement qui permet aux patients de savoir que le débit inspiratoire employé est correct.

Un goût sucré peut aussi être ressenti avec les systèmes Breezhaler

d) Inconvénients

Ces dispositifs sont plus difficiles à transporter que les sprays doseurs et peuvent, selon le type de patient, être plus difficile à manier.

2.4 Inhalateurs de poudre sèches multidoses

Ces dispositifs sont donc composés d'un système réservoir de poudre, qui délivre la dose grâce à un mécanisme doseur intégré à l'inhalateur.

2.4.1. Diskus®



(14)

Figure 9 : Diskus®

a) Description

Le dispositif Diskus est un inhalateur à doses unitaires multiples. Il est composé d'une bande enroulée contenant des blisters scellés de poudre micronisée. (41)

L'amorçage du dispositif grâce au levier présent permet de percer le blister et d'exposer la dose prête à être inhalée. Elle sera déclenchée par l'inspiration du patient.

b) Utilisation

Pour utiliser le Diskus correctement, il convient de suivre ces différentes étapes :

- Pousser le capuchon pour ouvrir le dispositif jusqu'à entendre un « clic »
- Pousser le levier pour l'emmener en butée jusqu'à entendre à nouveau un « clic ». C'est cette étape qui amène la dose au niveau de l'embout buccal.
- Expirer en dehors du dispositif puis placer l'embout buccal à la bouche
- Inspirer lentement et profondément
- Retenir sa respiration pendant au moins cinq à dix secondes
- Refermer le dispositif en poussant le couvercle dans l'autre sens

c) Avantages

Le Diskus est un dispositif prêt à l'emploi. Étant un inhalateur de poudre sèche, il ne nécessite pas de coordination main-poumon. Il est facile d'utilisation. (34)

Les doses à administrer sont pré-mesurées et constantes grâce aux blisters unitaires. Les blisters permettent aussi une faible sensibilité de la poudre à l'humidité. (41)

La présence d'un compteur de dose est un atout pour permettre aux patients de savoir si le Diskus est presque vide. Les cinq dernières doses apparaissent en rouge. (34)

d) Inconvénients

La sensation de prise est peu palpable par le patient comme il n'y a pas de gaz propulseur.

Bien que la dose soit prédéterminée mécaniquement, l'efficacité de la délivrance reste conditionnée par la capacité inspiratoire du patient. (34)

La présence du levier permet certes d'éviter la coordination main-inspiration, mais il peut être source d'erreur pour des patients qui peuvent oublier de l'actionner et donc, ne pas avoir la dose requise.

e) Exemples de médicaments

- Flixotide®
- Seretide®
- Serevent®

2.4.2. Cas particulier : Forspiro®



(42)

Figure 10 : Forspiro®

a) Description

Le Forspiro est un inhalateur de poudre multidose dont le mécanisme ressemble au Diskus® puisque le principe actif est stocké dans une bandelette d'aluminium enroulée. (43) Il nécessite en revanche des étapes différentes pour être utilisé.

b) Utilisation

Avant la première utilisation, il faut préparer l'inhalateur : (44)

- Ouvrir le volet transparent sur le côté du dispositif
- Retirer la bandelette d'aluminium hachurée en la tirant contre les dents de la chambre latérale (ces bandelettes ne contiennent pas de médicaments, elles sont à jeter)
- Ouvrir le couvercle et ouvrir le levier blanc entièrement jusqu'au « clic », cela déplace une nouvelle dose et descend le compteur de dose
- Refermer le levier blanc jusqu'au « clic »

Puis pour réaliser l'inhalation, il convient de :

- Expirer en dehors du dispositif
- Placer l'embout buccal à la bouche en maintenant le dispositif à l'horizontale
- Inspirer profondément et fortement
- Retenir la respiration pendant au moins cinq secondes
- Refermer le couvercle

c) *Avantages*

Il ne nécessite pas de coordination main-poumons.

Il comporte un compteur de dose, qui devient rouge lorsqu'il ne reste que dix doses.

(44)

d) *Inconvénients*

Plusieurs étapes sont nécessaires pour préparer le dispositif, ce qui peut engendrer quelques difficultés pour certains patients.

2.4.3. Ellipta®



(14)

Figure 11 : Ellipta®

a) Description

Le système Ellipta est aussi un système d'inhalation multidose, mais composé d'unidoses pré mesurées contenues dans des bandelettes de blisters.

La différence avec le Diskus est qu'il est prêt à l'emploi, c'est l'ouverture du couvercle qui permet la délivrance de la dose prédéfinie dans le blister, il n'y a plus l'étape d'amorçage avec le levier, ce qui évite une source d'erreur potentielle. (45)

Il présente aussi une plus large gamme d'option de traitement que le Diskus, notamment des trithérapies, grâce au fait qu'il puisse contenir deux bandelettes séparées ce qui permet de combiner des médicaments stockés séparément jusqu'au moment de l'inhalation. (45)

b) Utilisation

Pour utiliser le dispositif Ellipta, il convient de suivre les étapes suivantes : (46)

- Faire glisser le couvercle jusqu'à entendre un « clic »
Le compteur de dose affiche une dose en moins
- Expirer en dehors du dispositif et placer l'embout buccal à la bouche sans obstruer la grille d'aération
- Inspirer lentement et profondément
- Retenir la respiration pendant au moins cinq secondes
- Refermer le dispositif

c) Avantages

Le dispositif Ellipta ne nécessite pas de coordination main-inspiration.

Il est petit, tient debout, est facile à transporter et facile d'utilisation, aucune étape n'est nécessaire hormis l'ouverture du couvercle. (45)

Il contient un compteur de dose, utile pour le suivi des patients. Il est plus grand que sur les autres dispositifs, et affiche une couleur rouge dès qu'il reste moins de dix doses. Si le dispositif est vide mais que le patient ouvre le couvercle, le compteur de dose affiche une vignette entièrement rouge. (46)

Si le patient ouvre le couvercle mais ne réalise pas l'inhalation, cela enclenche une dose, elle sera maintenue dans le dispositif mais ne sera plus disponible, le compteur de dose décomptera une dose. (46)

d) Inconvénients

L'inhalation ne provoque aucun goût et aucune sensation de prise n'est ressentie par le patient.

Il nécessite une capacité inspiratoire minimale pour pouvoir être utilisé de façon adéquate.

e) Exemples de médicaments

- Anoro®
- Elebrato®
- Incruse®
- Laventair®
- Relvar®
- Revinty®
- Trelegy®

2.4.4. Turbuhaler®



Figure 12 : Turbuhaler®

(14)

a) Description

Le Turbuhaler est un dispositif multidose composé d'un système réservoir contenant le principe actif sous forme de poudre micronisée. Lorsque le dispositif est actionné, la poudre charge par gravité une chambre volumétrique, la poudre est alors rendue disponible. Lorsque le patient inhale dans le dispositif, l'aérosolisation a lieu, les agrégats de poudre deviennent des particules respirables.

L'aérosolisation s'effectue donc suivant le flux inspiratoire du patient.

b) Utilisation

Pour utiliser le Turbuhaler correctement, il convient de l'amorcer avant la première utilisation, pour cela, il faut : (47)

- Dévisser le capuchon et maintenir le dispositif verticalement
- Tourner la molette en bas du dispositif dans un sens puis dans l'autre jusqu'à entendre un « clic »
- Il faut répéter cette étape une deuxième fois

Puis pour réaliser une dose avec un Turbuhaler, il faut :

- Dévisser le capuchon et maintenir le dispositif verticalement
- Tourner la molette en bas du dispositif dans un sens puis dans l'autre jusqu'à entendre un « clic », cela chargera une dose
- Expirer en dehors du dispositif
- Placer l'embout buccal dans la bouche et inspirer lentement et profondément
- Retenir la respiration pendant au moins cinq secondes
- Revisser le capuchon

c) Avantages

Le Turbuhaler ne nécessite pas de coordination main-poumon et est facile à utiliser.
(34)

Il possède un compteur de dose, et une marque rouge apparaît lorsqu'il reste une vingtaine de doses. (28)

Le fait de tourner la molette plusieurs fois n'enclenche qu'une dose prête à être inhalée, ce qui permet de ne pas surdoser le médicament si le patient l'actionne plusieurs fois. En revanche, cela fait tourner le compteur de dose. (47)

d) Inconvénients

Il faut amorcer le dispositif avant la première utilisation, étape qui peut être oubliée par le patient.

Il y a peu de sensation de prise de la dose, car il n'y a pas de gaz propulseur. (28)
(C'est d'autant plus le cas pour le Symbicort® qui ne contient pas de lactose comme excipient qui peut donner un goût sucré).

L'aérosolisation est dépendante du flux inspiratoire donc le patient doit tout de même avoir une capacité respiratoire minimale pour pouvoir prendre la dose correctement. (20)

e) Exemples de médicaments

- Bricanyl®
- Pulmicort®
- Symbicort®

2.4.5. Cas particulier : Twisthaler®



(14)

Figure 13 : Twisthaler®

a) Description

C'est un inhalateur de poudre sèche avec un réservoir multidose, basé sur le même principe que le Turbuhaler à la différence qu'il est prêt à l'emploi, l'étape d'amorçage n'est pas à réaliser. (28)

b) Utilisation

Pour l'utiliser, il convient de respecter ces étapes : (48)

- Avant de retirer le capuchon, il faut s'assurer que le compteur et le pointeur du capuchon soient alignés
- Dévisser le capuchon dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, cela décomptera une dose sur le compteur
- Expirer en dehors du dispositif et placer l'embout buccal à la bouche
- Inspirer lentement et profondément et retenir la respiration pendant au moins cinq secondes
- Repositionner le capuchon, de sorte que la flèche sur le capuchon soit alignée au compteur de dose. Il convient de garder le dispositif en position verticale. En refermant le dispositif cela charge la dose suivante.

c) Exemple de médicament

- Asmanex®

2.4.6. Easyhaler®



(14)

Figure 14 : Easyhaler®

a) Description

L'Easyhaler est aussi un inhalateur multidose avec un réservoir.

La préparation de la dose est réalisée par pression verticale grâce au bouton-poussoir.

(49)

La différence avec le Turbuhaler est que l'aérosolisation est dépendante du flux inspiratoire mais aussi du dispositif en lui-même, sa conception interne est faite pour générer des turbulences pendant l'inspiration afin d'optimiser l'aérosolisation. Cela le rend moins dépendant de la capacité respiratoire du patient.

b) Utilisation

Pour utiliser le dispositif Easyhaler, il convient de : (50)

- Retirer le capuchon
- Agiter le dispositif 3 à 5 fois
- Appuyer une fois sur le bouton-poussoir jusqu'à entendre un « clic »
- Expirer en dehors du dispositif puis placer l'embout buccal à la bouche
- Inspirer lentement et profondément
- Retenir la respiration au moins cinq secondes
- Repositionner le capuchon

c) Avantages

L'Easyhaler ne nécessite pas de coordination main-poumon et est prêt à l'emploi.

Il présente un compteur de dose, qui tourne toutes les cinq pressions. Il devient rouge quand il reste vingt doses dans le dispositif. (50)

Il a une forme similaire aux inhalateurs à gaz propulseur, ce qui peut être un avantage pour les patients ayant ce type de dispositif en traitement de crise par exemple.

Il est facile à transporter, et est peu impacté par l'humidité. (49)

Malgré sa dépendance au flux respiratoire du patient, il en est quand même moins dépendant que d'autres inhalateurs de poudre sèche comme le Turbuhaler.

d) Inconvénients

Il nécessite une agitation avant emploi, étape qui peut être oubliée. (50)

Il n'y a de sensation de prise pour le patient et le compteur de dose ne décomptant que toutes les cinq prises, le patient peut rencontrer des difficultés à suivre la bonne utilisation de son inhalateur.

e) Exemples de médicaments

- Bemedrex®
- Gibiter®

2.4.7. Nexthaler®



(14)

Figure 15 : Nexthaler®

a) Description

Le dispositif Nexthaler est aussi un inhalateur multidose à la différence qu'il n'est pas composé d'un réservoir de poudre comme les dispositifs cités précédemment, il possède des doses unitaires pré-dosées lors de sa fabrication et dont la libération est conditionnée par le débit inspiratoire du patient.

En effet, c'est un dispositif possédant un mécanisme appelé « breath-actuated », cela signifie que la dose n'est libérée que si un seuil de débit inspiratoire est atteint. (51)

b) Utilisation

Pour utiliser un dispositif Nexthaler, il convient de respecter les étapes suivantes : (52)

- Ouvrir entièrement le couvercle
- Expirer en dehors du dispositif et placer l'embout buccal à la bouche sans recouvrir la grille d'aération se trouvant au-dessus du dispositif
- Inspirer profondément et rapidement par la bouche
- Retenir la respiration pendant au moins cinq secondes
- Refermer le couvercle

c) Avantages

Il ne nécessite pas de coordination main-inspiration et est facile à manipuler. (34)

Il présente un compteur de dose, qui permet de suivre plus facilement son traitement. L'autre avantage majeur de ce compteur de dose : il ne se décrémente que si l'inhalation est réalisée correctement. Cela représente un marqueur fiable de la bonne prise de dose pour le patient. (51)

Un « clic » retenti quand l'inhalation est correctement réalisée, ce qui représente un autre bon moyen de suivi pour le patient. (52)

Un goût peut être perceptible après la prise avec ce type de dispositif.

d) Inconvénients

Le Nexthaler est formulé de sorte qu'il est nécessaire de pratiquer une inspiration profonde et rapide afin d'atteindre un débit inspiratoire minimal pour déclencher le mécanisme d'émission de la dose. Pour cette raison, il ne peut être envisagé qu'en traitement de fond et ne doit pas être prescrit chez les patients fortement atteints. (52) (53)

e) Exemples de médicaments

- Formodual®
- Innovair®
- Trimbow®

2.4.8. Novolizer®



(14)

Figure 16 : Novolizer®

a) Description

Le Novolizer est un dispositif multidose présenté avec un réservoir de poudre micronisée sous forme de cartouches rechargeables. Il doit donc être chargé avant la première utilisation. (54)

Comme pour le Nexthaler, le Novolizer ne libère la dose qu'après qu'un débit inspiratoire prédéfini soit atteint. Il présente aussi à l'embouchure un cyclone qui permet de soutenir l'aérosolisation de la poudre par l'inspiration du patient en augmentant la turbulence locale. (54)

b) Utilisation

Pour utiliser un dispositif Novolizer, il convient d'abord d'amorcer l'inhalateur. Pour cela, il faut : (55)

- Retirer le couvercle se trouvant en haut du dispositif
- Insérer la cartouche, en plaçant le compteur de dose face à l'embout buccal
- Refermer le couvercle

Une fois l'inhalateur amorcé, ces différentes étapes doivent être réalisées :

- Retirer le capuchon
- Appuyer sur le bouton jusqu'à entendre un « clic », la fenêtre de contrôle passe de rouge à verte

- Expirer en dehors du dispositif et placer l'embout buccal à la bouche
- Inspirer lentement et profondément
- Retenir la respiration au moins cinq secondes
- Replacer le capuchon

c) Avantages

Le dispositif est plutôt facile à utiliser et ne nécessite pas de coordination main-inspiration. (55)

Il présente un compteur de dose, qui décompte de 20 en 20 jusqu'à 60 doses puis de 10 en 10. (55)

Lors de l'activation de la dose, en appuyant sur le bouton, un « clic » survient et la fenêtre présente sous le compteur de doser passe de rouge à vert. (55)

Avec ce dispositif, le patient peut avoir un retour sonore, visuel et gustatif de la prise correcte de la dose : un « clic » retenti lorsque le débit inspiratoire nécessaire est atteint, la fenêtre retrouve sa couleur initiale et un goût sucré peut apparaître grâce à la présence de lactose. (54)

d) Inconvénients

Le chargement avec la cartouche peut être difficile chez certains patients, d'autant plus que le couvercle peut être difficile à enlever, il faut bien appuyer sur les boutons se trouvant de chaque côté et le faire coulisser. (55)

Malgré la présence du cyclone à l'embouchure et la faible résistance de ce dispositif, il dépend tout de même d'un débit respiratoire minimal. (54)

e) Exemples de médicaments

- Asmelor®
- Novopulmon®
- Ventilastin®

2.4.9. Spiromax®



(14)

Figure 17 : Spiromax®

a) Description

Le Spiromax est un dispositif à réservoir multidose prêt à l'emploi. L'ouverture du bouchon par le patient enclenche un système de pompe à air qui transfère le principe actif du réservoir au godet doseur. Ensuite, la partie cyclonique de l'inhalateur va séparer les particules fines de médicament des particules de lactose transporteur. (56)

b) Utilisation

Pour utiliser le Spiromax, il convient de respecter les étapes suivantes : (57)

- Ouvrir le capuchon jusqu'à entendre un clic
- Expirer en dehors du dispositif et placer l'embout buccal à la bouche, sans obstruer les orifices d'aération au-dessus de l'embout buccal
- Inspirer rapidement et profondément
- Retenir la respiration pendant au moins cinq secondes
- Refermer le capuchon

c) Avantages

Le Spiromax est facile d'utilisation et ne nécessite pas de coordination main-poumon.

Il possède un compteur de dose qui décompte les inhalations en nombres pairs, et qui devient rouge lorsqu'il reste moins de vingt doses. (57)

Si le capuchon est ouvert puis refermer, mais que la dose n'est pas prise, le compteur de dose va l'enregistrer mais il n'y aura toujours qu'une dose déclenchée, cela permet d'éviter un surdosage en cas d'erreur de la part du patient. (57)

La présence de lactose permet d'avoir un goût sucré après la prise, ce qui permet un deuxième contrôle de la prise par le patient. (57) (58)

d) Inconvénients

Le fait de devoir prendre une inspiration profonde et rapide peut être difficile selon les patients et le stade qu'a atteint leur pathologie.

e) Exemple de médicaments

- Duoresp®

3. Inhalateur de brume douce : Respimat®



(23)

Figure 18 : Respimat®

a) Description

Le système Respimat est un système relativement récent et fabriqué pour essayer de pallier les inconvénients rencontrés avec les autres formes de dispositifs. (23)

C'est un inhalateur de brumisat non prêt à l'emploi.

Il est composé d'une cartouche cylindrique qui stocke le principe actif sous forme de solution. Le médicament sera ensuite émis sous forme de brumisat au moyen d'un ressort comprimé interne au dispositif, cela rend l'émission du principe actif indépendant du débit inspiratoire du patient et indépendant d'un gaz propulseur. (23)

b) Utilisation

Avant la première utilisation, le dispositif doit d'abord être chargé : il faut enlever la base transparente et insérer la cartouche dans le dispositif. L'insertion de la cartouche peut être difficile, il est possible d'appuyer sur une surface dure afin d'être certain qu'elle soit bien installée puis remettre la base transparente.

Ensuite, il faut amorcer le dispositif : (59)

- Tourner la base transparente en suivant les flèches noires dessinées sur le dispositif en maintenant le capuchon fermé, jusqu'à entendre un « clic »
- Ouvrir le capuchon et diriger le dispositif vers le sol
- Appuyer sur le bouton pour actionner une dose
- Refermer le capuchon
- Recommencer toutes les étapes jusqu'à l'obtention d'un nuage bien visible
- Une fois le nuage visible, recommencer encore quatre à six fois toutes les étapes

À ce moment, le dispositif est prêt à l'emploi.

Pour réaliser une bouffée, il faut : (59)

- Tourner la base transparente en suivant les flèches noires jusqu'à entendre un « clic »
- Ouvrir le capuchon, expirer en dehors du dispositif et placer l'embout buccal à la bouche
- Inspirer lentement et profondément en appuyant sur le bouton
- Retenir la respiration pendant au moins cinq secondes
- Refermer le dispositif

L'inhalateur peut être utilisé avec six cartouches différentes, ensuite, il doit être changé.

Pour changer la cartouche, il faut enlever la base transparente et enlever la cartouche en tirant et tournant en même temps, tout cela avec le bouchon bien fermé.

Si le dispositif n'est pas utilisé pendant sept jours, il faudra réaliser une bouffée vers le sol.

S'il n'est pas utilisé pendant vingt-et-un jours, il faudra réaliser à nouveau toutes les étapes d'amorçage et lorsque le nuage est bien visible, continuer encore trois fois. (59)

Il faudra toujours prendre soin de ne pas tourner la base transparente avec le bouchon ouvert, cela pourrait entraîner la libération d'une dose dans l'air. (59)

c) Avantages

Le dispositif Respimat est un inhalateur de fines gouttelettes sous forme de brume ce qui permet donc un dépôt pulmonaire plus important et reproductible, et donc une meilleure efficacité de traitement et moins d'effets secondaires. (34)

Grâce au ressort interne, l'utilisation ne nécessite pas de gaz propulseur et ne demande pas un débit inspiratoire minimum au patient. (23) (34)

Il nécessite tout de même une coordination main-poumon, mais celle-ci est facilitée par l'émission lente des particules de principe actif (six à dix fois moins rapide qu'avec un aérosol doseur pressurisé). (23)

Il possède un compteur de dose qui permet au patient de suivre son traitement. Le compteur de dose devient jaune quand il ne reste que dix doses, et rouge lorsqu'il est vide. (59) Il possède aussi un système de blocage quand la dernière dose est émise pour que le patient ne puisse pas réessayer de prendre une dose si son inhalateur est vide. (34)

Le principe actif se présentant sous forme de solution, le dispositif n'est pas sensible à l'humidité ou aux variations de température. (23)

La forme brumisat permet aussi au patient de bien ressentir si la dose est prise correctement. (20)

d) Inconvénients

Ce dispositif possède beaucoup de points positifs, mais il peut tout de même paraître difficile d'utilisation pour certains patients avec ces nombreuses étapes de préparation

et d'amorçage à réaliser. Les cartouches nécessitent une certaine force pour être changées et ces étapes peuvent être chronophages et négligées par les patients.

e) Exemples de médicaments

- Spiolto®
- Spiriva®
- Striverdi®

4. L'inhalateur idéal

Pour avoir l'inhalateur idéal, il faudrait qu'il réunisse les avantages et points positifs de chacun des dispositifs déjà présents sur le marché :

- Ne pas nécessité de coordination main-poumon
- Ne pas dépendre du débit inspiratoire du patient
- Provoquer le moins possible de dépôts oro-pharyngés
- Engendrer un dépôt pulmonaire élevé et reproductif
- Provoquer pour le patient une sensation de prise : visuelle, sonore et/ou gustative
- Posséder un compteur de dose
- Posséder un système de verrouillage empêchant la prise d'une double dose
- Enclencher l'inhalation par l'inspiration

Il devrait aussi pouvoir être :

- Discret et facile à transporter
- Facile à manipuler pour les différentes tranches d'âges de patients
- Peu sensible à l'humidité et changements de température

Partie 3 : le rôle du pharmacien d'officine dans la prise en charge du patient asthmatique

Le pharmacien d'officine est un des professionnels de santé les plus accessibles pour la patientèle. L'accessibilité sans prise de rendez-vous, tout au long de la journée et presque tous les jours de la semaine, l'amène à jouer un rôle central dans la prise en charge des patients atteints de maladies chroniques, notamment des patients asthmatiques. La pénurie de médecins généralistes n'a fait que confirmer cette place maintenant centrale du pharmacien d'officine dans le système de soin. Là où avant, le patient prenait rendez-vous chez son généraliste lorsqu'il avait une question sur sa pathologie ou son traitement, il se dirige maintenant plutôt vers sa pharmacie pour chercher des réponses, plaçant le pharmacien d'officine comme acteur de confiance pour les patients.

Le pharmacien d'officine a donc pour devoir d'expliquer sa maladie au patient, ainsi que le principe de son traitement, comment le prendre et comment l'intégrer dans son quotidien, savoir repérer les situations à risque et savoir les gérer. Il joue aussi un rôle de suivi de bonne observance du traitement, notamment lors des renouvellements d'ordonnances, ainsi qu'un rôle préventif, en conseillant aux patients une hygiène de vie adaptée.

I) Rôle explicatif et éducatif

1. Signes d'une crise d'asthme

Le pharmacien peut expliquer de manière succincte au patient que l'asthme est une maladie se caractérisant par la survenue plus ou moins brutale de crises, se traduisant par différents symptômes comme : dyspnée, quintes de toux, sifflement et/ou une

sensation d'oppression thoracique. Il est important que le patient sache reconnaître les symptômes d'une crise et qu'il sache la gérer.

Lorsqu'une crise se fait sentir, le patient doit :

- Se mettre en position assise et bien droit
- Desserrer les vêtements s'ils sont serrés
- Prendre une à deux bouffées du traitement de crise
- Essayer de retrouver une respiration respirer calme, lente et profonde
- Éloigner le facteur déclenchant s'il est identifié dans l'environnement

Il faudra appeler le SAMU si la crise n'est pas soulagée au bout de dix minutes et après plusieurs prises de traitement de crise.

Le pharmacien devra rappeler au patient d'avoir toujours son inhalateur de crise avec lui pour palier à toutes les éventualités.

2. Distinction du traitement de crise et du traitement de fond

Lors de la première délivrance, le pharmacien devra expliquer au patient la différence entre le traitement de fond à utiliser quotidiennement et le traitement de crise à n'utiliser qu'en cas d'urgence. Il devra bien préciser que les effets du traitement de fond ne seront certainement pas perceptibles par le patient, et devra insister sur la prise quotidienne en expliquant le meilleur contrôle de l'asthme grâce à une prise assidue ainsi qu'une diminution voire une suppression de survenue de crise.

Il est important que le pharmacien rappelle ce principe aussi lors des renouvellements afin de s'assurer de la bonne compréhension du patient.

3. Bonne utilisation des dispositifs et conseils associés

Le pharmacien d'officine est le professionnel de santé de référence pour expliquer au patient l'utilisation des inhalateurs.

Chaque dispositif a des particularités d'utilisation, mais dans l'ensemble le patient devra :

- Pour les aérosols : avoir une bonne coordination main-poumons, et inspirer lentement et profondément
- Pour les inhalateurs de poudre sèche : inspirer vivement et profondément
- Bien fermer hermétiquement les lèvres autour de l'embout buccal
- Retenir sa respiration cinq à dix secondes après la prise
- Ne pas expirer dans le dispositif
- Se rincer impérativement la bouche à la suite de la prise de corticoïdes inhalés
- Nettoyer l'embout buccal avec un chiffon sec
- Pour les chambres d'inhalation, les laver à l'eau savonneuse et les laisser sécher à l'air libre une fois par semaine

Le pharmacien devra montrer au patient les différentes étapes à respecter et idéalement lui faire essayer afin de contrôler les potentielles erreurs, les plus courantes étant la mauvaise coordination main-poumons, l'inspiration par le nez ou encore un mauvais armement du dispositif. (60)

En complément de la démonstration, le pharmacien peut aussi conseiller au patient de suivre les vidéos réalisées par la Société de Pneumologie de la Langue Française (SPLF) appelé guide Zephir, disponible sur Internet. (24)

4. Assurance d'une bonne observance

Le pharmacien devra aussi pouvoir accompagner le patient asthmatique au long court, vérifier l'observance et la bonne gestion de la maladie.

Pour cela, il pourra vérifier régulièrement la bonne utilisation des inhalateurs en demandant au patient de lui remonter comment il réalise une bouffée.

Le Cespharm a mis à disposition sur son site des fiches d'évaluation d'utilisation des différents dispositifs, pouvant être utiles pour le pharmacien, notamment à la première délivrance ainsi qu'au premier renouvellement, puis une fois tous les trois mois à un an en fonction du patient. (60)

Il pourra aussi conseiller au patient de tenir un carnet de suivi, afin de noter la survenue des crises et si un facteur déclenchant est identifié. Ce carnet pourra permettre au patient et aux différents professionnels de santé (pharmacien mais aussi médecin

généraliste ou pneumologue) de suivre l'évolution de l'asthme et l'efficacité du traitement.

II) Rôle de référent du médicament

1. Identification d'un asthme mal géré

Le pharmacien joue aussi un rôle de vérification du contrôle de la maladie.

En effet, grâce aux renouvellements mensuels des patients il peut aisément identifier un asthme mal géré. Pour cela, il peut tout d'abord le repérer en discutant avec le patient, vérifier la bonne compréhension du traitement de fond à prendre quotidiennement et du traitement de crise en cas de besoin, de la diminution ou non de survenue de symptômes évoquant une crise. Il peut aussi s'aider du dossier pharmaceutique (DP) pour suivre les renouvellements de traitement, des renouvellements de traitement de crise trop fréquents pouvant être synonymes d'asthme mal contrôlé.

La Global Initiative of Asthma (GINA) a émis des recommandations pour évaluer le contrôle de l'asthme : sur les quatre dernières semaines le patient a : (61)

- Présenter des symptômes diurnes plus de deux fois par semaine
- Être réveillé à cause de son asthme
- Utilisé son traitement de crise plus de deux fois par semaine
- Ressenti des difficultés à réaliser les activités quotidiennes ou sportives à cause de son asthme

En fonction des réponses, on établit un score :

- Contrôle optimal : aucune option n'est ressentie
- Contrôle acceptable : 1 à 2 options sont ressenties
- Contrôle inacceptable : 3 à 4 options sont ressenties

Ce score peut servir d'aide au pharmacien pour évaluer l'évolution de la maladie et orienter si besoin le patient vers son médecin généraliste ou son pneumologue.

2. Contrôle des interactions médicamenteuses et automédication

Certaines classes médicamenteuses sont contre-indiquées en cas d'asthme, car elles peuvent induire la survenue de crise ou aggraver les symptômes, c'est le cas pour : (62)

- Les bêtabloquants, c'est le cas notamment des bêtabloquants non cardio-sélectifs (Carvédilol, Propranolol, Sotalol, Nadolol...) qui peuvent induire des symptômes comme le bronchospasme ou réduire l'action des bêta-2-mimétiques en provoquant une bronchoconstriction. (63)
Cela concerne aussi ceux sous forme de collyre comme le Timolol par exemple
- L'aspirine ou les anti-inflammatoires non stéroïdiens. En effet, ils peuvent chez certains patients provoquer des crises, on préférera l'utilisation du paracétamol.
- Les antitussifs opioïdes (contenant de la Codéine ou du Dextrométhorphan) entraînant une dépression respiratoire.

Les huiles essentielles sont aussi à éviter en cas d'asthme car elles peuvent entraîner une irritation bronchique et un bronchospasme et déclencher une crise, surtout si elles sont utilisées en inhalation.

Le pharmacien pourra s'aider du dossier pharmaceutique du patient pour vérifier les interactions médicamenteuses, et jouera un rôle de prévention en rappelant aux patients de ne pas s'automédiquer sans demander conseil à son médecin ou à son pharmacien.

3. Entretien pharmaceutique des patients sous corticoïdes inhalés

Le pharmacien d'officine peut maintenant accompagner à l'officine certains patients asthmatiques de façon plus approfondie et plus précise. Cela concerne les patients sous corticothérapie inhalée depuis au moins six mois.

Le programme consiste la première année en un entretien initial d'évaluation pour recueillir les informations générales du patient et évaluer ses connaissances et sa compréhension et définir les prochains entretiens. (64)

Lors de la première année, en plus de l'entretien initial, le pharmacien peut réaliser deux entretiens thématiques au choix selon les besoins du patient parmi les cinq évoquant différentes thématiques : (65)

- Le principe du traitement : comprendre le mécanisme de l'asthme, le principe du traitement de fond et de crise
- La technique d'inhalation : évaluer la technique et réexpliquer comment réaliser l'inhalation correctement
- Les effets du traitement : recueillir les éventuels effets indésirables et conseiller le patient, repérer les interactions médicamenteuses et informer le patient sur les risques de l'automédication
- L'observance : évaluer l'adhésion du patient et le sensibiliser à l'importance de la bonne observance
- Les facteurs déclenchants : les identifier et donner au patient les mesures d'éviction

Ces entretiens peuvent approfondir les connaissances des patients asthmatiques les plus en difficulté et les aider à retrouver une qualité de vie optimale.

4. Education thérapeutique

Le pharmacien d'officine peut aussi intervenir lors de programme d'éducation thérapeutique aux côtés de différents professionnels de santé comme des médecins, infirmiers, kinésithérapeutes, psychologues.

L'éducation thérapeutique peut être proposée à tous patients asthmatiques, et se réalise lors de consultation, d'une hospitalisation ou dans le cadre d'un centre spécifique.

Elle permet d'aider le patient à acquérir les compétences nécessaires pour gérer son asthme, elle aide à prendre en charge efficacement et durablement la pathologie et d'améliorer la qualité de vie des patients.

Après un diagnostic éducatif, le projet éducatif est défini entre le patient et le soignant, en fonction des besoins du patient. L'éducation thérapeutique comporte plusieurs axes comme la compréhension de la maladie et du traitement pharmacologique (traitement de crise et de fond, comment utiliser les dispositifs, savoir reconnaître les signes de

crise et les gérer...), contrôler l'environnement en déterminant et en évitant les facteurs déclenchants, pratiquer une activité physique régulière et adaptée aux capacités du patient. (66)

III) Rôle de conseiller

1. Éviction des facteurs déclenchants

Les facteurs pouvant déclencher les crises sont nombreux et propres à chaque patient. Il peut y avoir :

- Des allergènes intérieurs comme les acariens, moisissures, animaux domestiques, blattes
- Ou extérieurs comme le pollen ou la pollution atmosphérique
- Le tabagisme (actif ou passif)
- Les conditions climatiques : l'air froid, l'humidité
- Le stress, l'anxiété
- L'exercice physique trop intense
- Le RGO

Le pharmacien d'officine joue un rôle de conseiller dans l'éviction de ces facteurs déclenchants.

1.1. Acariens

Pour limiter la présence d'acariens dans une habitation, on peut : (67)

- Posséder une housse de matelas spécifique, antiacarien
- Laver la literie régulièrement et à soixante degrés
- Limiter le mobilier pouvant être source d'acarien : les tapis, la moquette, les rideaux
- Utiliser un filtre spécial antiacarien HEPA
- Nettoyer régulièrement les peluches et ne pas les poser sur le lit

- Aérer les chambres quotidiennement
- Utiliser des produits acaricides si besoin

1.2. Moisissures

Pour éviter la moisissure, il faut éviter au maximum l'humidité et aérer l'habitat au moins deux fois par jour pendant quinze minutes. (28)

1.3. Animaux domestiques

Les animaux de compagnie doivent éviter d'être dans l'habitation. Si toutefois cela n'est pas possible, il ne faut pas qu'ils aillent dans la chambre à coucher et il faut régulièrement les toiletter. (28)

1.4. Pollen

Le pollen est un allergène très fréquent dans la population générale et peut chez les asthmatiques être un facteur déclenchant de crise assez important. Certains gestes peuvent être adoptés pour éviter les crises : (67) (28)

- Changer de vêtements et se brosser les cheveux en rentrant d'une promenade, surtout si c'est à la campagne
- Porter un chapeau et des lunettes de soleil quand on est dehors pour éviter le contact avec les allergènes. Le port d'un masque chirurgical peut aussi être utile pour éviter d'inhalier le pollen.
- Ne pas sortir lors de pic de pollen, le patient peut consulter le site : www.france-pollen.fr afin de se renseigner sur l'indice maximal de pollen en temps réel
- Ne pas aérer l'habitation en pleine journée, mais plutôt tôt le matin ou tard le soir
- Éviter de faire sécher le linge dehors

1.5. Infections respiratoires

Le patient asthmatique doit au maximum éviter toute infection respiratoire qui entraîne une inflammation des voies respiratoires, pouvant entraîner une augmentation de la fréquence de survenue de crise.

Pour cela, il conviendra de bien respecter les gestes barrières, en particulier pendant la période hivernale, caractérisée par une plus forte circulation virale : (68)

- Porter un masque
- Se laver régulièrement les mains à l'eau et au savon ou à défaut avec une solution hydro-alcoolique
- Tousser et éternuer dans son coude plutôt que dans ses mains
- Utiliser un mouchoir à usage unique

Le pharmacien jouera aussi un rôle important de promotion de la vaccination. Les vaccinations anti-grippale et anti-covid seront à recommander pour les patients atteints d'asthme. Le pharmacien peut depuis quelques années les recommander et les réaliser.

Pour les personnes de plus de 65 ans ou atteints d'asthme sévère, la vaccination antipneumococcique est elle aussi à conseiller.

1.6. Allergie alimentaire

Certains aliments sont plus à risque déclencher une allergie alimentaire parfois associé à un asthme, par exemple : les œufs, les cacahuètes ou noix, les produits laitiers ou encore les crustacés. Il conviendra d'éviter de les consommer, et d'avoir toujours sur soi une liste des allergies connues si un aliment a été identifié comme tel. (69)

1.7. Facteurs psychologiques

Le stress et l'anxiété peuvent être à l'origine d'une crise d'asthme. Le pharmacien peut recommander aux patients avec des profils anxieux d'identifier les situations sources

de stress (travail, examens, fatigue...), de les éviter quand cela est possible ou au moins de les anticiper pour les gérer de la meilleure façon possible et prévoir d'avoir son traitement de crise si le besoin se fait sentir.

Il peut aussi conseiller des stratégies de gestion du stress telles que des techniques de relaxation, une respiration profonde et abdominale, de la sophrologie ou encore du yoga par exemple. Il peut même conseiller de voir un professionnel de santé comme un médecin ou un psychologue afin de pouvoir parler de son anxiété et apprendre à mieux la gérer.

Il est aussi recommandé de maintenir une activité physique régulière, cela diminue le niveau de stress et favorise le bien-être psychologique ; tout en respectant la capacité respiratoire du patient.

1.8. Tabac

Le pharmacien joue un rôle de prévention contre le tabagisme. Qu'il soit actif ou passif, il est à proscrire chez les patients atteints de pathologies pulmonaires comme les asthmatiques, en raison de leurs bronches plus sensibles aux substances nocives présentes dans la fumée du tabac qui augmentent l'inflammation des voies respiratoires et altèrent la fonction pulmonaire. Le tabagisme augmente la fréquence de survenue des crises et leur gravité, et rend moindre la sensibilité aux traitements, notamment les corticoïdes inhalés. (70)

Pour apporter son aide dans le sevrage tabagique, le pharmacien peut conseiller la prise de substituts nicotiques, existant sous différentes formes galéniques : patch, gomme à mâcher, comprimé à sucer ou encore spray. Le pharmacien devra expliquer au patient comment les prendre et à quel moment, il pourra aussi épauler le patient dans les différentes étapes de sevrage en expliquant de remplacer petit à petit les cigarettes les moins difficiles à retirer jusqu'à progressivement arriver au sevrage total. Le pharmacien joue un rôle de soutien et d'écoute. Il pourra aussi orienter les patients vers des spécialistes comme des addictologues, psychologues ou tabacologues pour aider les patients qui présentent le plus de difficulté. (71)

Le tabagisme passif étant lui aussi nocif pour les asthmatiques, il sera conseillé aux patients d'éviter les lieux enfumés et de demander à l'entourage de fumer à l'air libre.

Le pharmacien peut aussi conseiller des plateformes d'accompagnement comme : Tabac Info Service : il existe un site internet ou une application mobile avec de nombreux conseils pour le sevrage et pour résister à l'envie de fumer mais aussi un annuaire de contact de tabacologues. (72)

2. Situations particulières

2.1 Asthme et activité physique

La pratique d'un sport n'est pas contre-indiquée en cas d'asthme, au contraire elle est même recommandée afin de renforcer les muscles et la capacité pulmonaire, à condition que le patient respecte bien ses capacités respiratoires. Il devra pratiquer un échauffement complet et surtout progressif, car l'asthme d'effort peut survenir en cas d'effort trop intense, trop rapidement. (73)

Il devra toujours avoir son traitement de crise sur lui pour anticiper une potentielle crise pouvant être induite par l'effort et notamment en cas d'inhalation d'air froid et sec. (73)

Le seul sport formellement interdit est la plongée sous-marine avec bouteille, car une crise ne peut pas être gérée dans de telles conditions.

Au vu de la composante allergique de l'asthme, il faudra éviter les activités physiques comme l'équitation. Les sports les plus susceptibles de provoquer une crise sont la course à pied, le football ou le rugby par exemple, et ceux à plutôt privilégier sont le vélo, la gymnastique ou les jeux de raquettes entre autres. S'ils sont pratiqués en intérieur, il faudra que les locaux soient bien aérés. (28)

2.2. Asthme et grossesse

L'évolution de l'asthme en cas de grossesse n'est pas prévisible, il peut s'améliorer, rester stable ou s'aggraver selon les patientes.

La grossesse justifie une surveillance particulière de la maladie, mais ne constitue pas un facteur de risque, s'il est équilibré et bien traité, il n'est dangereux ni pour la mère ni pour le fœtus. Le risque s'il n'est pas contrôlé est la survenue d'une crise sévère, entraînant un manque d'oxygène pour le fœtus, ce qui justifie d'être d'autant plus

attentif, d'éviter les facteurs déclenchants et de bien continuer la prise du traitement de fond, utilisable durant la grossesse. (74)

2.3. Asthme et voyage

En cas de départ en vacances, le pharmacien pourra conseiller au patient asthmatique d'anticiper toutes les éventualités : (74) (28)

- Avoir son ordonnance ainsi que ses traitements, de crise et de fond, sur soi
- Choisir une destination avec un climat ni trop chaud, ni trop froid et pas avec de hautes altitudes
- Éviter les voyages dans de grandes villes plus fortement polluées, ou des campagnes au printemps et en été en cas d'allergie au pollen
- Choisir un logement récent, aéré, peu poussiéreux, sans moquette, parquet, rideaux ou canapé afin d'éviter les acariens, et/ou apporter ses propres housses antiacariennes
- Se renseigner sur les vaccins à réaliser si c'est un voyage à l'étranger et potentiellement prévoir une assurance rapatriement si l'asthme est plus ou moins bien contrôlé.
- En cas de voyage en voiture, dépoussiérer le véhicule, ne pas fumer à l'intérieur, évitez d'ouvrir les fenêtres en zone de circulation intense, utilisez une climatisation couplée à un filtre à air surtout si le patient a une allergie au pollen.

2.4. Asthme et RGO

Les patients asthmatiques sont plus à risque de développer un reflux gastro-œsophagien, ce RGO peut aggraver les symptômes de l'asthme entraînant une toux et une irritation de la gorge. La toux présente dans l'asthme peut, elle aussi, induire un RGO. (75)

Le pharmacien pourra donner au patient des règles hygiéno-diététiques pour gérer le RGO : (28)

- Éviter les aliments comme les agrumes, les plats épicés, le café, l'alcool, provoquant des sécrétions acides

- Privilégier plutôt les repas légers, éviter les boissons gazeuses, les chewing-gums
- Ne pas s'allonger après avoir mangé, et surélever de quelques centimètres la tête de lit
- Éviter le port de vêtements serrés à la taille, augmentant la pression abdominale

2.5. Asthme et eczéma

L'eczéma est une maladie cutanée prurigineuse évoluant par poussées. Le patient atteint d'eczéma présente une hypersensibilité et un terrain atopique, le rendant plus à risque de développer de l'asthme. (76)

Pour prévenir l'eczéma, le pharmacien prodiguera des conseils d'hygiène : (28)

- Utiliser un pain surgras sans savon pour la toilette, et ne pas utiliser de produits parfumés
- Privilégiez les douches et éviter les bains trop chauds
- Utiliser des produits émollients quotidiennement, même en dehors des poussées
- Porter plutôt des vêtements en coton
- Utiliser une lessive hypoallergénique et sans parfum

Partie 4 : Perspectives d'évolution des dispositifs inhalés dans le traitement de l'asthme

La prise en charge de l'asthme a connu des avancées majeures au cours des dernières années, notamment grâce à la diversification des dispositifs inhalés maintenant présents sur le marché.

Cependant, malgré ces progrès, un grand nombre de patients restent insuffisamment contrôlé, notamment à cause d'une mauvaise observance ou encore d'erreurs techniques d'inhalation.

Dans ce contexte, de nouvelles perspectives d'évolution émergent, portées par de nouvelles stratégies thérapeutiques plus personnalisées, des innovations technologiques ou encore des enjeux environnementaux.

I) Digitalisation des dispositifs inhalés

La digitalisation des dispositifs inhalés constitue l'une des principales évolutions attendues dans la prise en charge de l'asthme. Elle permet de collecter différentes données à l'aide de capteurs électroniques, intégrés dans le dispositif inhalé ou clipsables sur celui-ci, et d'envoyer ces données directement sur une application mobile ou une plateforme accessible aux professionnels de santé.

Cela permet de pouvoir distinguer les patients atteints d'un asthme réfractaire aux traitements de ceux mal contrôlés en raison d'une faible adhésion ou d'une mauvaise utilisation de l'inhalateur.

L'introduction d'outils numériques dans les essais cliniques peut aussi contribuer à une meilleure compréhension de l'efficacité des médicaments, garantissant que des problèmes d'adhésion n'influencent pas les résultats. (77)

Ces inhalateurs « smart » ont pour but d'améliorer l'adhésion des patients à leur traitement et de minimiser les erreurs associées à la prise de traitement par inhalateur. (77)

Ces capteurs numériques sont programmés pour enregistrer chaque utilisation du dispositif, afin d'évaluer la technique d'inhalation, ainsi que l'horaire, et certains peuvent même programmer des rappels de prise avec sonnerie ou grâce à l'application mobile à laquelle ils sont connectés. (77) (78)

Certains capteurs comme le SmartMist® détectent l'inhalation et donne un retour de manière immédiate sur la technique grâce à une source lumineuse qui devient verte lorsque l'inhalation est suffisante, rouge quand elle est trop rapide et aucune lumière ne s'allume quand elle est trop faible. (77)

D'autres, comme le Propeller®, peuvent même enregistrer la géolocalisation afin de pouvoir cartographier des zones à hauts risques de déclenchement de crise. (78)

Ces données peuvent être reliées à une plateforme sécurisée disponible pour les professionnels de santé qui leur permet de suivre en temps réel l'adhésion d'un patient au schéma thérapeutique ou l'aggravation de ses symptômes, ce qui permet d'une part, de prévenir les exacerbations et d'autre part, une prise en charge vraiment personnalisée à chaque patient. (77)

En France, l'utilisation de ces technologies est encore limitée, mais certains dispositifs commencent à apparaître, comme le capteur Propeller® associé à l'inhalateur Enerzair® Breezhaler qui enregistre chaque utilisation et programme des rappels de prise par sonnerie. (39)

La digitalisation des dispositifs inhalés présente donc plusieurs avantages. Elle permet de mesurer de manière objective l'observance du patient et de repérer les potentielles erreurs d'utilisation, qui constitue une source majeure d'échec thérapeutique. Elle permet une prise en charge personnalisée au patient grâce à la collecte continue des données. Et grâce à certains systèmes, elle permet même de géographier des zones à risque de crise en fonction des données environnementales collectées. (79)

Cependant, plusieurs limites doivent être prises en compte, notamment au niveau économique, réglementaire, technologique mais aussi propres aux patients : (79)

- D'un point de vue économique, ces dispositifs représentent un investissement initial majeur ; malgré des modèles économiques de santé qui suggèrent des économies à long terme grâce à la réduction des exacerbations
- D'un point de vue réglementaire, une ambiguïté s'est créée, ces dispositifs se trouvant à l'intersection entre dispositifs médicaux, produits pharmaceutiques et technologie de santé numérique
- L'un des principaux défis concerne la confidentialité et la sécurité des données de santé émises par ces capteurs, exigeant un respect strict des réglementations sur la protection des données
- L'utilisabilité de ces dispositifs peut aussi être un obstacle notamment pour les personnes âgées, peu impactées par l'air du numérique. Certains patients peuvent aussi rencontrer des difficultés à utiliser des appareils nécessitant recharge, connectivité ou appairage Bluetooth.

La digitalisation des dispositifs inhalés représente une évolution prometteuse dans la prise en charge de l'asthme et leur développement et intégration progressive constituent probablement l'une des principales perspectives d'évolution dans les années à venir dans la prise en charge du patient asthmatique.

II) Transition écologique des inhalateurs

La transition écologique constitue aujourd'hui un enjeu majeur dans l'évolution des dispositifs inhalés. L'impact environnemental des inhalateurs est principalement lié à la présence de gaz propulseurs dans les aérosols doseurs pressurisés. Les gaz de la famille des chlorofluorocarbures utilisés auparavant avaient déjà été remplacés par les gaz de la famille des hydrofluoroalcanes à des fins environnementales, mais ces derniers possèdent tout de même un potentiel de réchauffement global élevé, représentant une source non négligeable d'émissions de gaz à effet de serre. En effet, ce gaz propulseur est libéré dans l'atmosphère lors de l'utilisation du dispositif contribuant à leur empreinte carbone. (80)

De nouveaux gaz propulseurs dits « low-GWP » sont donc en cours de développement, notamment le HFA-152a, présentant un impact climatique nettement inférieur tout en conservant des performances comparables au HFA-134a actuellement largement utilisé. (81)

Toutefois, la transition vers ces nouveaux gaz nécessite une reformulation complète des médicaments inhalés, les propriétés physico-chimiques des nouveaux gaz différant de celle des anciens, cela peut modifier les caractéristiques de l'aérosol (taille des particules et distribution pulmonaire). (82)

Outre la modification des gaz propulseurs, la transition écologique des dispositifs inhalés repose aussi sur le développement de dispositifs ne nécessitant plus de gaz propulseur. L'utilisation maintenant largement développée des inhalateurs de poudre sèche et inhalateurs de brume douce va dans ce sens.

Cette transition écologique est une perspective d'évolution des dispositifs inhalés très actuelle et susceptible de modifier le marché des inhalateurs dans les années à venir. Par exemple, le laboratoire GSK a entrepris en 2025 des études visant à développer une version de nouvelle génération de la Ventoline® contenant un gaz à faible teneur de carbone. (83)

III) Les nanoparticules

Les nanoparticules sont des particules dont le diamètre est inférieur à 100nm. La nanomédecine est en pleine expansion, et de nombreuses études sont en cours pour l'utilisation de ces nanoparticules par voie inhalée dans les pathologies inflammatoires pulmonaires et notamment dans l'asthme.

L'asthme est connu pour augmenter la sécrétion de mucus et engendrer un épaissement des voies respiratoires. Pour pouvoir cibler certains types cellulaires

spécifiques des voies respiratoires, il est donc nécessaire d'identifier des systèmes de délivrance capables de compenser ces phénomènes. Les nanoparticules de par leur taille et leurs propriétés physico-chimiques modulables pourraient être une solution potentielle (84) (85). Cette capacité permettrait d'envisager une réduction de la fréquence d'administration des traitements de l'asthme.

Un autre intérêt des nanoparticules est qu'il est possible d'encapsuler une grande variété de molécules, notamment des bronchodilatateurs ou des corticoïdes, mais aussi des biomolécules telles que des protéines ou des acides nucléiques, ce qui ne limiterait pas seulement les nanoparticules à améliorer les traitements déjà existants, mais cela ouvrirait aussi la voie à de nouvelles stratégies thérapeutiques. (84)

En revanche, à ce jour aucune formulation nanoparticulaire inhalée n'est commercialisée dans l'asthme (seul l'amikacine liposomale existe sous forme de nanoparticule inhalée, utilisée dans le traitement d'infections pulmonaires à mycobactéries). (86)

La nanomédecine présente certaines limites qui expliquent qu'elle ne soit toujours qu'en phase d'étude préclinique. Parmi ces limites, il y a notamment l'interaction potentielle entre les nanoparticules et les macrophages alvéolaires qui pourrait réduire l'efficacité des macrophages et donc augmenter le risque d'infection. Il y aurait aussi un risque d'accumulation de nanoparticules dans les alvéoles pulmonaires pouvant contribuer au développement de fibrose pulmonaire, ou encore une potentielle traversée par les nanoparticules des membranes alvéolocapillaires, du fait de leur petite taille, pouvant provoquer des effets indésirables systémiques. (87)

Ainsi, les nanoparticules inhalées représentent une approche prometteuse pour améliorer la prise en charge de l'asthme en permettant l'émergence de nouvelles stratégies thérapeutiques, bien que leur utilisation reste encore limitée et nécessitera des développements supplémentaires pour garantir leur efficacité et leur sécurité.

Conclusion

Les dispositifs inhalés apparaissent comme des piliers incontournables dans la prise en charge du patient asthmatique. Toute l'équipe officinale doit être en mesure d'expliquer et de démontrer l'utilisation des dispositifs aux patients. Il est possible de créer dans les officines un protocole de présentation afin de standardiser l'éducation des patients.

Grâce aux avancées technologiques, le panel de dispositifs disponibles sur le marché n'a fait qu'augmenter ces dernières années, ce qui crée un réel avantage et un réel soutiens pour traiter le plus grand nombre de patient. Malgré cela, leur efficacité reste étroitement dépendante des capacités des patients. En effet, le facteur humain dépasse presque le cadre pharmacologique dans l'efficacité de la prise en charge de l'asthme ; une thérapie peut être très efficace chez un asthmatique et presque inactive chez un autre, en fonction de la manière dont est utilisé l'inhalateur.

Une réflexion plus globale peut alors s'imposer, l'avenir ne réside peut-être pas seulement dans le développement de dispositifs toujours plus performants, mais aussi et surtout dans une optique de prise en charge individualisée au patient, au sein d'un système de soins coordonnés. L'essor croissant des technologies numériques et des inhalateurs connectés laisse entrevoir une transformation du suivi du patient, où l'adhésion au traitement est au cœur des préoccupations et pourrait être mieux mesurée, mieux comprise et mieux accompagnée en temps réel.

Bibliographie

1. Asthme [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/asthma>
2. Comprendre l'asthme de l'adulte [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/asthme-adulte/asthme-comprendre>
3. Asthme · Inserm, La science pour la santé. Inserm [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/asthme/>
4. Comprendre l'asthme de l'enfant de plus de 3 ans [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/asthme-enfant-plus-3-ans/comprendre>
5. Physiologie du système respiratoire - Physiologie - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www-clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294742873000077#hl0000828>
6. De Montmollin N, Gibelin A. Exacerbation sévère d'asthme. EMC - Pneumologie. juill 2025;36(3):1-11. doi:10.1016/S1155-195X(25)64774-8
7. VIDAL [Internet]. 2023 [cité 8 mars 2026]. Le diagnostic et le suivi de l'asthme. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/asthme/diagnostic.html>
8. Agir sur les facteurs favorisant l'asthme [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/asthme-adulte/asthme-vivre-maladie/agir-facteurs-favorisants-asthme>
9. Médicaments antiasthmatiques - Médicaments 2024-2025 - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www-clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294784088000263>
10. Médicaments de l'asthme - La pharmacothérapeutique facile aux EDN - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www-clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294770258000209#hl0000207>
11. Médicaments antalgiques, anti-inflammatoires, des allergies et de l'asthme - Du mécanisme d'action des médicaments à la thérapeutique - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www-clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294735189000046#hl00008455>
12. Reychler G, Vecellio L, Dubus JC. Aérosolthérapie. In: EMC - Traité de médecine Akos [Internet]. Elsevier Masson. 2020. Disponible sur: [https://www-clinicalkey-](https://www-clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294735189000046#hl00008455)

com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/emc/51-s2.0-S1634693919720092

13. O'Neil JA, Villasmi-Urdaneta LA. A path forward in the development of new aerosol drug delivery devices for pediatrics. *Respiratory Medicine*. 1 mai 2023;211:107210. doi:10.1016/j.rmed.2023.107210
14. Hospital Universitario Quirónsalud Madrid [Internet]. [cité 6 févr 2026]. Dispositivos de inhalación y principios activos. Disponible sur: <https://www.quironsalud.com/hospital-madrid/es/cartera-servicios/neumologia/escuela-pacientes/taller-inhaladores/dispositivos-inhalacion-principios-activos>
15. Formes pharmaceutiques - Pharmacie galénique - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 22 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294743955000045#hl0003907>
16. Formes destinées à la voie pulmonaire – formes pressurisées à valve doseuse - Pharmacie galénique - Pharmacocinétique - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 22 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B978229478781200014X#hl0000130>
17. L'aérosol-doseur : les différentes techniques d'inhalation - HUG [Internet]. [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.hug.ch/asthme/aerosol-doseur>
18. VENTOLINE® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/ventoline/>
19. VIDAL [Internet]. 2023 [cité 25 janv 2026]. Bien prendre les traitements contre l'asthme inhalés. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/asthme/traitements-inhales.html>
20. Ferré A, Dres M, Roche N, Antignac M, Becquemin MH, Trosini V, et al. Les dispositifs d'inhalation : propriétés, modélisation, réglementation et utilisation en pratique courante. *Aérosolstorming du GAT*, Paris 2011. *Revue des Maladies Respiratoires*. 1 févr 2012;29(2):191-204. doi:10.1016/j.rmr.2011.12.013
21. Korsia-Meffre S. VIDAL [Internet]. 2016 [cité 25 janv 2026]. Aérosolsdoseurs et inhalateurs de poudre sèche : 10 idées reçues au banc d'essai. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/19636-aerosols-doseurs-et-inhalateurs-de-poudre-seche-10-idees-recues-au-banc-d-essai.html>
22. Usmani OS. Choosing the right inhaler for your asthma or COPD patient. *Ther Clin Risk Manag*. 14 mars 2019;15:461-72. doi:10.2147/TCRM.S160365 PubMed PMID: 30936708; PubMed Central PMCID: PMC6422419.
23. Henriët AC, Marchand-Adam S, Mankikian J, Diot P. Respimat®, premier inhalateur « Soft Mist » : intérêt dans la prise en charge de la BPCO. *Revue des Maladies Respiratoires*. 1 déc 2010;27(10):1141-9. doi:10.1016/j.rmr.2010.10.024

24. Guide ZÉPHIR – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 1 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/videos-zephir/>
25. inhaler_id_chart_-_1701.pdf [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: https://ggcmedicines.org.uk/media/uploads/prescribing_resources/inhaler_id_chart_-_1701.pdf
26. Aérosol Doseur avec Chambre d'Inhalation – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/chambreinhalation/>
27. chambre_inhaler [Internet]. [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: https://www.hug.ch/pharmacie/recommandations/document/chambre_inhaler
28. Battu V, Saint-Paul A, Buxeraud J. Conduite de l'entretien pharmaceutique auprès du patient asthmatique. *Actualités Pharmaceutiques*. 1 juin 2014;53(537, Supplement):13-21. doi:10.1016/j.actpha.2014.03.009
29. Airomir, Airomir Autohaler «Teva» - Felleskatalogen [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.felleskatalogen.no/medisin/airomir-airomir-autohaler-teva-545807>
30. pharmaJournal 08.2024 | Schweizer Apothekerzeitung | Journal Suisse de Pharmacie | Giornale Svizzero di Farmacia [Internet]. [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://www.unisante.ch/fr/media/1886/download>
31. AIROMIR® AUTOHALER® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 25 janv 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/airomir/>
32. Morais-Almeida M, Pité H, Cardoso J, Costa R, Cordeiro CR, Silva E, et al. Asthma management with breath-triggered inhalers: innovation through design. *asthma res and pract*. 6 juin 2020;6(1):4. doi:10.1186/s40733-020-00057-7
33. Formes destinées à la voie pulmonaire – poudres pour inhalation - Pharmacie galénique - Pharmacocinétique - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 1 févr 2026]. Disponible sur: <https://www-clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294787812000151>
34. Dispositifs d'inhalation : ce qu'il faut savoir pour les utiliser correctement – Médicament Info Service Patient [Internet]. [cité 1 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.medicament-info-service-patient.fr/info-medicament/dispositifs-dinhalation-ce-quil-faut-savoir-pour-les-utiliser-correctement/>
35. Bordeaux Form Université de. Démonstrations vidéo des inhalateurs pour les patients [Internet]. [cité 1 févr 2026]. Disponible sur: <https://forminhal.formedoc.org>
36. FORADIL® Aerolizer® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 1 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/foradil/>
37. ONBREZ® BREEZHALER® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 1 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/onbrez/>

38. SPIRIVA® HANDIHALER® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 1 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/spiriva-hdh/>
39. ENERZAIR® BREEZHALER® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 1 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/enerzair/>
40. GmbH AMDA. Pharmazeutische Zeitung online [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Digital vernetzte Arzneiformen: Telepharmazie mit Mehrwert. Disponible sur: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/telepharmazie-mit-mehrwert-125141/seite/7/?cHash=226f7c5d55a5d44b35c749e5d94ba792>
41. Chrystyn H. The Diskus™: a review of its position among dry powder inhaler devices. *Int J Clin Pract.* juin 2007;61(6):1022-36. doi:10.1111/j.1742-1241.2007.01382.x PubMed PMID: 17504364; PubMed Central PMCID: PMC1974824.
42. Airflusal Forspiro Sandoz inhalasjonspulver - Felleskatalogen Pasientutgave [Internet]. [cité 8 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.felleskatalogen.no/medisin/pasienter/pil-airflusal-forspiro-sandoz-587868>
43. Base de Données Publique des Médicaments [Internet]. [cité 15 févr 2026]. Disponible sur: <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/medicament/69728399/extrait#tab-rcp>
44. FORSPIRO ® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 15 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/forspiro/>
45. Grant AC, Walker R, Hamilton M, Garrill K. The ELLIPTA® Dry Powder Inhaler: Design, Functionality, In Vitro Dosing Performance and Critical Task Compliance by Patients and Caregivers. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv.* 1 déc 2015;28(6):474-85. doi:10.1089/jamp.2015.1223 PubMed PMID: 26372466; PubMed Central PMCID: PMC4685506.
46. TRELEGY® ELLIPTA® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 10 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/trelegy/>
47. SYMBICORT® TURBUHALER® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 9 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/symbicort/>
48. ASMANEX® TWISTHALER® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 9 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/asmanex/>
49. Franklin H. Easyhaler®: an overview of an inhaler device for day-to-day use in patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *Drugs in Context* [Internet]. 5 juin 2019 [cité 15 févr 2026]. Disponible sur: <https://www.drugsincontext.com/easyhaler-an-overview-of-an-inhaler-device-for-day-to-day-use-in-patients-with-asthma-and-chronic-obstructive-pulmonary-disease/>
50. BEMEDREX® EASYHALER® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 15 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/bemedrex/>

51. Chetta A, Yorgancioglu A, Scuri M, Barile S, Guastalla D, Dekhuijzen PNR. Inspiratory flow profile and usability of the NEXThaler, a multidose dry powder inhaler, in asthma and COPD. BMC Pulm Med. 25 févr 2021;21(1):65. doi:10.1186/s12890-021-01430-9
52. INNOVAIR NEXThaler® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 9 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/innovair-nxt/>
53. Résumé des Caractéristiques du Produit [Internet]. [cité 9 févr 2026]. Disponible sur: <https://agence-prd.ansm.sante.fr/php/ecodex/rcp/R0335165.htm>
54. Kohler D. Le Novolizer : surmonter les problèmes inhérents aux inhalateurs de poudre sèche®. Respiratory Medicine. 1 avr 2004;Asthma Management: Can we further improve Compliance and Outcome? A satellite symposium held during the 12th Annual Congress of the European Respiratory Society98:S17-21. doi:10.1016/j.rmed.2004.02.005
55. ASMELO® NOVOLIZER® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 15 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/asmelor/>
56. Walter C, Arp J, Keegstra J, Chrystyn H. Spiromax, a New Dry Powder Inhaler: Dose Consistency under Simulated Real-World Conditions. Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery. 9 sept 2015;28. doi:10.1089/jamp.2015.1216
57. DUORESP® SPIROMAX® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/duoresp/>
58. Paitraud D. VIDAL [Internet]. 2016 [cité 21 févr 2026]. DUORESP SPIROMAX : association fixe de budésonide et de formotérol avec un nouveau dispositif d'inhalation. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/18976-duoresp-spiromax-association-fixe-de-budesonide-et-de-formoterol-avec-un-nouveau-dispositif-d-inhalation.html>
59. SPIRIVA® RESPIMAT® – Société de Pneumologie de Langue Française [Internet]. [cité 21 févr 2026]. Disponible sur: <https://splf.fr/portfolio-2/spiriva-rpt/>
60. Cespharm - Asthme : grilles d'évaluation des techniques d'inhalation [Internet]. [cité 5 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.cespharm.fr/prevention-sante/catalogue/Asthme-grilles-d-evaluation-des-techniques-d-inhalation>
61. GINA-2022-Pocket-Guide-French-WMS.pdf [Internet]. [cité 14 mars 2026]. Disponible sur: <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2023/04/GINA-2022-Pocket-Guide-French-WMS.pdf>
62. Article - Arrêté du 28 novembre 2014 portant approbation des avenants nos 3, 4 et 5 à la convention nationale du 4 mai 2012 organisant les rapports entre les pharmaciens titulaires d'officine et l'assurance maladie - Légifrance [Internet]. [cité 17 mars 2026]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000029827313?

63. Médicaments bêta-bloquants [Internet]. [cité 17 mars 2026]. Disponible sur: <https://pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/medicaments-beta-bloquants?>
64. Synthèse des consignes et aide à la facturation [Internet]. [cité 21 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/pharmacien/sante-prevention/accompagnements/accompagnement-pharmaceutique-patients-chroniques/consignes-aide-facturation>
65. L'accompagnement pharmaceutique des patients asthmatiques [Internet]. [cité 21 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/pharmacien/sante-prevention/accompagnements/accompagnement-pharmaceutique-patients-chroniques/asthme>
66. Asthme et éducation thérapeutique [Internet]. [cité 21 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/asthme-adulte/asthme-traitement/asthme-et-education-therapeutique>
67. VIDAL [Internet]. 2023 [cité 5 mars 2026]. Éviter les facteurs qui déclenchent les crises d'asthme. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/asthme/facteurs-declenchants.html>
68. Agir sur les facteurs favorisant l'asthme [Internet]. [cité 5 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/asthme-adulte/asthme-vivre-maladie/agir-facteurs-favorisants-asthme>
69. CNAM1047_MEMO_ASTHME_A4_v8_au_1009.pdf [Internet]. [cité 5 mars 2026]. Disponible sur: https://www.ameli.fr/sites/default/files/Documents/CNAM1047_MEMO_ASTHME_A4_v8_au_1009.pdf
70. L'OMS publie une note sur les relations entre tabagisme et asthme. Génération sans tabac [Internet]. [cité 19 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.generationsanstabac.org/fr/actualites/loms-publie-une-synthese-des-connaissances-sur-les-relations-entre-tabagisme-et-maladie-asthmaque/>
71. Les astuces pour arrêter de fumer et le sevrage tabagique [Internet]. [cité 19 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/tabac/astuces-arreter-fumer-sevrage>
72. J'arrête de fumer [Internet]. [cité 19 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.tabac-info-service.fr/j-arrete-de-fumer>
73. VIDAL [Internet]. 2023 [cité 19 mars 2026]. Peut-on être asthmatique et faire du sport ? Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/asthme/sport.html>
74. VIDAL [Internet]. 2023 [cité 19 mars 2026]. Asthme et grossesse. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/asthme/grossesse.html>
75. Launois C, Mulette P, Ancel J, Dury S, Hagenburg J, Lebargy F, et al. Traitement du reflux gastro-œsophagien (RGO) dans l'asthme.

76. Traiter l'asthme pour réduire l'eczéma ? - Association Française de l'eczéma [Internet]. [cité 20 mars 2026]. Disponible sur: <https://www.associationeczema.fr/traiter-asthme-pour-reduire-eczema/>
77. Xiroudaki S, Schoubben A, Giovagnoli S, Rekkas DM. Dry Powder Inhalers in the Digitalization Era: Current Status and Future Perspectives. *Pharmaceutics*. 12 sept 2021;13(9):1455. doi:10.3390/pharmaceutics13091455 PubMed PMID: 34575530; PubMed Central PMCID: PMC8467565.
78. Greening HWWA Anna Murphy, Neil J. The evolving landscape of digital inhaler platforms and adherence support in chronic airways disease - Hnin Wint Wint Aung, Anna Murphy, Neil J. Greening, 2025. *Chronic Respiratory Disease* [Internet]. 8 août 2025 [cité 11 avr 2026]. Disponible sur: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/14799731251366969?icid=int.sj-abstract.similar-articles.3&_gl=1*1spot07*_up*MQ..*_ga*ODk4OTUwMDQzLjE3NzU4OTk5Mjg.*_ga_60R758KFDG*czE3NzU4OTk5MjgkbzEkZzEkdDE3NzU4OTk5MzEkajU3JGwWjGg3NjY5NTEyOTI
79. Muruganantham S, Ramesh SL. Soft mist, dry powder, and smart inhalers: comparative technologies and clinical impact on asthma and COPD management. *Egypt J Bronchol*. 22 oct 2025;19(1):109. doi:10.1186/s43168-025-00461-8
80. The low global warming potential propellant HFA-152a does not induce bronchoconstriction or impair mucociliary clearance. *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics*. 1 juin 2025;89:102358. doi:10.1016/j.pupt.2025.102358
81. King J, Woodcock A, Anzueto A, Wilkinson AJK, Janson C, Henderson R, et al. Decarbonising Respiratory Care: The Impact of a Low-Carbon Salbutamol Pressurised Metered-Dose Inhalers. *Allergy*. 6 nov 2025. doi:10.1111/all.70141 PubMed PMID: 41199473.
82. Duke DJ, Rao L, Myatt B, Cocks P, Stein S, Marasini N, et al. In-vitro Evaluation of Solution Pressurised Metered Dose Inhaler Sprays with Low-GWP Propellants. *Pharm Res*. 1 févr 2025;42(2):385-400. doi:10.1007/s11095-025-03830-6
83. GSK announces positive pivotal phase III data for next-generation low carbon version of Ventolin (salbutamol) metered dose inhaler | GSK [Internet]. 2025 [cité 11 avr 2026]. Disponible sur: <https://www.gsk.com/en-gb/media/press-releases/gsk-announces-positive-pivotal-phase-iii-data-for-next-generation-low-carbon-version-of-ventolin-salbutamol-metered-dose-inhaler/>
84. Hamrick SK, Thompson MA, Rotello VM, Prakash YS, Pabelick CM. Nanoparticles to target asthma. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 1 déc 2024;327(6):L964-71. doi:10.1152/ajplung.00248.2024 PubMed PMID: 39470612; PubMed Central PMCID: PMC11684954.
85. Yu Y, Ni M, Zheng Y, Huang Y. Airway epithelial-targeted nanoparticle reverses asthma in inhalation therapy. *J Control Release*. mars 2024;367:223-34. doi:10.1016/j.jconrel.2024.01.044 PubMed PMID: 38272396.

86. Fan Y, Zhou Y, Zhao J, Zhao Y. Advances in Inhaled Nanoparticle Drug Delivery for Pulmonary Disease Management. *FASEB J.* 15 nov 2025;39(21):e71191. doi:10.1096/fj.202502624R PubMed PMID: 41211661; PubMed Central PMCID: PMC12598920.
87. Cojocaru E, Petriș OR, Cojocaru C. Nanoparticle-Based Drug Delivery Systems in Inhaled Therapy: Improving Respiratory Medicine. *Pharmaceuticals.* août 2024;17(8):1059. doi:10.3390/ph17081059

Université de Lille
UFR3S-Pharmacie
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE
Année Universitaire 2025/2026

Nom : LECLERCQ

Prénom : Pauline

Titre de la thèse : Les dispositifs inhalés dans la gestion de l'asthme : état des lieux, défis et perspectives

Mots-clés : asthme, rôle du pharmacien d'officine, dispositifs inhalés, aérosol

Résumé : L'asthme représente un enjeu de Santé Publique majeur et figure parmi les maladies respiratoires les plus fréquentes. Aujourd'hui, de nombreuses options thérapeutiques sont disponibles, notamment sous forme de dispositifs inhalés. Selon le type de dispositif utilisé, les patients peuvent rencontrer différents avantages ou difficultés d'utilisation. Dans un premier temps, nous présenterons les modalités de diagnostic de l'asthme ainsi que les manifestations cliniques rencontrées. Nous détaillerons ensuite les différents dispositifs inhalés, en comparant leurs caractéristiques, leurs bénéfices et leurs limites pour les patients. Cette analyse nous conduira à réfléchir au dispositif idéal et aux perspectives d'amélioration de ces traitements inhalés. Enfin, nous mettrons en lumière le rôle central du pharmacien d'officine dans l'accompagnement des patients asthmatiques ; en tant que professionnel de santé de proximité, il occupe une place essentielle dans l'optimisation de la prise en charge de l'asthme.

Membres du jury :

Président : Monsieur le Professeur Thierry Dine
Professeur des Universités, UFR3S Pharmacie - PU-PH, Groupe Hospitalier Loos-Haubourdin

Directeur et conseiller de thèse : Madame la Professeure Florence Siepmann
Professeur des Universités, Faculté de pharmacie de Lille

Membre(s) extérieur(s) : Madame Charlotte Guillain Houriez
Docteur en Pharmacie, Pharmacien titulaire d'officine à Roubaix

Monsieur Benoit Macquet
Docteur en pharmacie, Pharmacien titulaire d'officine à Outreau