



**HAL**  
open science

# Le bouleau : une espèce au pollen présentant un risque d'allergie respiratoire très élevé, mais aussi une espèce aux multiples usages pour l'Homme

Pauline Chalet

## ► To cite this version:

Pauline Chalet. Le bouleau : une espèce au pollen présentant un risque d'allergie respiratoire très élevé, mais aussi une espèce aux multiples usages pour l'Homme. Sciences pharmaceutiques. 2016. dumas-01466204

**HAL Id: dumas-01466204**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01466204v1>**

Submitted on 13 Feb 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE PICARDIE  
JULES VERNE

UFR DE PHARMACIE

# THÈSE

pour le diplôme d'état de

## DOCTEUR EN PHARMACIE

Soutenue publiquement le 30 septembre 2016 par

**Pauline CHALET**

Le bouleau :  
une espèce au pollen présentant un risque  
d'allergie respiratoire très élevé,  
mais aussi une espèce aux multiples usages  
pour l'Homme.

Thèse dirigée par Madame Déborah CLOSSET-KOPP

JURY :

Président : Monsieur Guillaume DECOCQ

Membres : Madame Elisabeth POPIN

Madame Déborah CLOSSET-KOPP

Monsieur Sébastien FOURNIER

Thèse n° :

## Remerciements

Je remercie tout d'abord Déborah Closset-Kopp qui n'a pas hésité une seule seconde à m'accompagner sur le chemin de la thèse. Sa confiance et sa présence tout au long des recherches et de l'écriture de ce mémoire furent un moteur pour moi.

Je remercie Mr Decocq d'avoir accepté de présider la soutenance de ce mémoire.

Je remercie les Docteurs Elisabeth Popin et Beatrice Jezraoui, allergologues du CHU d'Amiens qui ont accepté de correspondre par mail avec moi pour répondre à certaines questions. Je remercie également le Dr Popin de m'avoir permis d'assister à des Prick Test dans le service de Pneumologie où je faisais mon stage, et d'avoir accepté de devenir l'un des membres de mon jury.

Je remercie mon patron Mr Sébastien Fournier, et les membres de la pharmacie de Cuise-la-Motte, encore actifs ou non, puisqu'ils seront toujours dans mon cœur. Travailler avec eux est un vrai bonheur, et après plusieurs heures passées sur ce mémoire, les rejoindre a toujours été une réelle bouffée d'oxygène. Merci à Mr Fournier de me faire confiance au sein de son officine depuis plusieurs années, et d'avoir accepté d'être l'un des membres de mon jury de thèse.

Je remercie le RNSA pour ses réponses et la mise à disposition des graphiques et autres documents que vous pourrez voir illustrer les pages qui suivront. Je remercie également les laboratoires HerbalGem, Weleda, Santarome et Oriane qui acceptèrent de me communiquer des informations et documentations sur leurs produits à base de bouleau.

Je remercie mes parents et ma famille qui m'ont épaulée, et soutenue du mieux qu'ils ont pu, et ils ont pu beaucoup ! Leur présence est un cadeau quotidien. Merci à tous ! Je remercie mon Skippy, qui fut, malgré ses ronflements intempestifs, d'un grand soutien moral !

Je remercie les amis que j'ai encore auprès de moi d'avoir été là durant mes études et la longue rédaction de ce mémoire. Je vous promets que l'on fêtera mon retour auprès de vous. Je vous embrasse. Je remercie Lorinne qui, bien qu'à des centaines de kilomètres et elle-même dans les études supérieures, est présente depuis bientôt 8 ans dans ma vie. Merci d'être là et d'avoir croisé mon chemin !

Je remercie bien sûr mon Chéri qui a été plus que formidable tout au long de ce marathon de la faculté, et qui malgré la distance a toujours été d'un soutien sans faille dans ce travail. Sachant tour à tour m'écouter puis se faire tout petit pour me laisser la joie d'écrire en pleine concentration il a tout simplement été parfait. Je t'aime !

Merci à tous ceux que je n'ai pas cités mais qui furent, bien évidemment, eux aussi formidables. C'est bien simple merci à tous !

## Table des matières

Glossaire .....	6
Table des illustrations .....	7
Introduction .....	9
1. Un arbre légendaire.....	11
1.1. Etymologie, histoires et préhistoire .....	11
1.1.1. Etymologie : de <i>bettu</i> à <i>Betula</i> où « bitume » et « bouleau » se rencontrent.....	11
1.1.2. Le bouleau et l'homme, déjà inséparables au Paléolithique.....	11
1.1.3. Etymologies dissidentes : Brigitte et les parchemins .....	13
1.2. Rappels botaniques et palynologiques.....	13
1.2.1. Un peu de phylogénie .....	14
1.2.2. Les Bétulacées : caractéristiques morphologiques et liste des membres .....	15
1.2.3. Différentes espèces de bouleaux représentées dans le monde .....	19
1.2.4. Le plus fréquent en France : <i>Betula pendula</i> Roth. ou <i>Betula verrucosa</i> Ehrh. le bouleau verruqueux.....	21
1.2.5. <i>Betula pubescens</i> Ehrh. le bouleau pubescent.....	25
1.2.6. Une espèce plus rare en France : <i>Betula nana</i> L. le bouleau nain.....	28
2. Un arbre au pollen allergisant.....	31
2.1. Définitions préalables.....	31
2.2. Allergènes du pollen de bouleau .....	33
2.2.1. Morphologie du grain de pollen .....	33
2.2.2. Bet v 1.....	35
2.2.3. Bet v 2.....	35
2.2.4. Bet v 3 et Bet v 4.....	35
2.2.5. Bet v 5 et Bet v 6.....	36
2.2.6. Bet v 7 et Bet v 8.....	36
2.3. Organisme de surveillance des allergènes : le RNSA*.....	36
2.4. Epidémiologie de l'allergie au pollen de bouleau .....	37
2.4.1. Saisonnalité .....	37
2.4.2. Variabilités annuelles .....	40
2.4.3. Influence de l'emplacement des capteurs et de la pollution .....	42

2.5.	Mécanisme de l'allergie .....	45
2.6.	Symptômes de l'allergie.....	47
2.6.1.	La rhinite allergique .....	47
2.6.2.	L'asthme allergique .....	49
2.7.	Allergies croisées les plus fréquemment rencontrées avec le pollen de bouleau .....	52
2.7.1.	Différents allergènes pour différentes réactions croisées .....	53
2.7.2.	Avec Bet v 1.....	53
2.7.3.	Avec Bet v 2.....	54
2.7.4.	Avec Bet v 3 et Bet v 4.....	54
2.7.5.	Avec Bet v 5 et Bet v 6.....	54
2.8.	Soigner les allergies .....	55
2.8.1.	Poser un diagnostic.....	55
2.8.2.	Prévenir les allergies.....	56
2.8.3.	Soulager les symptômes de l'allergie : médecine classique.....	57
2.8.4.	Soulager les symptômes de l'allergie : médecines douces .....	60
2.8.5.	Traitement réel de l'atopie ou désensibilisation .....	64
3.	Le bouleau, un arbre aux nombreux bienfaits et usages pour l'homme .....	66
3.1.	Usages antiques et techniques du bouleau.....	66
3.2.	Usages alimentaires du bouleau .....	67
3.3.	Activités pharmacologiques du bouleau.....	68
3.4.	L'eau de bouleau ou sève de bouleau (sapa).....	71
3.4.1.	Obtention du produit.....	73
3.4.2.	Composition biochimique .....	74
3.4.3.	Intérêts thérapeutiques et activités pharmacologiques.....	75
3.4.4.	Déroulement de la cure.....	77
3.4.5.	Conservation et informations techniques.....	77
3.5.	Le bouleau en gemmothérapie.....	78
3.5.1.	Obtention du produit.....	78
3.5.2.	Composition.....	78
3.5.3.	Intérêts thérapeutiques et indications .....	79
3.5.4.	Mode d'administration .....	79
3.5.5.	Gemmothérapie en association.....	79

3.6.	« Jus de bouleau » et bouleau en phytothérapie.....	80
3.6.1.	Obtention des produits.....	80
3.6.2.	Compositions.....	81
3.6.3.	Propriétés pharmacologiques.....	84
3.6.4.	Utilisations thérapeutiques.....	84
3.6.5.	Exemples de spécialités pharmaceutiques.....	86
3.7.	Huile empyreumatique et huiles essentielles de bouleaux.....	87
3.7.1.	Obtention des produits.....	87
3.7.2.	Compositions.....	87
3.7.3.	Intérêts thérapeutiques.....	88
3.7.4.	Précautions d'emploi.....	89
3.8.	Le bouleau en homéopathie.....	89
3.8.1.	Macérats homéopathiques de bourgeons seuls.....	89
3.8.1.1.	Obtention des produits.....	89
3.8.1.2.	Propriétés thérapeutiques.....	89
3.8.1.3.	Posologies.....	90
3.8.2.	Macérats de bourgeons 1DH associés à d'autres parties de la plante.....	90
3.8.3.	Tubes granules.....	91
3.8.4.	Complexes homéopathiques à base de bouleau.....	91
3.9.	Limites aux thérapeutiques par le bouleau.....	92
	Conclusion.....	93
	Sources.....	94

## **Glossaire**

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

APG : Angiosperm Phylogeny Group

ARIA : Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma

BPCO : Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive

CESAR : Caractéristiques et Evaluation des Symptômes de la Rhinite Allergique

COSEPAC : COmité sur la Situation des Espèces en Péril Au Canada

COX : Cyclo-OXYgénase

ECRHS : European Community Respiratory Health Survey

EMA : European Medicines Agency

ESGOP : Coopération Scientifique Européenne en Phytothérapie

HMPC : Committee on Herbal Medicinal Products

ISAAC : International Study of Asthma and Allergies in Childhood

IUCN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OPERA : Observatoire Patient Ecoute et compréhension dans la Rhinite Allergique

ORA : Observatoire de la prise en charge de la Rhinite Allergique

ORL : Oto-Rhino-Laryngé

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

PDi : Particules de Diesel

RNSA : Réseau National de Surveillance Aerobiologique

TNF : Tumor Necrosis Factor

## Table des illustrations

Figure 1 : Classification APG* IV des Angiospermes [21].....	14
Figure 2 : Rameau de bouleau [22] .....	15
Figure 3 : Schéma détaillé d'une feuille de bouleau [22] à droite et photographie d'une jeune feuille de bouleau en Avril (photographie personnelle) .....	16
Figure 4 : Sur le même individu : chatons mâles en Août à gauche (photographie personnelle), chatons en Avril au milieu (photographie personnelle) et détail de ces chatons à droite (photographie personnelle) .....	16
Figure 5 : Sur le même individu, de jeunes cônes, dressés en Avril à gauche (photographie personnelle), au milieu, des cônes en Août (photographie personnelle). Enfin des cônes presque secs en Octobre à droite (photographie personnelle).....	17
Figure 6 : Cône sec et samares détachées [24] .....	18
Figure 7 : Verrues sur un jeune rameau de bouleau verruqueux en Août (Photographie personnelle) .....	22
Figure 8 : A gauche vue générale d'un tronc de bouleau verruqueux (photographie personnelle), à droite détail d'un tronc de bouleau (photographie personnelle).....	24
Figure 9 : Photographie des poils sur une feuille de bouleau pubescent [48] .....	26
Figure 10 : Carte de répartition du bouleau nain en France métropolitaine [49] .....	28
Figure 11 : Photographie d'un bouleau nain à gauche, photographie d'une feuille de bouleau nain à droite [50] .....	29
Figure 12 : Grain de pollen de bouleau observé au microscope (Donnée du RNSA*).....	34
Figure 13 : Pic de présence du pollen de bouleau au cours de l'année (Graphique du RNSA*)	38
Figure 14 : Evolution de la date de démarrage de la pollinisation du bouleau à Amiens (Graphique du RNSA*) .....	39
Figure 15 : Evolution de la date de démarrage de la pollinisation du bouleau à Toulouse (Graphique du RNSA*) .....	39
Figure 16 : Evolution de l'index pollinique annuel du bouleau à Amiens (Graphique du RNSA*)	40
Figure 17 : Evolution de l'index pollinique annuel du bouleau à Toulouse (Graphique du RNSA*) .....	41
Figure 18 : Moyenne mobile des quantités de pollen de bouleau et des températures annuelles pour 6 villes de France de 1989 à 2015 (Graphique du RNSA*) .....	42
Figure 19 : Mécanisme de la réaction d'hypersensibilité immédiate [69] .....	46
Figure 20 : Taux de patients régulièrement traités pour asthme (Cahier Formation Moniteur n°3029).....	51
Figure 21 : Structure chimique de l'hyperoside [154].....	82
Figure 22 : Structure chimique du rutoside [155].....	82
Figure 23 : Structure chimique de l'acide bétulinique [156] .....	83
Figure 24 : Structure chimique de l'allantoïne [158].....	83

(\* Définition dans le glossaire)



Tableau 1 : Potentiels allergisants de différentes espèces d'arbres et d'herbacées (tableau du RNSA* [52]) .....	33
Tableau 2 : Traitements de l'asthme par paliers.....	59
Tableau 3 : Analyse de la sève de bouleau Santarome (données du laboratoire Santarome)....	75

(\* Définition dans le glossaire)

## Introduction

Arbre de la sagesse : c'est ainsi qu'il était qualifié, car, il y a bien longtemps, sous les coups donnés avec ses branches, les enfants apprenaient à se tenir sage !

Dès le plus jeune âge et la première sensibilisation scolaire ou familiale à la biodiversité de la forêt, nous apprenons à reconnaître cette espèce typique, reconnaissable entre mille, le bouleau. Si le reconnaître est aisé pour beaucoup d'entre nous, les connaissances que nous avons de lui sont parfois minces. Et l'on ne parvient pas toujours, en raison des hybridations possibles, à reconnaître de quel bouleau il s'agit, bien qu'il n'existe principalement que deux espèces sur les dizaines que cette arbre en compte, en France : *Betula pendula* et *Betula pubescens*.

Sur internet deux types d'articles fleurissent, ceux traitant de l'allergénicité importante du bouleau sont réguliers, annuels, rédigés à chaque pic pollinique depuis plusieurs années. Le bouleau ouvre en effet le bal annuel des allergies saisonnières au tout début du printemps, en un grand fracas, puisque qu'il fait partie des essences présentant le risque allergique le plus élevé et qu'il est fortement répandu en France, mis à part sur le pourtour méditerranéen.

Un autre type d'article se multiplie ces dernières années : internet et les magazines dits « féminins » regorgent d'articles vantant les bienfaits d'une cure de printemps et notamment d'une cure de sève de bouleau. Quels bienfaits peut-on attendre d'une telle cure ? La volonté de se détoxifier répondant vraisemblablement à un effet de mode, il est important de se pencher sur les propriétés même du bouleau, et pas seulement de sa sève. Dans de nombreux domaines de la santé, on peut en effet avoir recours au bouleau dans ses produits les plus variés :

- la gemmothérapie qui utilise les bourgeons des plantes,
- la phytothérapie qui utilise la plante ici en partie comme les feuilles ou l'écorce,
- l'aromathérapie qui utilise son huile essentielle,
- et l'homéopathie qui se fonde sur l'utilisation de macérats-mères plus ou moins dilués et déposés ou non sur un support neutre.

Ainsi le bouleau a plusieurs produits à offrir, utilisables par différentes voies (locale ou générale) et pour différentes indications, qui peuvent s'avérer intéressants en conseil à l'officine ou en soins de supports dans des affections de longue durée.

Mais le bouleau n'a-t-il pas d'autres ambitions ? N'a-t-il pas vocation à se rendre indispensable à la santé de l'homme, à l'image de sa nécessité pour recréer une forêt dans une zone industrielle désaffectée ? Plusieurs études ont mis en avant des

propriétés jusque-là inconnues et surprenantes de cet arbre des plus communs. Mais son utilisation en industrie pharmaceutique nécessite encore bien des études...

Arbre allergisant. Arbre de santé. Un dilemme, une complexité. Une question reste alors en suspens et nécessite, elle encore, des études : celle du pouvoir allergisant des produits de santé issus de cet arbre légendaire.

## 1. Un arbre légendaire

### 1.1. Etymologie, histoires et préhistoire

#### 1.1.1. Etymologie : de *bettu* à *Betula* où « bitume » et « bouleau » se rencontrent

L'origine étymologique du nom « bouleau » que nous connaissons aujourd'hui, cet arbre très répandu dans nos forêts tempérées et boréales d'Europe et de France, nous ramène au temps des Gaulois et des Romains qui peuplaient les lieux, aux alentours de l'an 0. Le très commun bouleau désigné aussi sous son nom latin *Betula pubescens* ou *Betula pendula*, pour les espèces majeures en France, suivant qu'il soit bouleau pubescent ou bouleau verruqueux aurait en effet hérité son nom du gaulois. On retrouve la trace de cet arbre dans l'ouvrage majeur de Pline l'ancien, un célèbre auteur romain du premier siècle après Jésus Christ, nommé *l'Histoire naturelle*.

Dans 16 des 37 volumes qui constituent cette encyclopédie, Pline nous décrit la végétation qui l'entoure, les caractéristiques morphologiques du bouleau et ses utilisations. Ainsi, dans le volume 16 de l'ouvrage, on retrouve la mention du bouleau qu'il décrit là comme « un arbre de la Gaule, très blanc et très élancé » [1].

Si le nom commun « bouleau » est issu du latin *Betula* ; ce dernier serait lui-même issu du gaulois *bettu* ou *bettiu* [2] qui donna *bettius* puis à son tour *bettula* [3]. Ce cheminement étymologique passant par *bettu* pourrait, en passant, nous expliquer l'origine du mot bitume. En effet, et même si bouleau et bitume ne semblent pas avoir de quelconque point commun, ces deux mots auraient une origine commune pouvant s'expliquer par la fabrication antique d'un goudron à partir du bouleau [4] ; c'est ainsi que le bitume de nos routes hérita d'un nom issu du goudron des gaulois tiré du bouleau et appelé *bitumen*.

Par sa similarité de couleur et de texture avec le bitume, et puisque le mot *bitumen* devint *betun* en ancien français, le béton qui fait aujourd'hui le paysage de nos villes tient lui aussi son nom du bouleau, arbre qui a fait et fait encore le paysage de la forêt et des campagnes françaises et européennes [5], [6].

#### 1.1.2. Le bouleau et l'homme, déjà inséparables au Paléolithique

Au milieu de la période du Paléolithique, l'homme avait déjà découvert la formidable capacité du bouleau à produire du brai, un autre nom utilisé pour désigner le goudron issu du bouleau. Cette substance noire et collante qu'il avait appris à extraire de l'arbre lui servait à fixer son outil tranchant, une pierre de silex généralement, à un manche en bois. L'empreinte de doigt découverte sur une substance collante portant la marque d'un silex et des cellules de bois en 1963 par une archéologue allemande nommée Dietrich Mania ; puis analysée en 1999 par différentes méthodes de spectrophotométrie par

Johann Koller et Ursula Baumer le confirme. C'est à ce moment que fut d'ailleurs révélée la composition de cette « colle du Paléolithique » : une quantité de bétuline non négligeable retrouvée dans la substance noirâtre orienta les scientifiques vers une espèce végétale nommée *Betula pendula* [7], [8] : le bouleau verruqueux.

Une question vint alors à l'esprit des scientifiques : l'Homme avait-il obtenu cette colle par hasard et en avait alors fait utilisation pour la fabrication de ses outils ou bien avait-il entrepris son extraction en toute conscience de ce qu'il obtiendrait ? Avait-il en quelque sorte « prémédité » l'extraction de cette colle ? En se penchant sur le procédé complexe d'obtention du brai de bouleau on comprend qu'il existe bien une volonté première de l'extraire. En effet pour obtenir du brai de bouleau il a fallu à l'homme de Neandertal ou à l'homme de Cro-Magnon, chauffer l'écorce de bouleau entre 340 et 400° Celsius pendant plusieurs heures. La complexité même du procédé atteste bien de la volonté de l'extraction et non du simple accident et ainsi de l'intelligence même des hommes aussi préhistoriques étaient-ils.

Une autre découverte relie encore homme et bouleau au moment de la préhistoire. D'après cette découverte il semblerait que l'homme n'ait pas uniquement utilisé le brai de bouleau comme colle pour la confection de ses outils mais aussi comme son tout premier chewing-gum. Des morceaux de goudron de bouleau datant du mésolithique et portant des empreintes de dents ont été retrouvés. On peut dans un premier temps se dire que le goudron était probablement mastiqué afin de le rendre plus malléable pour lui permettre son usage technique de colle pour les outils. Cependant, et puisque les empreintes de dents retrouvées sur les morceaux de goudron étaient, dans la majeure partie des cas, des empreintes de dents d'enfant, il semblerait que l'homme s'en soit bel et bien servi comme gomme à mâcher. Tout comme les feuilles de coca, de tabac ou d'autres substances végétales, le bouleau a donc servi lui aussi, à son heure, à stimuler la production de salive et à entretenir la dentition des hommes préhistoriques avant que l'histoire n'amène la brosse à dents [9], [10].

Si aujourd'hui le bouleau nous paraît insignifiant et est surtout associé à une réputation d'espèce à pollen allergisant, il faut se rappeler que, de la Préhistoire à nos jours, le bouleau a toujours été source de progrès pour l'homme, matière première pour l'industrie du bois et même, nous le verrons par la suite, espèce à usage thérapeutique...

### 1.1.3. Etymologies dissidentes : Brigitte et les parchemins

D'autres hypothèses concernant l'étymologie du nom bouleau ont aussi été formulées, bien que moins représentées dans la littérature.

Pour certains l'origine du nom bouleau viendrait de *bhurga*, qui désigne un parchemin d'écorce [3]. En effet il semblerait que l'écorce de bouleau ait à un moment servi de support à écriture comme en témoignent les documents en écorce de bouleau [11] retrouvés à partir de 1951 en différents lieux de fouille de Novgorod, une ville du Nord-Ouest de la Russie. Ces fouilles, dirigées par A.V. Arcichovskij et V.L.Janin, permirent de mettre à jour 539 documents de 1951 à 1976. En 1981, le chiffre est porté à 623 pièces pour la plupart originaires du nord-ouest de la Russie à la limite de la Biélorussie. La datation estime que ces pièces ont été écrites entre le XI<sup>ème</sup>-XII<sup>ème</sup> siècle et le XV<sup>ème</sup> siècle après Jésus-Christ. La fin de l'utilisation du *beresta* [12], qui est le nom que l'on donne au papier à manuscrit que l'on tirait de l'écorce du bouleau, est probablement due à l'apparition, au développement et à la démocratisation de l'utilisation du papier [13].

Pour d'autres, enfin, l'origine du mot bouleau serait liée à Birgh, dont le nom donna bien plus tard le prénom de Brigitte, une déesse de la forêt du culte printanier pré-celte [3]. Beltaine, fêtée le 1<sup>er</sup> mai, est une fête religieuse celtique en rapport avec Belenos et Belisama liés eux même à la lumière, on y a recours aux « feu de bel » qui sont de grands feux rédempteurs et purificateurs [14], [15], [16]. Cette fête célébrant l'arrivée du printemps est symbolisée par le bouleau qui représente, lui aussi, d'après le culte celte et leur ogham, le renouveau et la purification [3].

### 1.2. Rappels botaniques et palynologiques

Il y a 10.000 ans, il fut l'un des premiers arbres à coloniser le continent Eurasien après le recul des glaciers du pléistocène [17].

Aujourd'hui, différentes espèces de bouleaux se développent dans nos forêts de région tempérée. Ces dernières, bien que différenciables par certaines de leurs caractéristiques morphologiques, appartiennent toutes à la même famille, celle des Bétulacées. C'est donc le bouleau lui-même qui a donné son nom à la famille des Bétulacées, bien qu'il ne soit cependant pas la seule espèce à en faire partie [3]. Appartenant à la même famille, les plus proches parents des bouleaux sont les aulnes, *Alnus*.

### 1.2.1. Un peu de phylogénie

Le bouleau appartient donc à la famille des Bétulacées qui appartient elle-même à l'ordre des Fagales qu'englobent les Eudicotylédones issues elles-mêmes de l'embranchement des Spermatophytes sous-embranchement des Angiospermes [3], [18], [19], [20], (figure 1).

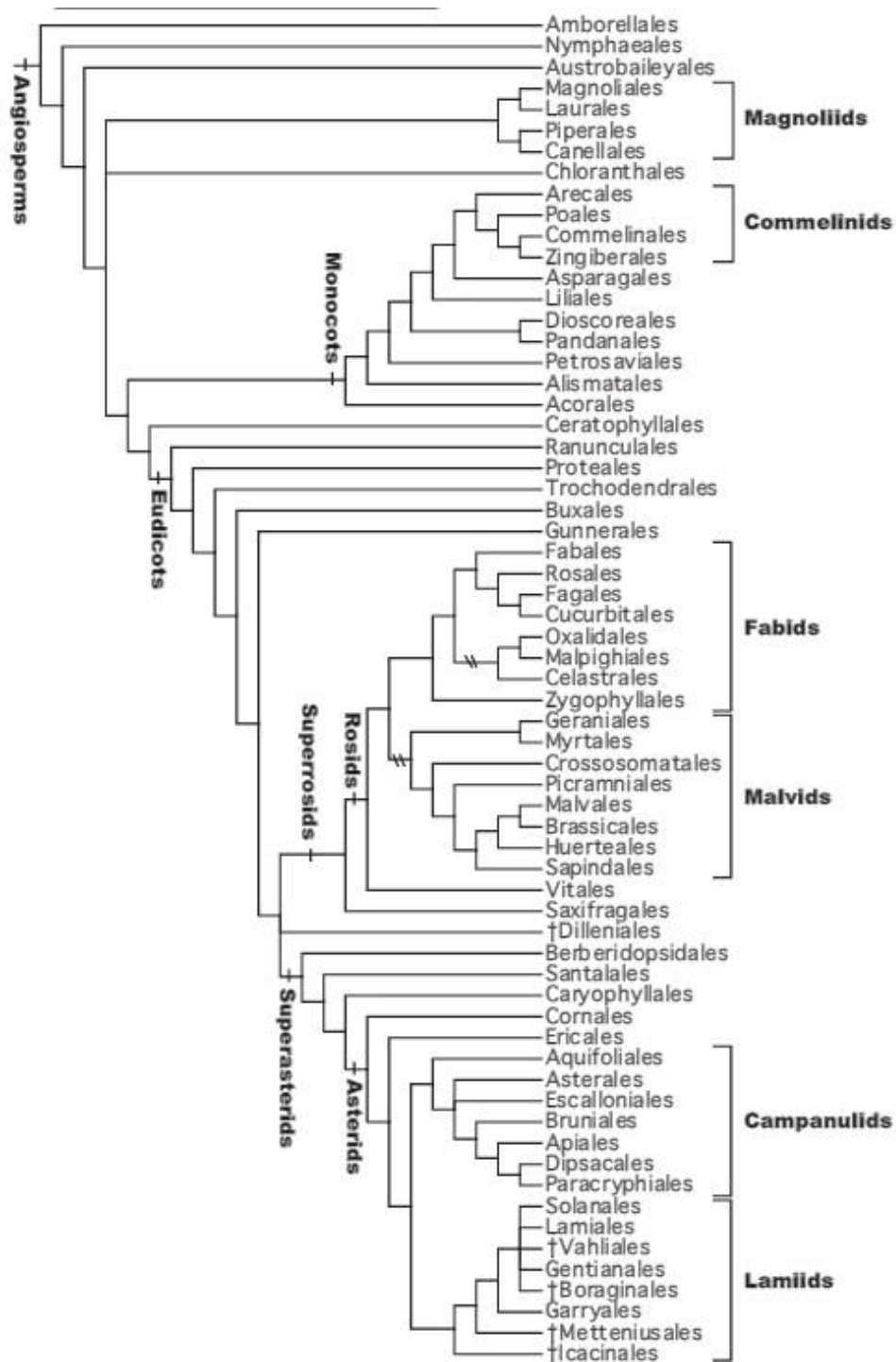


Figure 1 : Classification APG\* IV des Angiospermes [21]

(\* Définition dans le glossaire)

Dans le clade des Rosidées, et plus précisément dans celui des Eurosidiées 1, on retrouve l'ordre des Fagales composé de plantes ligneuses à type d'arbre ou d'arbuste à fleurs unisexuées regroupées en chatons. Ces plantes sont également anémogames, c'est-à-dire que leur mode de reproduction nécessite la dissémination de leur pollen par le vent ce qui explique l'allergénicité du bouleau qui nous intéresse plus spécialement. L'ordre des Fagales compte, à lui seul, 7 familles d'après la dernière classification phylogénétique de 2009 :

- Les Nothofagacées
- Les Fagacées qui comprennent entre autres le hêtre *Fagus sylvatica*, les chênes *Quercus spp*, et le châtaigner *Castanea sativa*
- Les Myricacées
- Les Juglandacées parmi lesquelles le noyer. Cette famille a été, dans la dernière classification APG\* fusionnée avec celle des rhoipteleacées
- Les Ticodendracées
- Les Casuarinacées
- Et les Bétulacées. C'est à cette famille que nous allons maintenant nous intéresser puisque c'est à cette famille qu'appartiennent nos bouleaux.

### 1.2.2. Les Bétulacées : caractéristiques morphologiques et liste des membres

La famille des Bétulacées se compose d'arbres et d'arbustes, vivant essentiellement dans l'hémisphère nord. La plante est monoïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont portées sur chaque pied. Les feuilles simples dentées pétiolées et pennées sont disposées de manière alterne [19] comme on peut le voir sur la figure 2 qui montre la disposition des feuilles sur le rameau, et la figure 3 qui détaille la structure de la feuille de bouleau.

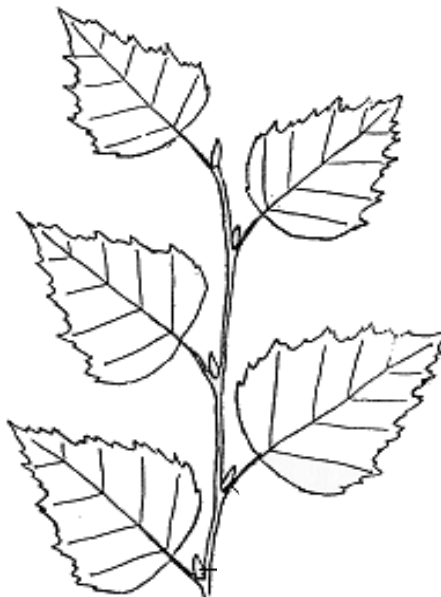


Figure 2 : Rameau de bouleau [22]

(\* Définition dans le glossaire)



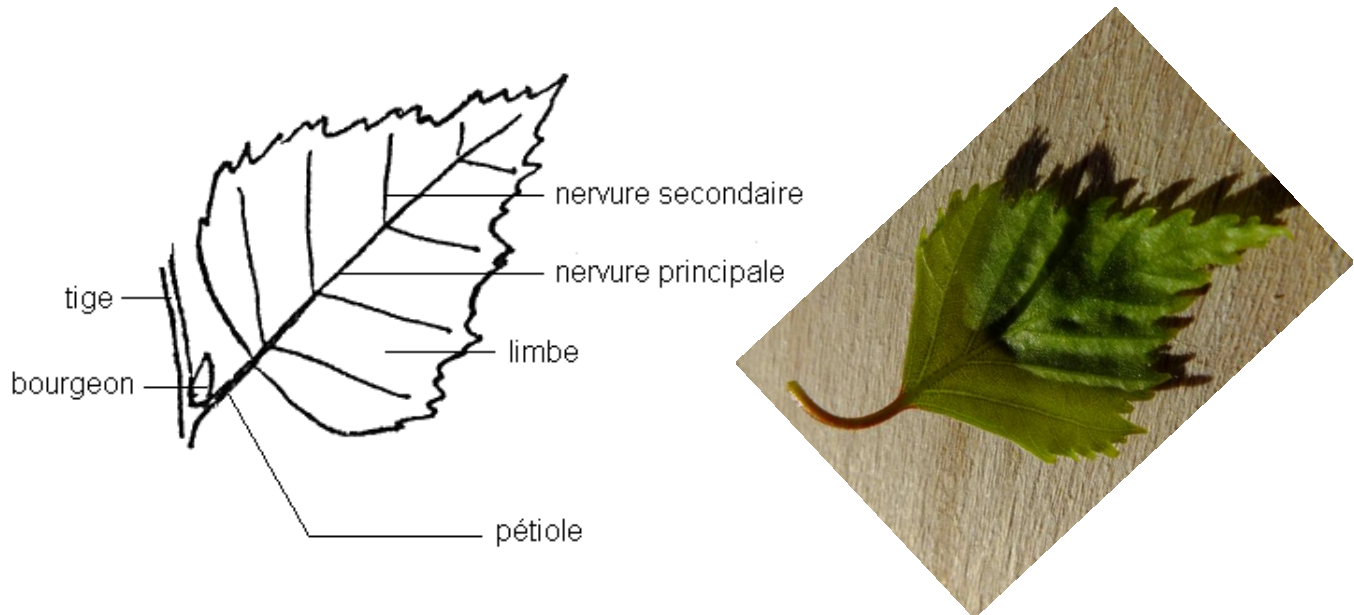


Figure 3 : Schéma détaillé d'une feuille de bouleau [22] à droite et photographie d'une jeune feuille de bouleau en Avril (photographie personnelle)

Les Bétulacées sont des arbres à feuilles caduques. Le terme caduc s'oppose à persistant qui est la caractéristique des feuillages de la plupart des conifères.

Les fleurs de cette famille sont regroupées en chatons distincts mâles ou femelles. Les deux fleurs étant portées par un même pied. On retrouve les fleurs mâles appelées chatons regroupés par trois et pendant en bout de rameau. Ces chatons mâles sont sessiles, c'est à dire apposés directement au rameau sans pédoncule. Les fleurs femelles sont plus petites, solitaires, pédonculées et dressées à l'aisselle des feuilles, ce sont les cônes [3], [5], [23], (figures 4 et 5).



Figure 4 : Sur le même individu : chatons mâles en Août à gauche (photographie personnelle), chatons en Avril au milieu (photographie personnelle) et détail de ces chatons à droite (photographie personnelle)



Figure 5 : Sur le même individu, de jeunes cônes, dressés en Avril à gauche (photographie personnelle), au milieu, des cônes en Août (photographie personnelle). Enfin des cônes presque secs en Octobre à droite (photographie personnelle)

Les fruits des représentants de cette famille sont bien différents de ce que tout un chacun peut appeler fruit. Les fruits sont en fait, comme ceux de tous les bouleaux, de petits éléments ne mesurant pas plus de quelques millimètres et composés d'une graine et de deux ailettes, une de chaque côté. Ces ailettes membraneuses d'une taille comparable à celle de la graine sont arrondies et leur fine épaisseur laisse passer la lumière. Ainsi, par leur légèreté, les graines de bouleau verruqueux peuvent être disséminées par le vent ce qui en fait une espèce anémochore. Ces fruits nommés alors des samares sont séparés les uns des autres dans le cône par de petites écailles aux lobes latéraux triangulaires (figure 6).



Figure 6 : Cône sec et samares détachées [24]

Une caractéristique de ces graines réside dans le fait que leur pouvoir de germination ne perdure pas longtemps. Ainsi toutes les conditions doivent être réunies au même moment afin de permettre une bonne dissémination et une germination réussie [3], [5], [19]. Cette courte durée du pouvoir de germination est compensée par un nombre important de graines produites. Le bouleau fait en effet partie des espèces illustrant la stratégie « r » en écologie ou stratégie reproductive qui vise à compenser une forte mortalité ou un faible taux d'arrivée à maturité par une forte fécondité. Chaque année aux mois d'avril et mai, un individu adulte produit environ 1 kilogramme de graines ailées. Si l'on considère qu'un simple gramme représente 10.000 de ces graines ailées, chaque année, un bouleau adulte produit environ 10.000.000 de graines [25] !

Les auteurs ne s'accordent pas tous sur le nombre et la liste des espèces qu'il conviendrait d'inclure dans la famille des Bétulacées. Cependant, et pour la grande majorité d'entre eux, les Bétulacées se diviseraient en deux sous-familles [5], [18], [20] :

- Les Coryloïdes parmi lesquels on retrouve les noisetiers *Corylus*, les charmes *Carpinus*, et le charme-Houblon *Ostrya carpinifolia* Scop. En effet depuis 2009 et l'avènement de la classification phylogénétique APG\* III [20] la majorité des scientifiques s'accorde à dire que les anciennes familles des *Corylaceae* et *Carpinaceae* auxquelles appartenaient respectivement noisetiers et charmes ne sont plus valides et qu'il convient donc de les inclure dans la famille des Bétulacées.
- Les Betuloïdes qui comptent les aulnes *Alnus* et les bouleaux *Betula* [5]

(\* Définition dans le glossaire)

### 1.2.3. Différentes espèces de bouleaux représentées dans le monde

Les bouleaux français sont tous des arbres, excepté le bouleau nain *Betula nana* qui est, lui, un arbrisseau mesurant de 30 centimètres à 1 mètre de hauteur [26]. Ils se reconnaissent facilement par l'écorce qui couvre leur tronc se détachant facilement en long copeaux s'enroulant sur eux-mêmes, on dit ainsi de cette écorce qu'elle est papyracée. Cependant, il existe à travers le monde de nombreuses espèces de bouleaux. Ainsi on peut dénombrer une quarantaine d'espèces d'arbres et arbustes du genre *Betula*, originaires pour la plupart de Russie, de Sibérie, d'Asie centrale, mais aussi et surtout d'Amérique du Nord [23] parmi lesquelles on peut citer, entre autres exemples :

- Le bouleau jaune, *Betula alleghaniensis* Britton. ou *Betula lutea* Michx.f. est une espèce commune de l'Amérique du Nord et du Canada [27] où elle est très fortement représentée et exploitée en sylviculture pour sa rentabilité économique [28]. C'est une des plus grandes espèces de bouleau, caractérisée par une écorce grise-dorée voire cuivrée à odeur de Wintergreen [3].
- Le bouleau flexible ou bouleau merisier rouge, *Betula lenta* L., lui aussi d'Amérique du Nord est très semblable au précédent mais se distingue par une taille plus petite. Au Canada et plus précisément dans la province d'Ontario il tend à disparaître comme le souligne le COSEPAC\* [29]. Sa présence est plus importante aux Etats-Unis. La distillation de son écorce est source d'une huile essentielle riche en salicylate de méthyle anti-inflammatoire [3], [30].
- Le bouleau à papier, *Betula papyrifera* Marsh., ou bouleau à canots puisque son bois servit à la construction des canots des Amérindiens est aussi une espèce commune d'Amérique et même une des mieux représentées d'Amérique du Nord. Son écorce blanche et son peu d'exigences de culture lui ont valu son introduction en Europe au XVIIIème siècle [5],[3].
- Le bouleau nain de Terre-Neuve, *Betula michauxii*, est, comme son nom l'indique, originaire de Terre-Neuve même si on le retrouve maintenant au Canada. C'est une espèce arbustive de bouleau mesurant à peine 50centimètres de hauteur [31].
- Le bouleau de Murray ou *Betula murrayana*, est, comme le bouleau flexible, une espèce en danger d'extinction comme l'indique la Liste Rouge de l'IUCN\* [32]. Cette espèce rare se développe naturellement sur deux sites distincts : le premier dans le Michigan et le second dans la province d'Ontario. Cet arbre à l'écorce rouge foncé se rapproche morphologiquement de son cousin le bouleau jaune commun lui aussi au Canada [33].
- Le bouleau noir, *Betula nigra*, est aussi couramment rencontrée en Amérique du Nord et plus précisément cette fois, dans les régions humides des Etats-Unis. Sa tolérance à l'humidité lui a d'ailleurs valu son nom anglais de « river birch ». Il

(\* Définition dans le glossaire)

présente, comme le bouleau de Murray, une écorce brune à rouge mais, contrairement à bon nombre d'espèces de bouleau, et c'est ce qui fait son originalité, il tolère plutôt bien la chaleur [5], [34], [35].

- *Betula occidentalis* Hook. ou « water birch » vient d'Amérique de l'Ouest et du Nord et préfère, lui aussi, l'humidité, d'où son nom. Son écorce brun-rouge-violacé se détache moins en lambeaux que celle des autres bouleaux [3], [36], [37].
- Le bouleau gris ou bouleau à feuilles de peuplier, *Betula populifolia* Marsh., vient lui aussi d'Amérique du Nord et majoritairement du Québec. Sa durée de vie d'une cinquantaine d'années seulement le classe parmi les bouleaux vivant le moins longtemps [38]. C'est l'espèce de bouleau Américain se rapprochant le plus du bouleau verruqueux commun en Europe, bien qu'il soit caractérisé par une écorce ne s'exfoliant pas [5].
- Le bouleau de résine, bouleau humble, ou « Alaska paper birch », *Betula neolaskana*, est lui originaire d'Alaska où on le retrouve fréquemment sur les sols tourbeux. Proche du *Betula papyrifera*, mais se démarquant par une moindre taille, son écorce brun-rougeâtre devenant crème rosée avec les années ne se détache pas aussi facilement que celle du bouleau à papier [39]. Ce bouleau, adapté aux zones marécageuses, se développe dans des régions froides comme l'Alaska, la Russie et la Scandinavie [3].

Bien d'autres espèces de bouleaux colonisent la planète : le bouleau à côtes *Betula costata* dans la région de Mandchourie en Chine, *Betula albosinensis* ou bouleau de Chine à l'écorce allant du rose-orangé au rouge, *Betula davurica* qui, lui, couvre une zone allant de la Sibérie à la Corée, *Betula ermanii* lui aussi originaire de Corée et du Japon... [3], [5].

De plus, il existe une complexité supplémentaire qui réside dans le fait que les bouleaux sont connus pour la facilité qu'ils ont à s'hybrider naturellement. De ce fait lorsque plusieurs espèces de bouleaux sont présentes dans une même région il n'est pas rare de voir apparaître un hybride issu de deux espèces déjà présentes dans le secteur. Ainsi on peut citer, à titre d'exemple, *Betula x aurata* Borkh., un hybride commun en France [40], puisque ses deux parents : *Betula pendula* Roth. et *Betula pubescens* Ehrh., y sont représentés [41]. Sur le même modèle, *Betula cordifolia* et *Betula populifolia* auraient donné *Betula x caerulea*, aussi appelé bouleau bleu, un hybride d'Amérique du Nord et du Canada qui tiendrait son nom courant de la couleur verte-bleutée de son feuillage au printemps [3].

En Europe on ne dénombre que quatre espèces de bouleaux dont seules les trois premières sont représentées en France : bouleau verruqueux *Betula pendula*, bouleau pubescent *Betula pubescens*, bouleau nain *Betula nana*, bouleau arbustif *Betula humilis*.

Il faut noter que la dénomination de bouleau blanc qui est encore souvent présente dans le langage populaire a été abandonnée par la communauté scientifique. Ce terme de bouleau blanc, introduit par Linné, regroupe en fait deux proches cousins : le bouleau pubescent et le bouleau verruqueux auquel nous allons maintenant nous intéresser [5], [42].

#### 1.2.4. Le plus fréquent en France : *Betula pendula* Roth. ou *Betula verrucosa* Ehrh. le bouleau verruqueux

##### 1.2.4.1. Répartition

Espèce de bouleau peu exigeante, le bouleau verruqueux peut être retrouvé sur des types de sols très variés allant des sols humides à secs une partie de l'année, bien qu'il n'apprécie guère une sécheresse prolongée. Le bouleau verruqueux aime particulièrement la lumière ; espèce héliophile, elle disparaît au plus profond de la forêt. On le retrouve alors dans les forêts claires, les landes et même en altitude jusqu'à 2000 mètres puisqu'il ne craint pas le froid et présente même une bonne résistance aux gelées. Suivant ces répartitions variées, en plaine ou en montagne, le bouleau adoptera, bien sûr, une morphologie différente, plus ou moins élancée, avec un port plus ou moins développé [3], [5], [19].

Ainsi, ses faibles exigences en font une espèce très commune en France, hormis sur le pourtour méditerranéen où la chaleur et la sécheresse plus fréquentes qu'ailleurs en France métropolitaine tendent à faire diminuer le nombre d'individus, poussés à ne se développer que dans des endroits frais comme en altitude [19].

Commun de la taïga (forêt du pourtour arctique) aux landes, cet arbre sait s'accommoder des sols qu'il colonise : humides ou secs, pauvres ou riches. Cette capacité d'adaptation en fait une espèce pionnière ou colonisatrice : cette espèce apparaît dans les premiers stades de la dynamique forestière. Sa croissance rapide et son héliophilie lui permettent en effet de recréer rapidement, en collaboration avec d'autres espèces pionnières, un milieu forestier ombragé et conservant d'avantage l'humidité au sol grâce à l'ombre produite. Ce changement permet alors à d'autres espèces qui tolèrent mal l'ensoleillement aux stades premiers de leur développement de croître à leur tour. En effet, ces espèces secondaires à la colonisation primaire du bouleau trouvent un abri pour leurs jeunes jours sous le feuillage du bouleau. De plus, les feuilles du bouleau qui tombent au sol sur ce milieu encore en développement

contribuent à son amélioration en produisant un humus d'excellente qualité, et permettent l'apparition d'espèces aux exigences plus importantes [17]. Cependant et de par sa courte durée de vie et son besoin accru de lumière, le bouleau est voué à disparaître du cœur de la forêt qu'il a lui-même aidé à développer, et de ne se contenter que de sa lisière [3], [5], [17].

On le retrouve ainsi majoritairement dans les forêts claires et préférentiellement dans les lisières de bois, et les clairières puisque son développement ne se fait de manière optimale qu'à découvert.

#### 1.2.4.2. Etymologie

Si le bouleau verruqueux tient son nom de *Betula* comme on a pu l'expliquer précédemment, le terme verruqueux fait référence aux petits monticules grisâtres formant comme des verrues sur les jeunes rameaux bruns [5].

Observables, pour les plus gros monticules, d'un œil attentif comme on peut le voir sur la figure 7, il faut se munir d'une loupe afin de discerner les plus fins d'entre eux.

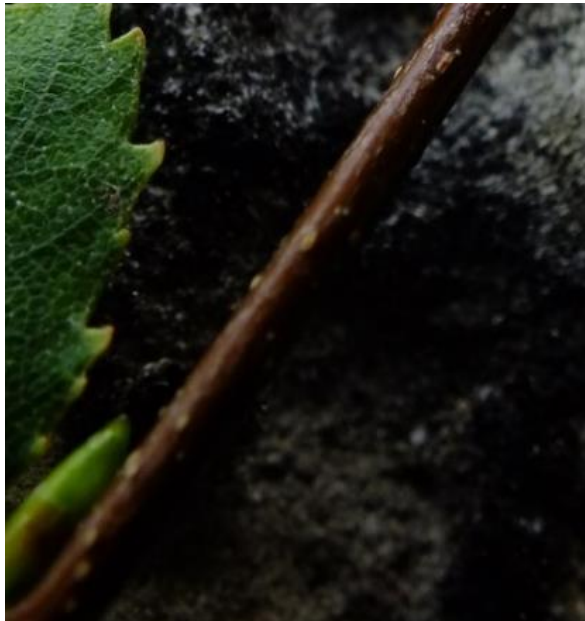


Figure 7 : Verrues sur un jeune rameau de bouleau verruqueux en Août (Photographie personnelle)

L'autre nom latin du bouleau verruqueux, *Betula pendula*, peut être expliqué par le fait que les rameaux longs et souples donnent à l'individu un port retombant. Ainsi cette espèce de bouleau a une allure d'arbre pleureur, aux branches pendantes ce qui donna *pendula* [5], [43].

#### 1.2.4.3. Morphologie de l'espèce

La taille des représentants adultes des bouleaux verruqueux est d'environ 20 à 25 mètres de hauteur, tout au plus, pour un tronc d'environ 60 centimètres de diamètre à la base. Son branchage plutôt clairsemé laisse volontiers passer la lumière ce qui confère à cette espèce une impression de légèreté comparé à ses autres collègues feuillus au port plus développé et imposant. La taille et l'allure générale peuvent évidemment varier selon le climat sous lequel se développe l'individu.

La croissance du bouleau est très rapide en comparaison à celle des autres arbres. Mais si le bouleau verruqueux peut atteindre une quinzaine de mètres de hauteur en seulement 20 ans, sa vie ne dure qu'une petite centaine d'années. De ce fait, les bouleaux centenaires, contrairement aux chênes ou aux hêtres par exemple, sont exceptionnels [5].

Pour décrire l'anatomie des représentants de cette espèce nous partirons du bas vers le haut c'est à dire du système racinaire en direction des rameaux les plus fins, tout en passant par le tronc.

Tout d'abord le système racinaire de l'espèce est décrit comme dense, cependant il n'est que superficiel contrairement à celui d'autres espèces comme le hêtre ou le sapin qui s'enfonce profondément dans le milieu. Le bouleau verruqueux reste donc une espèce sensible aux périodes de sécheresse du sol. Cette caractéristique racinaire traduit cette sensibilité particulière et donc sa faible présence dans les régions les plus sèches de France comme le pourtour méditerranéen.

Le tronc facilement identifiable du bouleau verruqueux et souvent divisé en plusieurs branches principales, se pare de couleurs qui évoluent avec ses années. Ainsi le jeune bouleau arbore des couleurs brunes dorées à cuivrées, alors que l'écorce de son voisin, plus âgé, est blanc-argentée et recouverte de lenticelles horizontales plus foncées (figure 8). Au pied de ce vieil arbre et jusqu'à 1 à 2 mètres de hauteur, l'écorce blanche, comme immaculée, se fend de crevasses noires plus ou moins profondes et irrégulières ; c'est le rhytidome. Bien sûr, comme pour la plupart des bouleaux, la couche la plus externe de l'écorce du bouleau verruqueux s'exfolie en bandes minces, ce qui le rend facilement reconnaissable [5], [44].





Figure 8 : A gauche vue générale d'un tronc de bouleau verruqueux (photographie personnelle), à droite détail d'un tronc de bouleau (photographie personnelle)

Sous cette singulière écorce se cache un bois plutôt tendre et élastique, utilisé pour son bon pouvoir calorifique. Le pouvoir calorifique inférieur de ce bois est de 5020 kWh/tonne, ce qui le place dans la moyenne des autres feuillus mais ne lui permet pas de rivaliser avec d'autres combustibles tels que le charbon ou le fuel (PCI\* respectivement aux alentours de 9000 et de 11000 kWh/tonne) [45], [46]. Ce bois homogène de couleur pâle variant du blanc au jaune est réputé pour être un bon combustible, cependant, il faut noter qu'une fois abattu il se conserve très difficilement et est rapidement gagné par la pourriture lorsqu'il est entreposé à l'humidité.

La tendreté mais aussi la légèreté et la résistance du bois de bouleau verruqueux en font un bois qui peut être utilisé en industrie et pour l'ameublement [47].

Les branches du bouleau verruqueux d'abord dirigées vers le ciel en un port peu développé mais élégant tendent à leur extrémité à retomber du fait de leur souplesse. Leur port est dit pleureur. On peut cependant noter que ce caractère peut être plus ou moins marqué, ce qui permet, tout en gardant la même espèce, d'avoir une palette de ports différents.

(\* Définition dans le glossaire)

Les rameaux de ces branches, luisants et de couleur brun-clair à violet, sont couverts de verrues résineuses de couleur blanche à grise visibles lorsque l'on y prête attention comme on peut le voir figure 7.

Le long de ces rameaux souples et fins sont insérées, par un pétiole long de plusieurs centimètres des feuilles simples. Majoritairement triangulaires mais pouvant présenter une forme se rapprochant du losange, ces feuilles doublement dentées de couleur verte au printemps puis orangées à l'automne mesurent jusque 6 à 7 centimètres seulement. Ces feuilles ne portent pas de poils mais on peut observer des glandes résineuses, à l'image de celles présentes sur les rameaux, sur la face inférieure du pétiole et du limbe. Ces feuilles sont alternes et irrégulières. On peut observer à la base de la feuille, où le pétiole et le rameau se rencontrent, un bourgeon allant du vert au brun suivant la saison, allongé et à l'extrémité pointue [3], [5].

La première floraison du bouleau verruqueux qui a lieu entre avril et mai, n'intervient qu'après en moyenne une vingtaine d'années de vie. Les chatons mâles peuvent atteindre une dizaine de centimètres de longueur, et apparaissent à la fin de l'automne. Les fleurs femelles sont, elles, plus petites, mesurant 3 à 4 centimètres tout au plus. Elles apparaissent, elles, au printemps.

Après fécondation et formation des graines le cône femelle grossit et perd son port dressé pour devenir tombant [3], [5], [19], [44].

Les fruits mûrs, regroupés en cônes allongés dès le début de l'été sont des samares.

#### 1.2.5. *Betula pubescens Ehrh.* le bouleau pubescent

##### 1.2.5.1. Répartition

Deuxième espèce de bouleau la plus représentée en France, le bouleau pubescent résiste à des températures plus basses que le bouleau verruqueux. Plus gourmand en eau que ce dernier, il préfère les endroits ombragés de préférence sur des sols tourbeux [5]. Ainsi il se plaît dans des lieux comme les tourbières, les berges de cours d'eau et les bords d'étangs ou autres plans d'eau.

Cette espèce est commune en région Atlantique et on peut le retrouver sur tout le territoire de France métropolitaine, jusque 1700 mètres d'altitude, mis à part dans la région méditerranéenne où le climat semble trop sec pour lui [19].

Comme le bouleau verruqueux il n'est souvent présent que dans les stades de colonisation forestière, et sa présence n'est, dans ce cas, que transitoire et ne se maintient que dans des trouées de grandes envergures.

### 1.2.5.2. Etymologie

Comme son précédent cousin, le bouleau pubescent tient son nom de *Betula* comme on a pu le développer en préambule. Le terme pubescent se rapporte, lui, à une caractéristique propre de l'espèce : les rameaux du *Betula pubescens* sont couverts de fins poils [3], [5], (figure 9). Pubescent dérive en effet du latin *pubescere* qui signifie se couvrir de poils, et qui est, par là même, à l'origine des termes de puberté, pubis et des adjectifs associés.



Figure 9 : Photographie des poils sur une feuille de bouleau pubescent [48]

En Français courant on lui accorde souvent le nom de bouleau des marais, terme qui se réfère alors à sa présence un peu plus prononcée que les autres espèces de bouleaux dans les lieux très humides.

### 1.2.5.3. Caractéristiques morphologiques

Les caractéristiques morphologiques des individus de cette espèce sont similaires à celles de son cousin le bouleau verruqueux c'est pourquoi Linné les avait regroupées sous le terme global et désormais désuet de bouleau blanc, *Betula alba*.

Certains points permettent néanmoins de les distinguer. Le bouleau pubescent est généralement moins grand et plus tortueux que son cousin [5]. En effet si le bouleau verruqueux atteint couramment, comme on l'a dit, 20 à 25 mètres de hauteur, le bouleau pubescent se contente lui d'une taille moyenne de 15 mètres, certains individus pouvant croître jusque 20 mètres tout au plus [3][19].

Son écorce n'a pas le blanc immaculé de celle du bouleau verruqueux, elle tire vers le gris voire le noirâtre ou vers le jaune-crème mais présente néanmoins un peu moins de crevasses sombres [3]. Cette différence esthétique n'enlève rien du bon pouvoir calorifique de ce bois tendre.

Son port droit se distingue du port dit pleureur du bouleau verruqueux. En effet le diamètre un peu plus important de ses rameaux, leur permet de rester droits de leur embranchement à la branche principale jusqu'à la cime de l'arbre [5], [19]. Ces rameaux sont couverts de fins poils qui peuvent aussi être retrouvés sur la face inférieure du limbe, le pétiole et les bourgeons.

Les feuilles alternes de ce bouleau sont moins dentées et présentent une forme plus ovale et allongée. Elles sont parfois dites cordiformes c'est-à-dire qu'elles ont une forme de cœur [3], [5].

Les bourgeons sont un peu moins longs et présentent une forme plus large et arrondie. Autre différence avec le bouleau verruqueux, les chatons mâles du bouleau pubescent ne peuvent, eux, qu'atteindre 4 à 7 centimètres de long. Les cônes femelles sont eux aussi un peu plus courts [3].

Les autres caractéristiques morphologiques de cette espèce sont sensiblement proches de celles du bouleau verruqueux puisque ce ne sont pas des caractéristiques spécifiques de l'espèce mais de la famille.

Il faut noter, pour nuancer nos propos, qu'il est délicat de donner les caractéristiques de cette espèce de bouleau puisqu'il en existe différentes sous-espèces, elles-mêmes aux caractéristiques particulières. Ainsi on peut distinguer *Betula pubescens subsp. pubescens* qui se conformerait à notre première description et *Betula pubescens subsp. carpatica* aussi appelé bouleau des Carpates qui est lui un bouleau de montagne qui ne mesure pas plus de 10 mètres et qui présente des rameaux rapidement glabres et des feuilles presque rondes. Il existe aussi une sous espèce appelée bouleau tortueux dont les représentants sont caractérisés par des morphologies tout à fait originales.

Il existe aussi de nombreux cultivars de cette espèce, c'est-à-dire une grande diversité d'individus, issus généralement d'une sélection variétale, reconnus pour des caractéristiques particulières. Ici des feuilles pourpres, là un port pleureur... [3]

## 1.2.6. Une espèce plus rare en France : *Betula nana* L. le bouleau nain

### 1.2.6.1. Répartition

Le bouleau nain est une espèce très rare en France où il n'est plus représenté que dans deux lieux précis : les tourbières de la Margeride dans le sud-est du Massif-Central et la région de Mouthe dans le Haut-Jura, (figure 10). Cette rareté en fait une espèce protégée sur la liste nationale [3], [19].

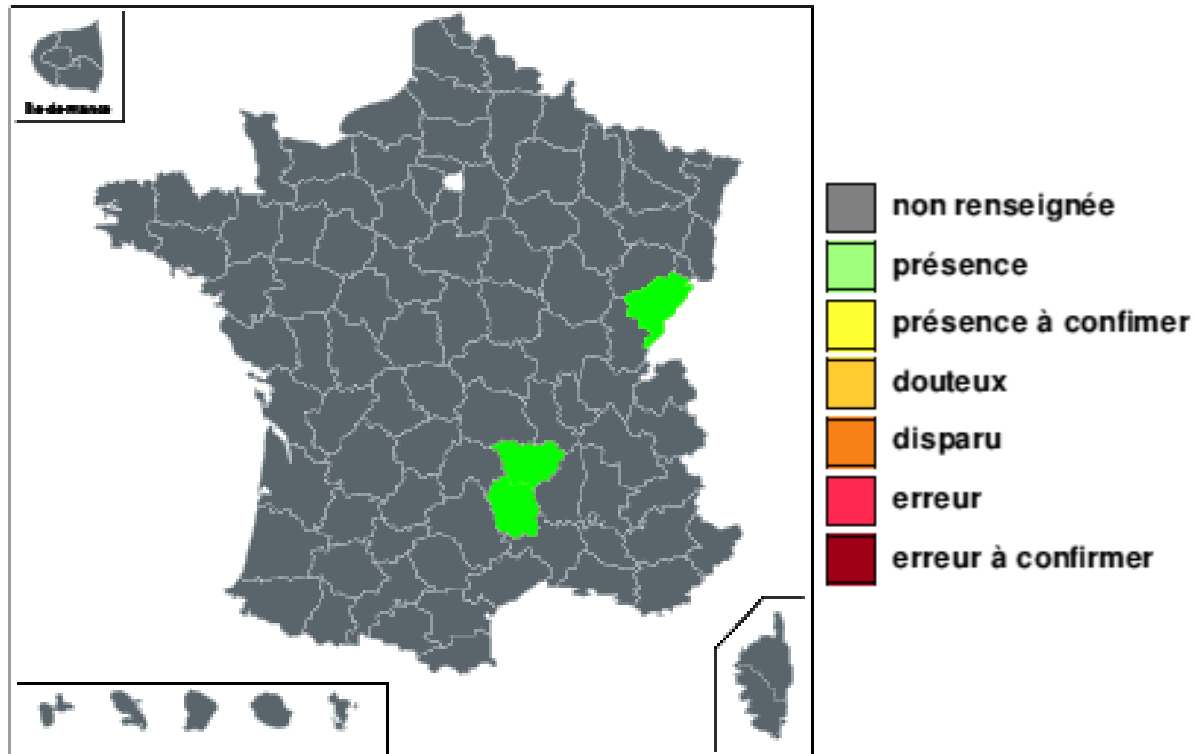


Figure 10 : Carte de répartition du bouleau nain en France métropolitaine [49]

Cette espèce, relique des périodes de glaciation du Quaternaire, se plaît dans les climats montagneux et froids ce qui explique son implantation dans les forêts de Scandinavie, en Europe boréale, en Alaska, au Canada, au Groenland, et en Asie. Aimant aussi l'humidité, elle se développe de préférence dans les tourbières et clairières tourbeuses où elle peut aussi profiter d'un bon ensoleillement [5]

### 1.2.6.2. Etymologie

Comme ses autres cousins, le bouleau nain tient son nom de *Betula* comme on a pu précédemment le développer. L'adjectif nain (ou *nana* dans le nom latin) vient du latin

*nanus* lui-même issu du grec *nanôs* ; on retrouve d'ailleurs cette origine dans les préfixes des termes nanomètre et nanoparticule faisant, là aussi, référence à des éléments de très petite taille.

### 1.2.6.3. Caractéristiques morphologiques

Le bouleau nain est un petit arbrisseau qui mesure généralement de 30 à 40 centimètres de hauteur, n'atteignant que rarement le mètre. Ce petit bouleau semble courir au sol, comme si sa morphologie avait été façonnée par les conditions climatiques : le vent puissant de montagne et le lourd enneigement annuel [19].

Cette anatomie tortueuse (figure 11) peut, au premier regard, le laisser s'apparenter à un bouleau plus commun : verruqueux ou pubescent qui, soumis au climat montagnard, se serait développé en un port trapu, comme plaqué au sol [3]. Cependant d'autres caractéristiques qui lui sont propres permettent de distinguer le bouleau nain des autres bouleaux.



Figure 11 : Photographie d'un bouleau nain à gauche, photographie d'une feuille de bouleau nain à droite [50]

Tout d'abord l'écorce de ce représentant est brune même une fois passé le stade juvénile.

Les rameaux, dressés, ne présentent pas de verrues. Les feuilles simplement dentées, crénelées, qui mesurent à peine un centimètre de long, sont d'un vert foncé comme on

peut le constater sur la figure 11. Ces dernières ne présentent de poils que lorsqu'elles sont jeunes.

Les chatons sont semblables à ceux des autres bouleaux, bien que de taille plus petite, en accord avec la taille globale de l'individu.

Les bourgeons sont petits et arrondis.

Il faut noter qu'il existe aussi pour cette espèce, plusieurs sous-espèces représentées.

Hormis cette dernière espèce qui ne se développe que dans des localisations très précises de France, les deux autres espèces de bouleau dont nous avons précédemment parlé se développent sur une très large partie de notre territoire. Ces espèces cosmopolites répandent leur pollen sur la quasi-totalité du pays et sont donc responsables de nombreuses manifestations respiratoires allergiques.

## 2. Un arbre au pollen allergisant

Les allergies sont dues à des réponses exagérées du système immunitaire durant lesquelles l'organisme réagit anormalement à une substance qui lui est étrangère et normalement inoffensive, ici le pollen.

Les symptômes d'allergie respiratoire sont chroniques chez les individus sensibilisés aux pollens et résultent d'une part de leur atopie et d'autre part des facteurs environnementaux annuels. L'allergie peut évoluer au cours des années ; ainsi un individu sensibilisé a, au fil du temps, plus de risques de développer d'autres allergies, ou de voir ses symptômes s'aggraver avec l'apparition d'autres maladies.

Quand un individu déjà sensibilisé développe des sensibilisations à d'autres allergènes on parle de polysensibilisation [51].

La rhinite allergique, qui n'est qu'une des possibles manifestations de l'hypersensibilité à un allergène, touche 10 à 30% de la population mondiale. L'asthme, qui peut aussi avoir pour cause l'hypersensibilité à un allergène touche environ 300 millions de personnes dans le monde. L'allergie respiratoire et ses manifestations ne sont donc pas des pathologies rares en France et dans le monde. Savoir reconnaître les signes de l'allergie respiratoire, par la saisonnalité, l'épidémiologie et la physiopathologie doivent permettre aux pharmaciens de mieux orienter les patients vers les soins et les professionnels de santé adaptés ; et ainsi éviter une aggravation de leurs symptômes ou une polysensibilisation qui sont les étapes suivantes de la marche en avant allergique.

### 2.1. Définitions préalables

Pour qu'un pollen présente un risque allergique important, ce qui est le cas pour le bouleau, certaines conditions doivent être remplies. Le risque allergique dépend en effet du type de pollinisation, du climat, des quantités de pollen émises, des lieux, du stade phénologique des végétaux en question, de l'intensité des symptômes constatés mais aussi et bien sûr du potentiel allergisant propre à l'espèce.

- ❖ Le type de pollinisation : les plantes à pollen allergisant sont généralement anémogames c'est-à-dire que leurs pollens sont transportés par le vent, comme c'est le cas pour le bouleau. La grande volatilité des grains de pollens et leur petite taille, nécessaire à ce mode de transport, leur permettent d'atteindre les voies respiratoires, voire les alvéoles pulmonaires pour les plus petits, pour y déclencher la réaction allergique.
- ❖ Les comptes polliniques : ils permettent de prédire quelle sera l'intensité de l'épisode allergique à venir. Plus il y a de grains de pollens présents sur le rouleau utilisé pour le compte pollinique, plus le risque d'être soumis à cette



ambiance pollinique augmente et plus le risque de développer une allergie s'élève.

- ❖ Le lieu influe aussi sur l'intensité du pic pollinique : suivant la végétation aux alentours, les pollens seront plus ou moins présents. La pollution qui y règne et la topographie du lieu peuvent modifier le risque allergique.
- ❖ Le stade phénologique des végétaux produisant des pollens responsables d'allergies est important pour prédire le début de la saison pollinique. Le suivi des caractères morphologiques des végétaux est donc d'une grande utilité dans la prévision et la réalisation des bulletins polliniques qui seront présentés au public.
- ❖ Le climat influe sur la quantité de pollen qui sera libéré par l'espèce allergisante au moment de sa dispersion. Il influe aussi évidemment sur le stade phénologique et donc le début de la saison des allergies.
- ❖ Pour avoir une vision globale et obtenir une bonne prévision du risque allergique il faut aussi tenir compte de la réalité de la pollinose. L'intensité des symptômes et le nombre de personnes qui consulte un médecin généraliste pour des symptômes d'allergie en sont un bon marqueur. Ce décompte se fait couramment pour d'autres pathologies comme la varicelle ou la grippe par le biais de médecins sentinelles qui transmettent ces informations, à l'échelle nationale, à l'équipe « Surveillance et Modélisation des maladies transmissibles » pour établir des cartes d'incidence.
- ❖ Enfin, le risque allergique dépend du potentiel allergisant du pollen lui-même. En effet chaque pollen n'a pas le même risque d'induire une symptomatologie allergique, cela dépend entre autres de sa taille et de sa forme. Le potentiel allergisant permet de décrire, par une note sur une échelle allant de 0 pour un potentiel nul à 5 pour un potentiel allergisant très fort, la capacité des grains de pollens à provoquer une symptomatologie allergique chez les individus sensibilisés. Plus ce potentiel sera élevé plus la quantité de pollen nécessaire à provoquer une réaction allergique sera faible.

Il existe 6 grandes familles d'arbres causant couramment des réactions allergiques :

- Les Cupressacées avec le cyprès et le thuya.
- Les Fagacées avec le hêtre.
- Les Oléacées avec l'olivier, le frêne et le troène.
- Les Pinacées avec le sapin et autres conifères.

- Les Platanacées avec les différentes espèces de platanes.
- Et bien sur les Bétulacées avec le bouleau et le noisetier [51].

Ainsi les espèces végétales responsables d'allergies peuvent être classées en fonction de leur potentiel allergisant comme le montre le tableau 1. Il faut noter que 4 espèces végétales sont considérées comme ayant un potentiel allergisant très élevé : le cyprès, l'ambroisie, les graminées et le bouleau.

Tableau 1 : Potentiels allergisants de différentes espèces d'arbres et d'herbacées (tableau du RNSA\* [52])

### Tableau comparatif

Arbres	Potentiel	Arbres	Potentiel
Cyprès	5	Platane	3
<b>Noisetier</b>	3	Mûrier	2
Aulne	4	Hêtre	2
Peuplier	2	<b>Chêne</b>	3
Orme	1	Pin	0
Saule	3	Olivier	3
<b>Frêne</b>	4	Tilleul	2
Charme	3	Châtaignier	1
<b>Bouleau</b>	5		

Herbacées	Potentiel	Herbacées	Potentiel
Oseille	2	Ortie	1
<b>Graminées</b>	5	Chenopode	3
<b>Plantain</b>	3	<b>Armoise</b>	3
<b>Pariétaire</b>	4	<b>Ambroisie</b>	5

Potentiel allergisant de 0 = nul à 5 = très fort

## 2.2. Allergènes du pollen de bouleau

Le grain de pollen joue un rôle déterminant dans la reproduction sexuée des végétaux. Pour aborder la cause de l'allergénicité du pollen de bouleau avec ses différents allergènes, il nous faut, pour commencer, nous attarder sur la morphologie de ce grain de pollen.

### 2.2.1. Morphologie du grain de pollen

La taille des grains de pollen varie de 7 à 150 micromètres. Plus ils sont petits, plus ils vont pouvoir se déposer loin dans l'arbre respiratoire et atteindre les alvéoles. La plupart des grains de pollen mesurent 20 à 150 microns et sont arrêtés dans les voies

(\* Définition dans le glossaire)

aériennes supérieures. Ils y provoquent alors les symptômes de la rhinite et de la conjonctivite [53], [54].

Chaque grain de pollen peut être décomposé en :

- L'exine. C'est la structure qui confère sa résistance mécanique au grain de pollen.
- L'intine cellulosique [55].

L'exine ou sporoderme confère au pollen de chaque plante une particularité qui résulte de la combinaison de sa taille, de sa forme et de son ornementation. Sa composition chimique lui procure une très grande résistance aux aléas climatiques et permet ainsi son utilisation en géologie pour la datation de roches ou la détermination des végétaux présents sur un lieu à une époque donnée [56].

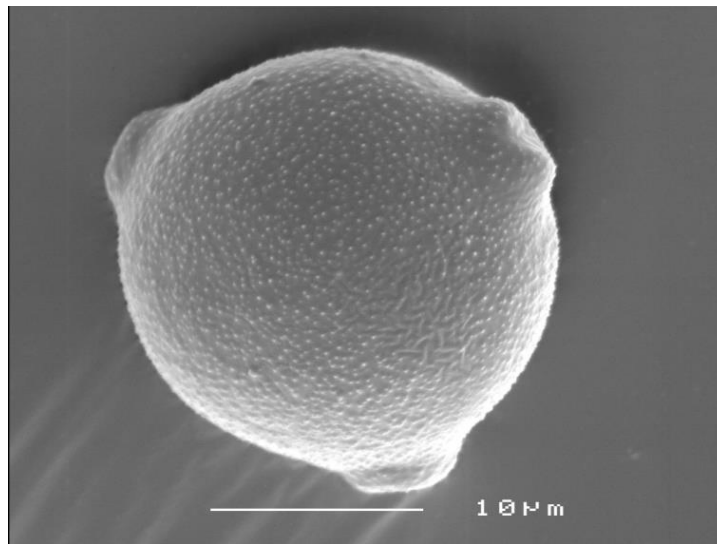


Figure 12 : Grain de pollen de bouleau observé au microscope (Donnée du RNSA\*)

Comme on peut le voir sur la figure 12, le grain de pollen de bouleau est isopolaire et a une forme sphérique à bréviaxe sphéroïdal d'une vingtaine de micromètres. Il présente 3 pores équatoriaux et circulaires d'environ 3 micromètres, on dit qu'il est tricolpé. Les pores sont saillants, entourés d'un annulus et pourvus d'un vestibulum.

L'exine est mince et l'intine, fine elle aussi, s'épaissit sous les pores [57].

Les allergènes polliniques se trouvent dans l'exine où ils sont rapidement libérés et également dans l'intine et le cytoplasme [55].

On peut dénombrer de nombreux allergènes sur un seul grain de pollen ce qui explique les différentes allergies croisées observables [58].

(\* Définition dans le glossaire)

### 2.2.2. Bet v 1

Cet allergène majeur a été déterminé dès 1989 par l'équipe de Breiteneder. Il est composé de plusieurs isoformes et même si sa nature biochimique reste inconnue on connaît sa fonction : c'est une ribonucléase (enzyme dégradant l'ADN\* par rupture des liaisons phosphodiester), une protéine de stress dont l'expression par la plante serait, comme son nom l'indique, augmentée dans des conditions de stress.

Cette protéine Bet v 1 et les protéines apparentées Bet v 1 like sont des protéines nommées PR-10. Les pollens sont très riches en protéines PR [59].

Ce premier allergène est reconnu chez près de 95% des patients présentant une allergie au pollen de bouleau ce qui en fait un bon marqueur diagnostique [60], [61].

La réactivité à Bet v 1 peut aussi être un marqueur de sensibilisation aux fagacées dans les régions dépourvues de bouleaux [60].

Il a été montré que certains polluants comme les particules fines, l'ozone, ou les vapeurs nitrées augmenteraient l'allergénicité de cet allergène. En effet la nitration de Bet v 1 crée de nouveaux épitopes capables de se lier avec plus d'affinité aux IgE ce qui aura pour conséquence d'exacerber la réaction allergique [57].

### 2.2.3. Bet v 2

Ce deuxième allergène est dit mineur. En effet une sensibilisation à ce dernier n'est observée que chez 10 à 20% des patients présentant une allergie aux pollens en Europe du Nord [62]. C'est une molécule de la famille des profillines, un composant courant du cytosquelette des cellules végétales eucaryotes, qui est en fait un panallergène. Sa ressemblance structurelle avec d'autres profillines est à l'origine de multiples réactions croisées entre pollens de végétaux appartenant à de diverses espèces, même éloignées d'un point de vue taxonomique [58].

Une sensibilisation à Bet v 2 sans sensibilisation à Bet v 1 illustre généralement une réaction croisée asymptomatique d'un individu allergique à une autre espèce végétale que le bouleau par le biais d'une profilline. Ainsi une mono-sensibilisation à Bet v 2 ne témoigne pratiquement jamais d'une réelle allergie au pollen de bouleau mais implique un autre pollen [57], [58], [60].

### 2.2.4. Bet v 3 et Bet v 4

Protéine de liaison du calcium, Bet v 4 est lui aussi un panallergène. Celui-ci est reconnu par les IgE de 10 à 20% des sérums de patients allergiques au pollen de bouleau.

(\* Définition dans le glossaire)

Bet v 3 et 4 seraient impliqués dans la survenue de sensibilisations croisées et en cela peuvent être considérés comme des marqueurs de poly-sensibilisation allergénique. Ainsi Bet v 4 présente une grande homologie de structure avec des protéines semblables de différents végétaux tels que le colza, l'aulne et l'olivier ; et ainsi il peut être mis en cause dans des sensibilisations polliniques multiples [57].

#### 2.2.5. Bet v 5 et Bet v 6

Ces dernières sont des isoflavone-réductases qui présentent près de 80% d'homologie avec les isoflavone-réductases de nombreux fruits [62]. Comme Bet v 1, ce sont des protéines de stress qui exercent ici une activité catalytique.

Bet v 6 est un allergène mineur reconnu tout de même par 32% des patients allergiques au bouleau [57].

#### 2.2.6. Bet v 7 et Bet v 8

Bet v 7 la cyclophiline et Bet v 8 la pectine méthyl-estérase sont d'autres allergènes du pollen de bouleau dont le potentiel allergénique n'a pas encore fait l'objet d'études aussi poussées que Bet v 1, l'allergène majeur du bouleau [57].

### 2.3. Organisme de surveillance des allergènes : le RNSA\*

Le Réseau National de Surveillance Aerobiologique est un organisme français créé en 1992 qui veille au suivi des concentrations d'allergènes dans l'air par un réseau de capteurs dispersés sur le territoire français [63]. Les sites sont choisis pour être les plus représentatifs possibles c'est-à-dire en fonction des espèces possiblement présentes aux alentours et de la densité de population avoisinante soumise à l'air analysé.

Le centre de coordination de cet ensemble de sites nationaux se situe à Brussieu, près de Lyon. Chaque site de collecte y envoie le résultat de ses analyses polliniques. Des bulletins nationaux sont ensuite édités et diffusés à travers le pays pour informer de la pollution pollinique ambiante, et ainsi du risque, pour les individus sensibilisés, de développer une réaction allergique. Le centre de Brussieu se charge aussi de mener des recherches et d'établir des prévisions.

Les capteurs utilisés par le RNSA\* sont des capteurs de type Hirst qui ont pour caractéristique d'aspirer un débit d'air régulier mimant une respiration humaine standard. Ce capteur dirige le flux d'air plus ou moins chargé de pollen vers un rouleau, sur lequel les pollens se déposent. La lecture des rouleaux, découpés en bandes

(\* Définition dans le glossaire)

journalières ou hebdomadaires est rapide et précise. L'enregistrement permet donc une analyse par tranches temporelles : en connaissant la vitesse de déroulement de la bande il est possible d'identifier très finement les évolutions temporelles d'émission des pollens. Les capteurs sont installés sur les toits d'immeubles en pleine agglomération.

Un médecin libéral ou hospitalier pratiquant l'allergologie est responsable clinique du capteur. Avec ses correspondants il recueille et fournit des informations concernant la réalité de la pollinose sur la période en cours.

Chaque semaine les analyses polliniques et données cliniques sont envoyées au centre de coordination.

De plus, sur une dizaine de nos régions françaises, des observations phénologiques sont menées sur les principales espèces responsables d'allergies polliniques respiratoires. Ces données, regroupées au centre de Brusieu, permettent de prédire le risque allergique de la saison à venir ainsi que la date approximative du début de la saison pollinique pour chaque espèce observée.

Le RNSA\* met à la disposition des personnes allergiques concernées une application disponible sur leur mobile. Celle-ci leur permet de visualiser rapidement les niveaux d'alertes polliniques qui les concernent après paramétrage des départements et des pollens. [52]

## 2.4. Epidémiologie de l'allergie au pollen de bouleau

### 2.4.1. Saisonnalité

Le bouleau est une plante au potentiel allergisant très fort, chiffré à 5 (tableau 1), caractéristique de la saison printanière qui s'étend de mars à mai voire juin [64]. Sa période de pollinisation est à son maximum durant les mois de mars et surtout d'avril sous nos climats tempérés comme le montre la figure 13 qui permet de visualiser le pic de concentration moyen en pollen de bouleau en France.

(\* Définition dans le glossaire)

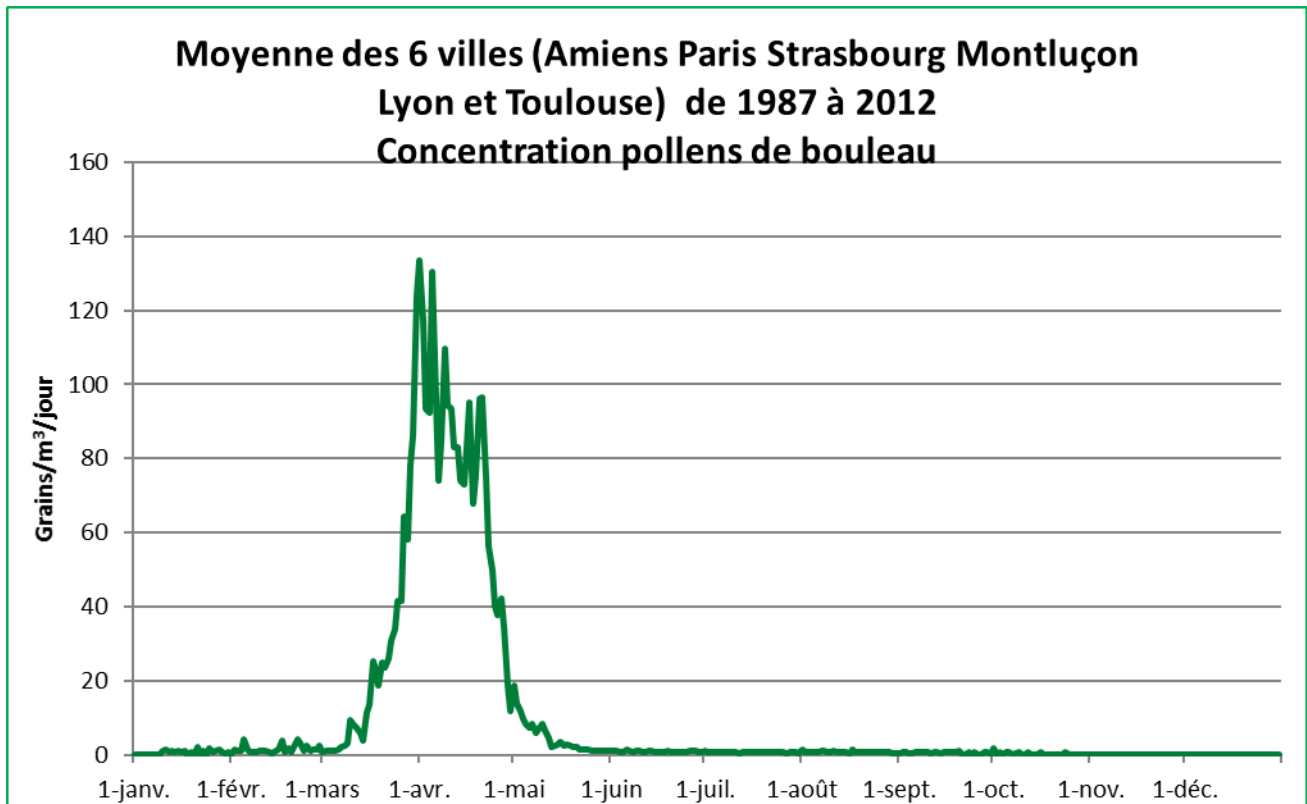


Figure 13 : Pic de présence du pollen de bouleau au cours de l'année (Graphique du RNSA\*)

Cependant, et puisque la date de début, la durée et l'intensité des saisons polliniques dépendent de nombreux facteurs, on observe une variation de ces paramètres. On observe ainsi actuellement un recul dans la date du démarrage de la saison pollinique comme le montrent les figures 14 et 15 fournies par le RNSA\*, prenant pour exemple les villes d'Amiens et de Toulouse. Il faut cependant relever qu'entre 1987 et 2003 ce paramètre tendait plus à rapprocher le début de pollinisation aux premiers jours de l'année [57].

(\* Définition dans le glossaire)

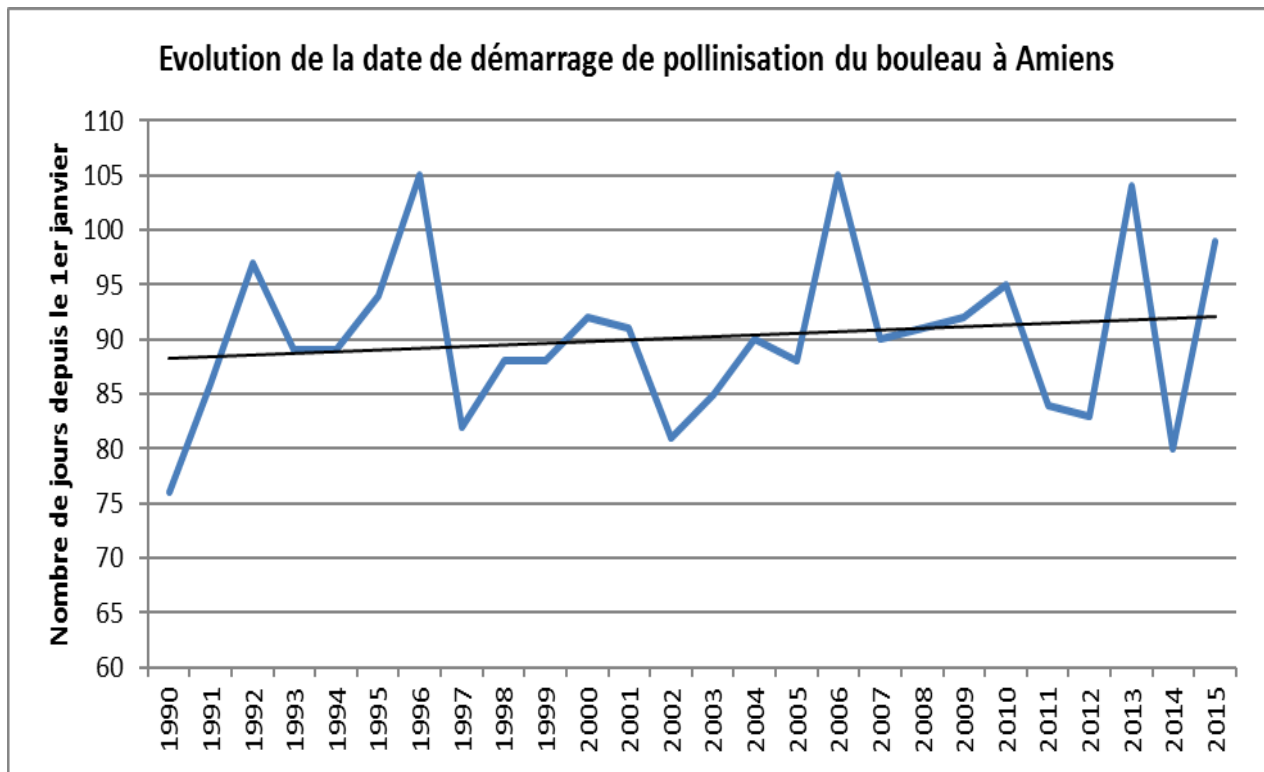


Figure 14 : Evolution de la date de démarrage de la pollinisation du bouleau à Amiens (Graphique du RNSA\*)

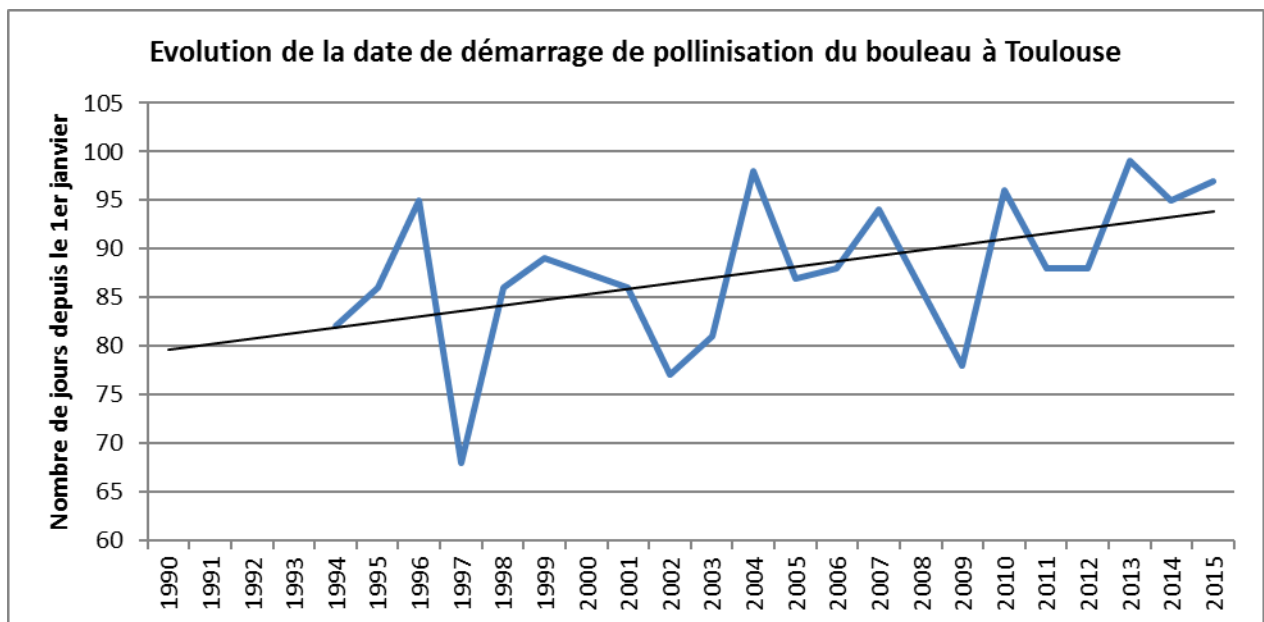


Figure 15 : Evolution de la date de démarrage de la pollinisation du bouleau à Toulouse (Graphique du RNSA\*)

(\* Définition dans le glossaire)



En effet, il est couramment mis en avant que le réchauffement climatique entraîne une avancée d'une quinzaine de jours du début de la saison pollinique [64]. Cette information n'est cependant pas visualisable sur les graphiques du RNSA\* qui reprennent seulement les valeurs de 20 ans en arrière (figures 14 et 15).

#### 2.4.2. Variabilités annuelles

Un autre facteur entre en compte, il s'agit de la quantité de pollen émise. Elle est appréciée par l'index pollinique. Ce dernier correspond au nombre de grains de pollens retrouvés sur les rouleaux. On observe, ces dernières années, une diminution de la durée de pollinisation, alors que l'index pollinique lui ne diminue pas comme le montrent les figures 16 et 17, et montre même une légère progression. La résultante de l'évolution de ces deux paramètres réside donc dans l'augmentation de l'ambiance pollinique et par là l'augmentation du risque, pour les individus sensibilisés, de développer des symptômes correspondants. Le nombre de jours présentant un risque accru s'en trouve même augmenté.

Il faut noter que la valeur de l'index pollinique varie beaucoup en fonction de la présence, plus ou moins importante, de l'espèce à proximité du capteur. Ainsi on observera des valeurs du simple au dixième entre Amiens, ville de la moitié Nord de la France, et Toulouse, ville du Sud de la France où le bouleau est plus rare.

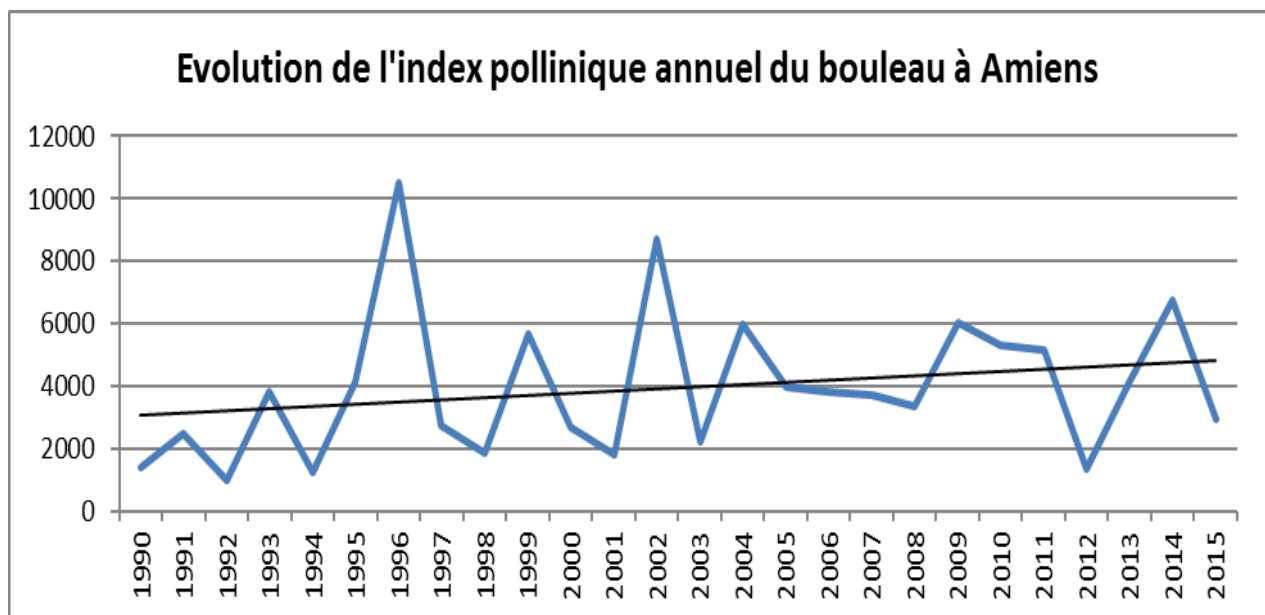


Figure 16 : Evolution de l'index pollinique annuel du bouleau à Amiens (Graphique du RNSA\*)

(\* Définition dans le glossaire)

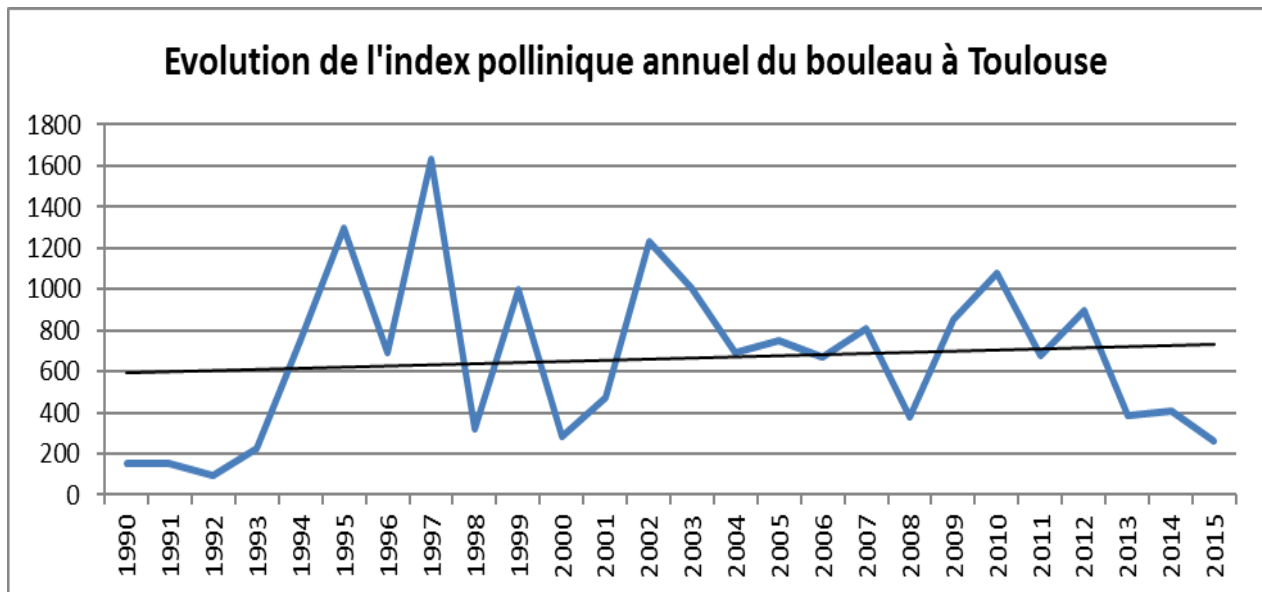


Figure 17 : Evolution de l'index pollinique annuel du bouleau à Toulouse (Graphique du RNSA\*)

Une des raisons avancée pour expliquer l'augmentation de l'index pollinique serait une influence du climat et du contexte de changement climatique comme l'illustre la figure 18 mettant en parallèle l'évolution de l'index pollinique moyen évalué sur les 6 villes d'Amiens, Paris, Strasbourg, Montluçon, Lyon, et Toulouse ; et l'évolution des températures moyennes sur la même période de 1989 à 2015.

L'influence du climat a été mise en avant depuis de nombreuses années ; ainsi on a pu observer que les épisodes de fortes pluies peuvent engendrer une augmentation de la pathologie asthmatique en éclatant les grains de pollen qui libèrent alors des granules d'amidon de quelques microns, chargés d'allergènes et pouvant alors, de par leurs petites tailles, pénétrer massivement jusque dans les bronches [55]. Des « épidémies » d'asthme furent ainsi décrites avec un excès d'admission de 25% à Birmingham en 1983 ; Melbourne en 1984 et Londres en 1994 [54].

Le climat a aussi une influence à un niveau plus global. Les pollens ont changé puisque la végétation, sensible aux aléas et au réchauffement climatique, s'est elle-même modifiée. Ainsi, des espèces se multiplient dans des secteurs où elles ne se seraient pas développées il y a quelques décennies [65].

(\* Définition dans le glossaire)

### Moyenne mobile (-4ans) quantité pollen de Bouleau et T° annuelles pour 6 villes de France de 1989 à 2015

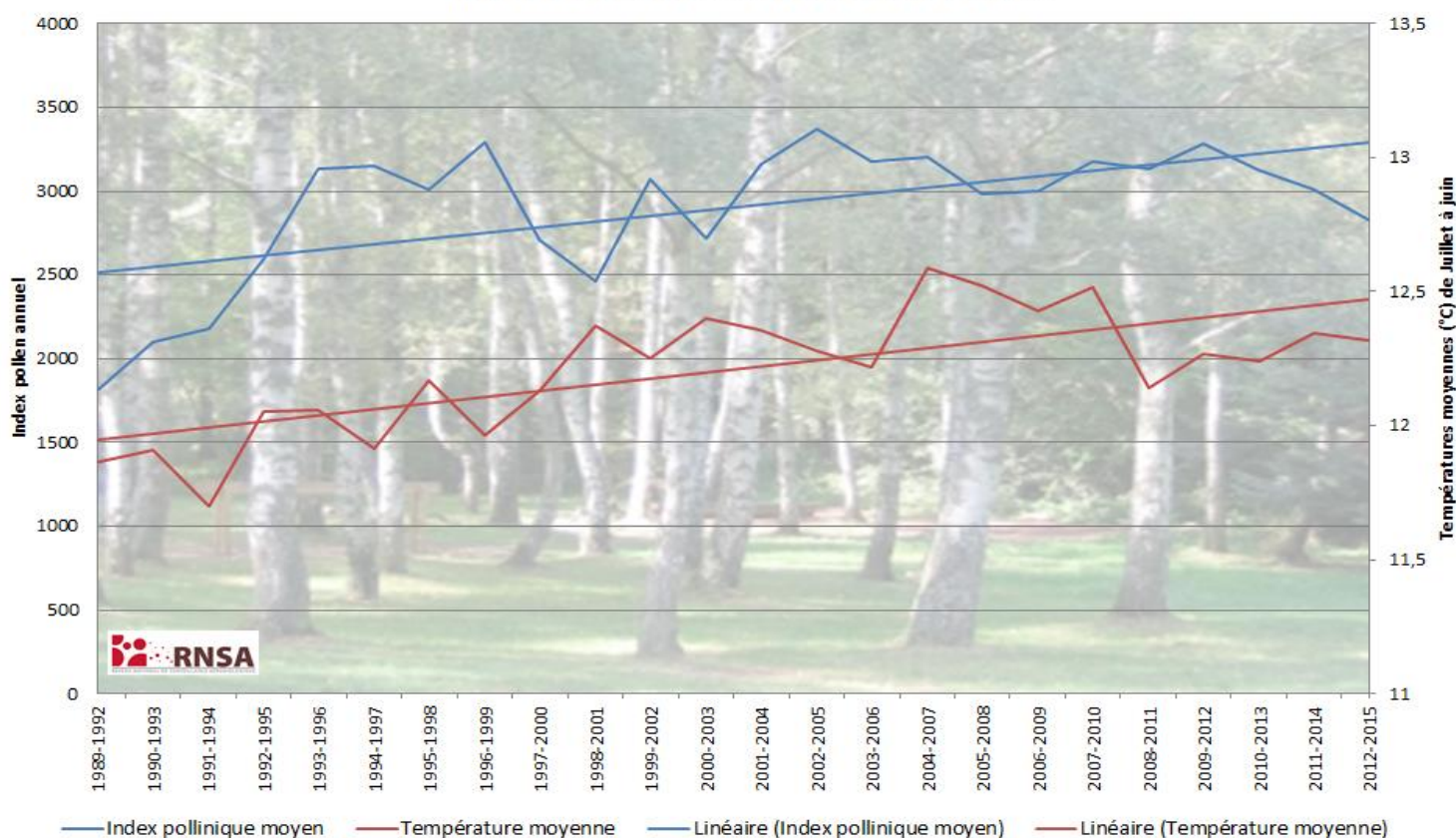


Figure 18 : Moyenne mobile des quantités de pollen de bouleau et des températures annuelles pour 6 villes de France de 1989 à 2015 (Graphique du RNSA\*)

#### 2.4.3. Influence de l'emplacement des capteurs et de la pollution

Il faut noter que les statistiques qui sont disponibles sur les allergies, et notamment celles fournies par les organismes de surveillance comme le RNSA\*, sont principalement issues de capteurs disposés dans des grandes villes de France. Cependant les quantités de pollens retrouvés sur les lieux des capteurs, et par là la qualité de l'air à laquelle est réellement soumise la population, semble très variable d'un emplacement à un autre. Ainsi on observera des différences à l'intérieur même de la ville suivant la végétation qui se développe à proximité du capteur. La variabilité dans la végétation représentée fait varier la quantité de pollen mais aussi la palette de pollens observables au cours de l'année [66].

On observe une concentration en pollens supérieure dans les zones rurales par rapport à la ville, due en partie à une quantité de végétaux supérieure à la campagne mais aussi à une diversité d'espèce bien plus importante qu'en ville. Les habitants de la ville

(\* Définition dans le glossaire)

ne sont pas autant soumis aux pollens de graminées et à l'opposée, les habitants de la campagne ne sont pas autant soumis aux pollens de platanes couramment utilisés pour le paysagisme urbain. Ainsi il convient de dire que la principale différence entre ville et campagne réside dans le fait que les habitants de ces différents lieux ne sont pas exposés aux mêmes pollens, d'où des différences de sensibilisation [67].

Si à la campagne on peut soulever le problème de la déprise agricole qui laisse le terrain à une végétation productrice de pollen allergisant comme des graminées, en ville se pose problème du choix des espèces plantées pour le verdissement. En effet, 45% des arbres plantés dans les villes ont un pollen allergisant [64].

L'augmentation de la prévalence de l'asthme, et des manifestations allergiques en général, ces dernières années, ne peuvent être imputées à une modification de notre patrimoine génétique qui aurait augmenté notre sensibilité individuelle. Il faut plutôt chercher un facteur qui aurait changé de façon importante durant cette période. Ainsi l'automobile et la pollution qu'elle induit, secteur qui a connu un développement exponentiel, semble être un point important à étudier [65].

En effet on observe une recrudescence des pathologies respiratoires et plus particulièrement des crises d'asthme lors des épisodes de pollution particulaire [63]. La pollution automobile et les émissions de gaz carbonique induisent des taux élevés de dioxyde de carbone dans l'atmosphère et contribueraient à l'augmentation de l'incidence de l'asthme et d'autres maladies respiratoires [65]. La pollution jouerait son rôle de perturbateur à plusieurs niveaux :

- Tout d'abord, le  $CO_2$  favoriserait le développement de plantes à pollen, et ce en plus grande quantité du fait du réchauffement climatique [65].
- Aussi, et même avec une quantité moindre de grains de pollens, l'air de la ville pourrait aggraver les symptômes de l'allergie [67]. En effet, exposés aux polluants, les grains de pollens fragilisés libéreraient d'avantage de protéines allergisantes contenues dans l'intine [57].
- La pollution modifierait également notre sensibilité au pollen en induisant une irritation des muqueuses respiratoires et une hyperréactivité notamment bronchique [55], [64].

Des expérimentations animales ont mis en évidence que les particules de diesel (PDi) exercent une activité adjuvante sur la production d'IgE. Les particules fines, comme les PDi\* sont facilement inhalables et pénètrent jusqu'au poumon profond. Elles induisent une réponse inflammatoire au niveau bronchique. De plus, elles sont souvent associées à des allergènes qui s'adsorbent à leur surface [63], [65]. Il a ainsi été démontré que les PDi\* peuvent amplifier une réaction allergique chez le sujet sensibilisé mais il n'a pas été prouvé qu'elles pouvaient induire un état allergique chez le sujet sain [63].

Puisque la pollution influence autant les phénomènes allergiques, il serait intéressant de joindre un relevé des pollutions atmosphériques aux relevés polliniques afin de prédire au mieux l'impact qu'aura l'ambiance pollinique chez les individus qui y sont soumis [55].

Cette différence ville-campagne dans la sensibilisation aux allergènes a été évoquée par une étude publiée en 2012 dans le *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. Cette étude a cherché à mettre en évidence une différence liée au style de vie. Pour cela la prévalence de l'atopie a été comparée dans trois groupes d'enfants : enfants suisses vivant en ville, enfants suisses vivant à la campagne et enfants Amish. La prévalence de la sensibilisation allergique chez les enfants suisses a été choisie comme point de comparaison pour tenter de s'affranchir du terrain génétiquement atopique puisque les deux groupes, Suisses et Amish, ont la même ascendance. Les Amish vivent généralement dans des fermes, sans électricité, boivent du lait de leur production sans traitement préalable, sont en contact très jeunes avec les allergènes liés au contact avec les animaux... De cette étude ressort le constat suivant : les enfants Amish présentent beaucoup moins d'allergies. Ainsi la sensibilisation aux graminées était de 2,9% dans le groupe des enfants Amish, 20.1% dans le groupe des enfants suisses vivant en milieu rural, et de près de 40% dans le groupe des enfants suisses vivant en ville [68]. On comprend bien que les individus de la ville et de la campagne diffèrent par le nombre et la diversité des allergènes qu'ils inhalent depuis toujours et l'âge auquel ils sont soumis pour la première fois à ces allergènes.

Une des explications pouvant être avancée pour expliquer la différence campagne suisse-Amish est la lutte farouche des occidentaux pour une hygiène toujours plus rigoureuse, qui fragiliserait le système immunitaire en empêchant le contact, notamment lors de l'enfance, avec certains pathogènes favorables à la construction du système immunitaire [64].

Cette dernière théorie, exposée par l'épidémiologiste britannique David Strachan dès 1989, est la théorie hygiéniste. Il avait remarqué que les enfants de familles nombreuses et notamment les plus jeunes étaient exposés aux agents infectieux véhiculés par leurs frères et sœurs qui vivaient en communauté (crèche, école) et qu'ils développaient leurs système immunitaire plus vite et plus complètement que les enfants protégés de ces contacts. De la même manière, les enfants vivant à la campagne et élevés à la ferme, au contact d'animaux pendant leur petite enfance, développeraient moins d'allergies que les enfants vivant en ville ou à la campagne sans contact avec les animaux. Le contact avec les animaux auraient un effet protecteur lorsqu'il se produit durant la toute petite enfance, la première année de vie voire *in utero*. S'il est plus tardif le contact pourra provoquer des réactions allergiques aux phanères d'animaux [65].

## 2.5. Mécanisme de l'allergie

La manifestation clinique de l'allergie au pollen n'est que l'étape finale et visible de la réaction allergique. On peut ainsi discerner 6 étapes dans la réaction allergique, ces 6 étapes se divisant en 2 phases : la phase de sensibilisation et la phase de réaction. Ces phases et étapes sont illustrées par la figure 19.

La première phase de sensibilisation conduit à la formation d'anticorps IgE par un lymphocyte B lors d'un contact avec le pollen. Ces anticorps se fixent sur les mastocytes qui sont des cellules présentes dans les tissus conjonctifs. Les mastocytes sont alors dits « sensibilisés » [64], [69], [70].

Lors d'un second contact avec le même allergène (ou avec un allergène présentant une homologie de structure), celui-ci est happé par les anticorps. Lors de la fixation sur l'anticorps, le mastocyte libère les médiateurs chimiques qu'il contient. On a alors une dégranulation mastocytaire notamment d'histamine. C'est principalement l'histamine qui, en se fixant sur les tissus, va provoquer les manifestations cliniques de l'allergie [64], [69], [70].

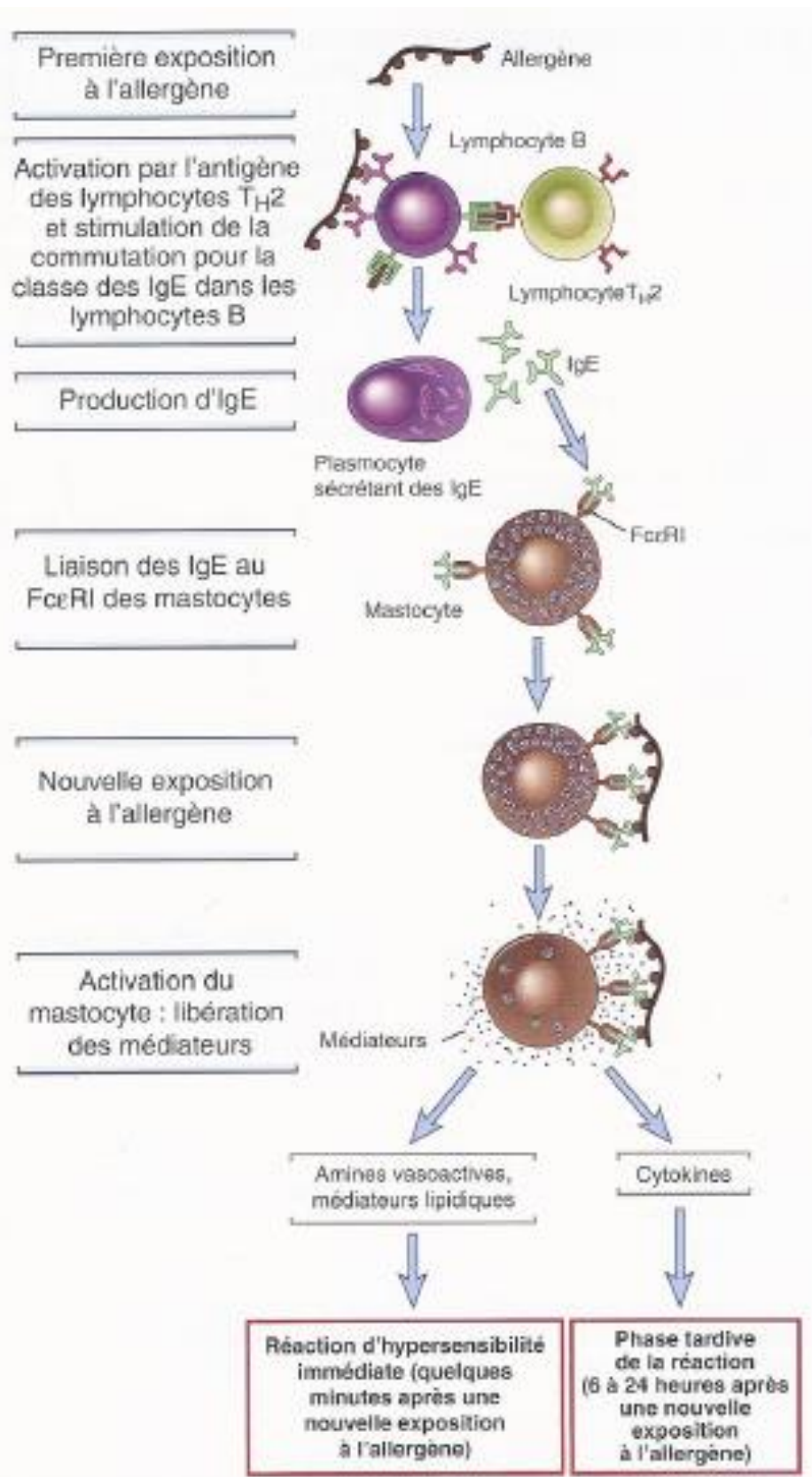


Figure 19 : Mécanisme de la réaction d'hypersensibilité immédiate [69]

## 2.6. Symptômes de l'allergie

L'allergie peut se manifester par différents symptômes et ainsi toucher différentes parties du corps : la peau avec de l'eczéma ou de l'urticaire ; les yeux avec une conjonctivite ; la sphère ORL\* avec le répandu rhume des foins, appelé plus scientifiquement rhinite allergique, et l'asthme. L'allergie peut aussi se manifester par des réactions plus violentes comme des œdèmes et même des réactions généralisées comme des chocs anaphylactiques.

Les premiers signes d'allergie sont généralement classiques : écoulement du nez, démangeaisons oculaires, larmoiement, éternuement, toux...

Il ne faut cependant pas les laisser s'aggraver ou s'étendre sous peine de voir apparaître rapidement des difficultés respiratoires ou des troubles ORL\* à répétition [51].

Ces symptômes peuvent apparaître à tout âge, de manière plus ou moins soudaine et durent plus ou moins longtemps suivant l'allergène en question : quelques semaines à mois pour les pollens à toute l'année pour les allergènes de contact, alimentaires ou des allergies dues à des moisissures par exemple.

L'OMS\* classe l'allergie au 4<sup>ème</sup> rang des maladies chroniques et estime qu'en 2050 50% de la population sera allergique [64].

En voyant plus loin que la gêne occasionnée par les symptômes des manifestations allergiques eux-mêmes, on peut soulever l'impact des symptômes ORL\* sur la qualité de vie de l'individu. En effet, les patients présentant des allergies, et notamment des allergies respiratoires, souffrent fréquemment de troubles du sommeil associés, qui induiront à leur tour des difficultés de concentration ou une diminution de leurs performances scolaires, physiques, ou mentales. Ainsi environ 70% des personnes victimes de rhinites allergiques déclarent que les manifestations secondaires de leur atopie perturbent leur quotidien [71].

Concernant les allergies aux pollens ou pollinoses et notamment celles au pollen de bouleau, on se situe généralement sur une palette de symptômes se déclinant de la simple rhinite à l'asthme allergique.

### 2.6.1. La rhinite allergique

La rhinite allergique se caractérise par une inflammation de la muqueuse du nez causée par des allergènes : pollens, acariens, moisissures... La triade symptomatique regroupe des signes ORL\* tels que des éternuements puis une rhinorrhée claire bilatérale qui peut s'accompagner ou non d'une obstruction ou congestion nasale. On pourra ressentir un prurit au niveau du nez ou du voile du palais, ou avoir des céphalées en association à ces précédents symptômes [72]. Tout ce processus allergique pouvant, bien évidemment s'accompagner d'une fatigue physique plus ou moins importante selon les

(\* Définition dans le glossaire)



individus. Cette réaction allergique médiée par les IgE est encore aujourd'hui trop fréquemment sous-traitée [73], [74], [75], [76].

La prévalence globale de la rhinite allergique en France est estimée entre 20 et 30% [73], [76], [77]. L'enquête CESAR\* a été menée auprès de patients consultants pour des symptômes de rhinite, pour 43% de ces derniers, une allergie pouvait être documentée, soit par un dosage d'Ig, soit par des tests cutanés. L'observatoire OPERA\*, dont les premiers résultats furent délivrés en 2015, donne lui un pourcentage de documentation de l'allergie de 52,8% chez les patients atteints de rhinorrhée [78], [79]. Dans cette dernière étude le bouleau était en cause dans près de 15% des cas ce qui en fait un allergène non négligeable dans la population générale [79].

On peut classer les rhinites allergiques suivant :

- Leur évolution : on parle de rhinite intermittente lorsqu'elle dure moins de 4 jours par semaine sur 4 semaines consécutives et de rhinite persistante si elle dure plus de 4 semaines [75], [76].
- Leur intensité : légère à sévère suivant qu'il y ait ou non des répercussions sur la vie active de l'individu atopique [71], [78].

Les symptômes classiques de la rhinite allergique peuvent s'accompagner de troubles oculaires signes de conjonctivite allergique [74], [77], [79]. Plus de 12% des patients de l'enquête CESAR\* précédemment citée présentaient un asthme associé. Ils étaient 25% dans l'étude OPERA\*. D'autres (environ 20%) présentaient de l'eczéma ou des allergies alimentaires associés à leur rhinite [78], [79].

Les symptômes de la rhinite allergique apparaissent dans 80% des cas durant les 20 premières années de vie [75], et dans 70% des cas avant 16 ans [80], et influencent évidemment la qualité de vie des malades avec une perturbation des activités quotidiennes, du sommeil ainsi que des activités scolaires ou du travail pour les adultes [70], [72], [73], [74], [76], [80].

La rhinite allergique est souvent associée à l'asthme [75], [80] : près d'un quart des patients souffrant de rhinite allergique de l'étude OPERA\* étaient asthmatiques, la rhinite allergique est présente chez 56,8 à 82% des asthmatiques suivant les études [81]. Cependant il est important de savoir quel est ce lien qui unit asthme et rhinite. Il semblerait que des interactions entre atteintes respiratoires hautes et basses existent : on peut observer une hyperéosinophilie de la muqueuse bronchique après un test de provocation allergénique nasal et inversement [75]. La rhinite serait donc en réalité la première étape avant l'apparition de la maladie asthmatique. Ainsi la rhinite allergique augmente le risque d'apparition d'un asthme d'un facteur d'environ 3 à 8 [74], [82]. Il est donc important en cas de présence d'une rhinite de chercher un asthme sous-jacent par un interrogatoire précis et une mesure du débit expiratoire de pointe afin de mettre en place un traitement aux prémices de la symptomatologie asthmatique [71], [74], [82].

(\* Définition dans le glossaire)

La rhinite peut aussi aggraver les symptômes de l'asthme par différents biais comme l'obstruction nasale qui favorise l'inhalation par la bouche de grandes quantités de polluants, d'air froid et d'allergènes ; et la diffusion des médiateurs de l'inflammation de la sphère nasale vers le cœur des alvéoles [74]. Aussi, plus la rhinite dure plus on peut observer une hyper-réactivité bronchique non spécifique marquée, et plus elle est sévère plus la prévalence de l'asthme augmente, allant jusqu'à 30% pour une rhinite persistante et sévère [80], [82].

Il faut noter qu'un bon contrôle de la rhinite permet un meilleur contrôle des symptômes de l'asthme, d'où l'importance de son traitement [82].

On peut soulever un point positif mis en évidence lors de l'enquête CESAR\* : 13% des patients se sont vu adressés à des spécialistes et majoritairement à des allergologues et près de 55% des patients se sont vu proposer une consultation de suivi après cette première entrevue avec leur généraliste [78]. Une autre étude nommée ORA\* en 2012 avançait des chiffres de 12,1% d'orientation vers un spécialiste, et de 41% de consultations de suivi [73].

### 2.6.2. L'asthme allergique

L'asthme peut s'exprimer sous diverses manifestations de toux : toux fréquente et chronique, quintes de toux, toux sèche nocturne, toux en présence d'un animal, toux après les activités sportives. La toux peut s'apparenter à des bronchites sifflantes à répétition surtout chez l'enfant [83]. Le diagnostic de l'asthme est généralement basé sur la réalisation d'une mesure du souffle et plus précisément du débit expiratoire de pointe de l'individu à l'aide d'un spiromètre. Une nette diminution de ce dernier oriente, en concordance avec l'examen clinique du patient, vers un trouble de type asthmatique. L'évaluation de cette diminution permet de savoir si l'asthme est important ou non.

La crise d'asthme se caractérise par trois symptômes typiques :

- Difficulté à respirer avec essoufflement et sensation d'étouffement et d'oppression,
- Respiration sifflante,
- Toux sèche.

Elle peut, bien que de courte durée, se répéter dans le temps et ainsi entraîner une réelle gêne à la vie courante [71]. En effet plusieurs travaux montrent que l'asthme altère la qualité de vie scolaire des enfants, perturbe leurs activités sportives ainsi que leurs loisirs, et se répercute enfin sur toutes les relations familiales. Ainsi l'asthme non-contrôlé provoque de l'absentéisme scolaire, des difficultés d'adaptation mais aussi des difficultés pour l'enfant à suivre l'enseignement et à communiquer. Pour l'adulte les répercussions sont similaires : une étude a mis sous lumière qu'un quart des

(\* Définition dans le glossaire)

asthmatiques a du s'absenter 1 à 4 jours par semestre de son travail à cause de sa maladie ou de ses répercussions [53].

L'asthme a pour cause l'allergie dans près de 80% des cas et une histoire personnelle d'allergie est retrouvée dans 50% des cas dans l'asthme sévère [84], [64]. Plus les sensibilisations allergiques sont nombreuses plus l'asthme est sévère [84].

La prévalence de l'asthme allergique, tout comme de l'asthme sans distinction de cause, est difficilement évaluable. En effet les méthodes utilisées pour ces évaluations diffèrent selon les études et rendent ainsi des résultats qui ne peuvent être comparés les uns aux autres. On peut cependant citer deux études qui permirent, il y a quelques années, d'établir des statistiques parlantes : l'étude ISAAC\* qui est une étude chez l'enfant, et l'étude ECRHS\* qui est une étude chez l'adulte. Ces études répétées sur plusieurs années donnèrent une première idée de la prévalence de l'asthme et de l'évolution de celle-ci [53].

Ainsi on peut citer certains chiffres : 10 à 18% des 13-14 ans de l'étude ISAAC\* en France étaient porteurs de symptômes d'asthme pour un taux allant de 1 à 36% suivant les pays étudiés [53].

La prévalence de l'asthme peut être calculée selon les modalités suivantes : présence dans l'année de sifflements ou de traitements de l'asthme chez l'enfant, et crises d'asthme ou traitement actuel pour les adultes. Ce calcul de prévalence donne une valeur supérieure chez les enfants par rapport aux adultes (respectivement 9 et 6%) [85]. Il faut aussi noter que dans l'enfance l'asthme est plus souvent lié à l'atopie qu'à l'adolescence où l'asthme devient similaire à celui de l'adulte avec une générale absence d'atopie mais des antécédents de pneumonie [86].

Selon l'OMS\* le nombre d'asthmatiques serait porté à 300 millions [83]. Cette prévalence tendrait globalement à augmenter. En France elle ne diminue pas, bien que certains facteurs semblent montrer une amélioration en termes de traitement et de suivi des asthmatiques. On observe une mortalité due à l'asthme, en France, dans la moyenne par rapport aux autres pays européens, et une diminution du taux d'hospitalisation des adultes pour cette cause depuis 1998 [85].

Pour les trois quarts des patients la première crise d'asthme intervient avant l'âge de 20 ans. Un second pic d'apparition se situe aux alentours de la cinquantaine où l'asthme s'avère en général non allergique.

Etre asthmatique à l'enfance ne sous-entend cependant pas que l'on va le rester à vie, en effet il convient de préciser que 30 à 40% des enfants asthmatiques deviennent asymptomatiques à l'âge adulte, ce qui n'est pas négligeable [53].

Chez les adultes, selon l'étude ECRHS\*, on observe de nettes différences suivant les pays ; avec des pays à forte prévalence de l'asthme comme la Nouvelle-Zélande et l'Australie (11 à 12% de la population) et des pays à la prévalence beaucoup plus basse comme la Grèce, l'Estonie et l'Algérie (environ 2 à 3% de la population) [87]. La France semble plutôt épargnée avec des taux allant d'environ 3 à 5% suivant la localisation. Mais il existe des disparités au sein même du pays, ainsi la prévalence sera plus faible à Grenoble ou Nancy par rapport à Paris ou même Bordeaux (respectivement 3,5 ; 3,7 ; 5,1 et 5,5%). Il a été globalement mis en avant un gradient Est-Ouest, avec de plus basses prévalences à l'Est, ainsi qu'un gradient Nord-Sud, avec de plus basses prévalences au Sud comme l'illustre la figure 20 [53], [88].

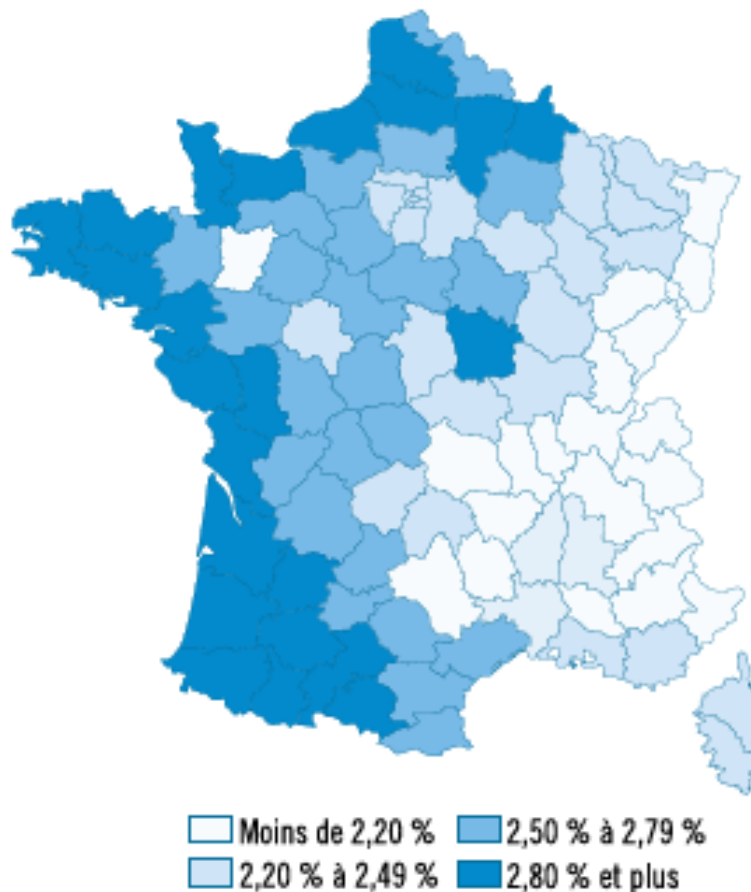


Figure 20 : Taux de patients régulièrement traités pour asthme (Cahier Formation Moniteur n°3029)

Cette prévalence tend à augmenter ou à se stabiliser, mais, même une fois stabilisée il est important de maintenir des efforts de dépistage, de prise en charge, et de bon suivi des asthmatiques.

On peut observer une différence entre la prévalence de l'asthme donnée par l'étude ECRHS\* pour la France (3 à 5%) et le taux de patients traités pour asthme mentionné

(\* Définition dans le glossaire)

en légende de la figure 20 (environ 2 à 3%). Ceci peut s'expliquer par le fait que beaucoup d'asthmatiques ne sont pas diagnostiqués, en raison de symptômes peu marqués, d'un accès aux soins restreint ou de difficultés socio-économiques. Ceci est, bien évidemment, un biais non négligeable dans les résultats de toutes ces études. Cette mauvaise évaluation des asthmes et leur fréquent sous-traitement engendre une augmentation de leur sévérité et ainsi du coût que représente cette maladie pour la société [53].

Il ne faut pas négliger la mortalité que l'asthme peut provoquer. L'asthme tue encore près d'un millier de personnes en France chaque année [64] ! Cette mortalité a plusieurs facteurs de risque :

- Les antécédents d'asthme aigu grave,
- Une mauvaise estimation de la gravité de la crise avec un traitement insuffisant, notamment en ce qui concerne les corticoïdes,
- Les désordres psycho-sociaux qui influent sur la qualité de vie, induisent des polyopathologies et restreignent l'accès aux soins [53].

Le taux de mortalité lié à l'asthme n'est pas constant. Chez les 5-34 ans on peut observer deux pics de mortalité : un premier pendant l'été, lié à la présence de pneumallergènes dans l'air, et un second au cours de l'automne probablement d'avantage dû à la multiplication des agents infectieux respiratoires. Chez les plus de 34 ans on observe un unique pic en hiver, très probablement lié lui aussi aux agents infectieux [53].

Que ce soit pour l'une ou l'autre des manifestations allergiques que l'on vient de présenter, la sensibilisation au pollen de bouleau varie en fonction de la représentation, plus ou moins forte de l'espèce dans le milieu. Ainsi 31% des scandinaves présentant une allergie sont sensibilisés au pollen de bouleau contre 16% des habitants de Strasbourg et seulement 6,4% des montpelliérains [57].

## 2.7. Allergies croisées les plus fréquemment rencontrées avec le pollen de bouleau

Une allergie alimentaire peut avoir différentes formes cliniques. Si l'on rencontre généralement une réaction locale cantonnée au visage et à la sphère ORL\* avec un gonflement des lèvres, des démangeaisons de la bouche, des plaques rouges sur le visage avec œdème des paupières et du visage et parfois un œdème de Quincke ; on peut aussi être confronté à des réactions généralisées. On peut alors observer un prurit, une urticaire du corps entier, des vomissements, un malaise, une difficulté respiratoire qui laisse craindre un choc anaphylactique [89], [90].

(\* Définition dans le glossaire)

Le choc anaphylactique est une réaction brutale et violente qui se caractérise par une détresse respiratoire importante et une baisse de la tension artérielle. La survenue d'une telle réaction nécessite une prise en charge immédiate [89].

La population pédiatrique est fortement concernée par ces allergies alimentaires avec une prévalence d'environ de 6% ne cessant d'augmenter [90].

Une personne présentant une sensibilisation à un pollen particulier peut présenter une réaction allergique avec d'autres pollens ou même avec certains aliments. C'est ce qui est couramment mentionné sous le terme d'allergie croisée. Ces réactions croisées sont causées par l'existence de similarités entre les substances allergisantes. Ainsi on pourra retrouver des protéines allergisantes communes entre le pollen de bouleau et la pomme, ce qui expliquera les allergies croisées bouleau-pomme [51].

Plus de 70% des patients allergiques au pollen de bouleau souffrent d'un syndrome oral à des fruits ou des noix [91]. Ils sont 50 à 70% à être sensibilisés aux fruits de la famille des Rosacées [92].

#### 2.7.1. Différents allergènes pour différentes réactions croisées

Les personnes présentant une allergie au pollen de bouleau pourront présenter une allergie croisée avec divers aliments tels que : la pomme, la pomme de terre, la pêche, la cerise, la poire, l'abricot, la noisette, la carotte, le céleri, le persil, la tomate, le soja et la cacahuète pour les plus courants [89]. Les allergies alimentaires croisées sont fréquentes, on peut ainsi illustrer nos propos par quelques chiffres : sur une cohorte de 70 patients allergiques au bouleau et/ou à l'armoise (étude de *Wuthrich et al*) 94% avaient un prick-test positif au céleri cru [93].

L'allergie croisée peut également correspondre à des allergies à plusieurs pollens : pollen de bouleau et d'olivier, de bouleau et d'aulne...

Les réactions allergiques croisées dépendront alors de l'allergène en cause dans la sensibilisation primaire au pollen de bouleau.

#### 2.7.2. Avec Bet v 1

La famille moléculaire de cet allergène est représentée dans les fruits de la famille des Rosacées avec, pour le plus connu, Mal d 1 chez la pomme. Le syndrome pomme-bouleau fut d'ailleurs un des premiers à être identifié [94]. L'allergie alimentaire aux fruits des Rosacées, et notamment à la pomme est fréquemment associée à une pollinose au bouleau en Europe centrale et du Nord ; allergie reposant sur une sensibilisation croisée impliquant des protéines de type PR-10 comme Bet v 1 et/ou des profilines comme Bet v 2 [95], [96].

Avant de s'intéresser aux allergies croisées avec ce deuxième allergène, on peut aussi citer Pru p 1 chez la pêche et Pru av 1 chez la cerise qui sont d'autres allergènes Bet v 1 like... On retrouve aussi Dau c 1 chez la carotte, Gly m 4 chez le soja, Cor a 1.04 chez la noisette, Ara h 8 chez l'arachide...

Ces protéines sont thermolabiles c'est pourquoi l'on observe le syndrome oral, manifestation la plus courante de l'allergie alimentaire, après consommation de l'aliment cru [57], et c'est aussi pour cela qu'une personne présentant une allergie croisée pomme-bouleau pourra généralement manger de la compote, ou des tartes aux pommes, préparations cuites, sans présenter de syndrome oral [92].

### 2.7.3. Avec Bet v 2

La sensibilisation à cet allergène ne correspond que rarement à une pollinose au pollen de bouleau mais peut expliquer certaines allergies croisées avec d'autres pollens ou certains allergènes alimentaires [57]. Une sensibilisation à Bet V 2 correspond généralement à des polysensibilisations asymptomatiques ou pauci-symptomatiques impliquant divers pollens comme ceux des graminées, de l'olivier, de l'armoise, de l'ambrosie mais aussi de nombreux aliments. On peut ainsi évoquer des allergies alimentaires croisées avec le melon, les agrumes, la banane, les épices etc...

### 2.7.4. Avec Bet v 3 et Bet v 4

Les polcalcines, famille à laquelle appartiennent Bet v 3 et 4 deux autres allergènes mineurs du pollen de bouleau, sont présents dans de nombreux autres pollens comme celui de l'armoise (Art v 5), de l'olivier (Ole e 3 et 8), de l'aulne (Aln g 4)...

Bet v 4 est absent dans la famille des fruits de Rosacées ce qui rend la recherche d'IgE dirigés contre cet allergène peu utile en cas d'allergie croisée pollen-fruit. De plus on ne retrouve pas de protéines de liaison du calcium dans les fruits généralement inducteurs d'allergies alimentaires [57], de par ce fait ces molécules ne rentrent pas en jeu dans des réactions alimentaires croisées avec le pollen.

### 2.7.5. Avec Bet v 5 et Bet v 6

Ces allergènes sont issus de la famille des isoflavone-réductases. On retrouve ainsi une homologie de structure avec d'autres isoflavone-réductases retrouvées, par exemple, dans la pomme, la poire, l'orange, la mangue, le lychee, la carotte, la banane, le pois, la courgette... Bet v 6 présente ainsi une homologie de structure de 80% avec Pyr c 5 l'isoflavone-réductase de la poire [57].

## 2.8. Soigner les allergies

### 2.8.1. Poser un diagnostic

Comme nous l'avons précédemment soulevé, il est nécessaire de consulter rapidement son médecin généraliste, afin d'éviter que les symptômes ne s'aggravent. Il posera le diagnostic d'allergie en se basant sur les symptômes mentionnés, la saison, la répétition des symptômes si ce n'est pas la première consultation, et bien-sûr la présence d'allergènes dans l'air au moment de la consultation.

La consultation d'un allergologue sera généralement indispensable pour identifier le ou les allergènes en causes dans la manifestation allergique.

Ainsi le diagnostic repose généralement sur 3 étapes majeures : un interrogatoire minutieux, un examen clinique approfondi et des tests cutanés [51], [80], [97].

Différents tests cutanés peuvent en théorie être pratiqués : test de frottement pour les plantes ou le latex par exemple, test scratch où une incision est pratiquée à la surface de la peau avant application de l'allergène, tests intradermiques pour les réactions retardées à médiation cellulaire, ou encore Prick tests [98].

Le Prick test est le plus souvent utilisé : une goutte d'allergène est déposée sur la peau de l'individu, sur l'avant-bras ou dans le dos. Au centre de cette goutte une petite piqure est réalisée afin de permettre à l'allergène de franchir la barrière cutanée. Après une vingtaine de minutes on observe si une réaction s'est produite à l'endroit où il y a eu effraction de la barrière cutanée. Si une rougeur est apparue c'est que le test est positif et que la personne est bien sensibilisée à l'allergène en question. Le témoin négatif, généralement du sérum physiologique, ne doit pas montrer de réaction et le témoin positif, l'histamine, doit lui induire une réaction. On dessine alors, après le temps d'attente de 20 minutes environ, le contour de la papule où l'effraction cutanée a été réalisée, ainsi que de l'érythème plus ou moins diffus autour. Le dessin reporté sur une feuille, l'allergologue pourra mesurer le diamètre de l'érythème et de la papule pour participer à la pose du diagnostic et quantifier l'intensité de la réponse [99]. Une série standard de pneumallergènes est souvent utilisée pour poser le diagnostic d'allergie respiratoire. Elle contient des allergènes d'arbres et d'arbustes, de graminées, de moisissures et d'acariens domestiques ainsi que de poils d'animaux [98]. Il existe des solutions d'allergènes pour la plupart des substances pouvant induire des réactions allergiques.

Pour confirmer le diagnostic, des tests biologiques pourront être effectués en complément [100] ; comme la mise en évidence d'IgE spécifiques [80].

Que ce soit une recherche d'IgE spécifique positif, ou un Pick-Test positif, cela ne veut pas dire que l'individu est allergique mais seulement qu'il est sensibilisé à l'allergène. C'est pourquoi le protocole de prise en charge doit toujours commencer par un



interrogatoire précis des symptômes présentés, des antécédents familiaux, et surtout de la période de survenue des manifestations allergiques [64].

Enfin, s'il subsiste un doute quant à l'implication d'un allergène, un test de provocation peut être réalisé en milieu hospitalier sous contrôle médical étroit. Ce test est le seul qui permette également de déterminer le seuil de résistance à l'allergène sans déclenchement d'allergie [64].

Après le diagnostic, le traitement de l'allergie respiratoire repose sur 3 axes principaux : la prévention par la gestion de l'environnement, le traitement des symptômes et enfin l'immunothérapie spécifique [64].

### 2.8.2. Prévenir les allergies

La mesure la plus évidente réside dans l'éviction de l'allergène. Il faut éviter le contact de l'individu avec l'allergène auquel il est sensibilisé. Si cette mesure peut être simple, bien que contraignante, pour certaines allergies comme les allergies alimentaires par exemple ; elle peut se révéler plus complexe pour les allergies respiratoires causées par le pollen.

Cependant certaines mesures simples et pratiques peuvent être proposées aux patients souffrant d'allergies [80] :

- Se tenir informé des alertes polliniques en cours qui concernent l'atopie en question par les journaux télévisés, la radio ou la presse écrite qui relaient les informations délivrées par les organismes de surveillance comme le RNSA\* ; consulter le site internet du RNSA\* ou s'abonner à des alertes par sms ou à des applications délivrant ce genre d'informations.
- Éviter les promenades dans des lieux où l'on peut rencontrer les pollens en question durant les alertes. Pour maintenir une activité physique, éviter les parcs et jardins, et préférer des lieux exempts de l'espèce allergisante tant que possible.
- Fermer sa maison du milieu de matinée au début d'après-midi car c'est à ce moment que les allergènes sont les plus présents dans l'air et préférer une aération matinale ou en fin de journée.
- Fermer les vitres de la voiture pour profiter de l'effet des filtres dont elle est équipée.
- Cesser de fumer ou d'être exposé par son entourage au tabac.
- Ne pas faire sécher son linge dehors.
- Ne pas se coucher avant de s'être lavé les cheveux. Ce geste permet en effet d'éliminer les pollens retenus dans les cheveux et d'éviter de prolonger le contact à la nuit par dépôt passif sur l'oreiller [51], [83].

(\* Définition dans le glossaire)

- Laver les fosses nasales et les yeux au sérum physiologique afin d'éliminer les pollens de la muqueuse. Un spray à l'eau de mer enrichi au manganèse aura, en plus de l'action mécanique de lavage, une action immunorégulatrice [72]. Enrichi au soufre, l'eau de mer aura un effet anti-inflammatoire local [101].

### 2.8.3. Soulager les symptômes de l'allergie : médecine classique

Un traitement médicamenteux spécifique de l'allergie peut être prescrit par le médecin. Il s'agit généralement de molécules de 2 types :

- Des molécules anti-inflammatoires avec des corticoïdes de synthèse comme de la prednisone, de la prednisolone, de la méthylprednisone, ou encore de la bétaméthasone. Ces molécules sont cependant à éviter par voie orale et ne sont, sur cette voie, utilisés que sur de courtes durées du fait de leurs effets indésirables [80], [102].
- Des antihistaminiques parmi lesquels nous pouvons citer comme exemples la desloratadine ou la lévocétirizine [80].

Dans le traitement de la rhinite les molécules prescrites d'une manière générale sont : les antihistaminiques et les corticoïdes par voie orale ou nasale [77], [78], [79]. On observe souvent une association des deux classes [75] bien que cela ne soit pas préconisé par les recommandations ARIA\* [73]. L'étude ARIA\* recommande les traitements suivants :

- Corticoïdes par voie nasale en première intention lorsque la rhinite est modérée à sévère.
- Anti-histaminiques H1 dans la rhinite persistante.
- Antagonistes des leucotriènes pour la rhinite saisonnière et l'asthme [76].

Les solutions nasales peuvent avoir comme principe actif un corticoïde, un vasoconstricteur, un antihistaminique ou un autre composé comme du cromoglycate de sodium [80], [102]. Les vasoconstricteurs locaux ne seront prescrits que pour de courtes durées et pour des obstructions nasales persistantes, bien qu'ils n'aient pas d'AMM\* dans le traitement des rhinites allergiques [72].

Le soulagement de la conjonctivite peut lui aussi comprendre des spécialités par voie locale avec des collyres antiallergiques antidégranulants mastocytaires comme les collyres au cromoglycate de sodium, ou anti-histaminiques.

(\* Définition dans le glossaire)

L'asthme nécessite une prise en charge thérapeutique adaptée pour stopper la crise et éviter l'aggravation des symptômes conduisant parfois jusqu'à l'hospitalisation. Généralement pour enrayer une crise non compliquée et non aggravée par d'autres facteurs, l'administration d'un bronchodilatateur suffit ; cependant, et bien qu'entraînant un soulagement immédiat des symptômes, ce traitement ne soigne pas l'asthme. Les traitements de l'asthme peuvent aller du simple traitement de crise par administration de bêta-2 mimétique de courte durée d'action de type salbutamol au traitement plus complet, généralement lorsque la pathologie asthmatique est persistante. Ce traitement associe entre autres, de plus ou moins importantes doses de corticoïdes et des bêta-2 mimétiques de longue durée d'action [80], [83].

Lorsqu'il y a une mauvaise prise en charge de l'asthme, on dit qu'il est mal contrôlé. La gêne est alors maximale pour l'individu :

- gêne pour les activités quotidiennes simples,
- réveils nocturne plus d'une fois par semaine qui entraînent une diminution de la qualité du sommeil et donc une répercussion sur le tonus général,
- gêne respiratoire et recours au traitement de crise plus de 4 fois par semaine.

A ce stade de la maladie un traitement de fond doit obligatoirement être instauré. Ce dernier permet de réduire la fréquence de survenue des crises, le retentissement sur la vie du malade est donc lui aussi moindre. Le traitement de fond est alors généralement constitué de l'association d'un anti-inflammatoire et d'un bronchodilatateur à longue durée d'action. Ainsi le traitement, qui doit être pris quotidiennement avec assiduité, cible les deux constituants majeurs de l'asthme : inflammation et bronchoconstriction [83].

Les traitements de l'asthme dépendent de la gravité des symptômes et de la réponse ou non au traitement déjà instauré. Ils sont ainsi divisés en palier thérapeutiques comme l'illustre le tableau 2 :

Tableau 2 : Traitements de l'asthme par paliers

Palier 1	Palier 2	Palier 3	Palier 4	Palier 5
Béta-2-mimétique à courte durée d'action « à la demande »				
Education thérapeutique du patient et contrôle de l'environnement				
<b>+ Traitement de fond :</b>				
	Corticostéroïdes faible dose	Corticostéroïdes faible dose + Béta2 agoniste longue durée d'action	Corticostéroïdes dose moyenne ou forte + Béta2 agoniste longue durée d'action	Palier 4
	Ou Anti leucotriènes	Ou corticostéroïdes dose moyenne ou forte	+/- Anti-leucotriènes	+ Corticoïdes oraux
		Ou corticostéroïdes faible dose + Anti leucotriènes	+/- Théophylline LP	+/- Anti-IgE
		Ou corticostéroïdes faible dose + Théophylline LP		

Le traitement doit être régulièrement réévalué en fonction des crises encore présentes, du nombre de réveils nocturnes s'il y en a, et de l'impact de l'asthme sur la qualité de vie. Cette réévaluation permettra d'adapter le traitement en passant à un palier supérieur ou au contraire, en tentant de repasser à un traitement moins conséquent tout en maintenant un bon contrôle sur les symptômes [83].

En cas d'asthme associé à une rhinite, on pourra envisager l'utilisation d'antileucotriènes qui exercent une action anti-inflammatoire systémique et agiront donc simultanément sur la totalité de la sphère respiratoire [80].

#### 2.8.4. Soulager les symptômes de l'allergie : médecines douces

En ce qui concerne l'homéopathie, il existe différentes souches utilisées soit pour cibler globalement l'allergie soit pour cibler plus spécifiquement un de ses symptômes.

Le traitement de base pour l'allergie au pollen se compose de *Pollens* 30 CH et *Poumon Histamine* 15 CH [101].

Pour la rhinite le traitement de base sera généralement *Apis mellifica* 15 CH pour son action sur l'obstruction nasale. On pourra ensuite associer au traitement de base 1 à 2 souches complémentaires. Le choix de ces souches sera fait en ciblant les symptômes prédominants. Ainsi on retrouvera :

- *Allium cepa* de 4 à 15 CH lors de la prédominance de la rhinorrhée. Cette souche est indiquée pour des rhinites et rhinoconjonctivites avec rhinorrhée claire irritante, éternuements, larmoiement doux ou peu irritant et photophobie. A ces symptômes s'associent un prurit de la gorge et du larynx, une toux spasmodique, une douleur laryngée à type de déchirure, une oppression thoracique, des céphalées et confusions intellectuelles ainsi que des troubles digestifs.
- *Sabadilla* de 5 à 15 CH lors de la prédominance des éternuements. Cette seconde souche est indiquée dans les pollinoses mais également dans les allergies aux spores de moisissures de l'été ou de l'automne qui associent rhinosinusites et céphalées.
- *Euphrasia* de 5 à 15 CH lors de la prédominance de la conjonctivite. Cette souche est donnée dans les rhino-conjonctivites et conjonctivites allergiques.
- *Kali iodatum* de 5 à 9 CH lorsque rhinite et sinusite sont associées. Les indications de cette souche sont les rhinites, les conjonctivites et rhinosinusites allergiques dues aux pollens, aux spores de moisissures et aux acariens.

Selon la sémiologie d'autres souches peuvent être associées. Pour la rhinorrhée on pourra ajouter *Ambrosia*, *Arsenicum album* ou encore *Naphtalinum* selon les caractéristiques de celle-ci. Pour les éternuements on ajoutera *Nux vomiva* ou *Phleum pratense*. Pour l'obstruction nasale on pourra proposer *Apis mellifica* qui ciblera l'œdème de la muqueuse nasale. D'autres souches cibleront le prurit, les conjonctivites allergiques... [102].

En ce qui concerne l'asthme, l'homéopathie pourra être, non pas un traitement substitutif, mais un traitement complémentaire qui permettra, sans risque pour le patient, de tenter de réduire les traitements symptomatiques et les doses de corticostéroïdes administrés. Le but étant d'éviter, dans la mesure du possible, la corticothérapie par voie orale. L'homéopathie aurait ainsi une place complémentaire, en contribuant à réduire l'inflammation et l'obstruction, en diminuant la sensibilité à différents allergènes, en modifiant le « terrain » ou sa réactivité [103], [104]. La thérapeutique doit prendre en

compte les symptômes du malade pour ainsi lui être adaptée. Mais elle devra également s'adapter parfaitement à l'individu, à ses facteurs psychologiques, son âge... Elle sera différente en fonction de la physiopathologie, de l'horaire des crises, des circonstances étiologiques qu'elles soient climatiques, psychogènes, iatrogènes, allergiques ou liées à la pollution. Ainsi, et encore plus que pour le traitement de la rhinite, le choix des souches et des modalités de prise correspondant le mieux à un individu doit être fait par un médecin homéopathe après un entretien détaillé et conséquent.

Il existe trois souches majeures :

- *Antimonium tartaricum* est utilisé dans le cas de dyspnées intenses avec de gros râles à mucosités importantes. On observera aussi asthénie, somnolence, abattement, sueurs froides, pâleur, cyanose. Cette souche est indiquée pour les bronchiolites et bronchites asthmatiformes de l'enfant, dans l'asthme allergique ou non, l'asthme modéré à sévère de l'adulte, la BPCO\* et l'insuffisance respiratoire. Les basses dilutions favorisent l'expectoration tandis que les hautes dilutions les tarissent.
- *Ipecacuanha* correspond d'avantage aux râles fins, sibilants associés à des nausées. *Ipeca* est indiqué dans les bronchiolites, les toux spasmodiques émétisantes, l'asthme intermittent ou persistant, léger ou modéré, en traitement de crise ou de fond. Il est prescrit de 4 à 15 CH.
- *Kalium carbonicum* est indiqué pour des dyspnées d'effort et de décubitus obligeant le malade à s'asseoir, le thorax penché en avant, les coudes sur les genoux. La toux est sèche avec expectorations difficiles. Cette souche est indiquée en traitement de fond et de crise de l'asthme [104].

En cas de conjonctivite allergique on pourra utiliser un collyre homéopathe qui devra alors être instillé 2 à 3 fois par jour après lavage au sérum physiologique.

La phytothérapie peut être utilisée dans le but de corriger le terrain allergique. Les plantes utilisées viseront donc à drainer le foie pour favoriser l'élimination des toxines puisqu'une surcharge hépatique est souvent en cause dans les allergies. Elles permettront aussi de diminuer le seuil de sensibilité aux allergènes par une action antiallergique [101].

Les espèces permettant le drainage du foie sont les espèces dites cholérétiques et/ou cholagogues. Elles se prendront en cures de 10 jours par mois 3 mois de suite ou en 20 jours consécutifs en cure unique. Ces plantes ne sont, sauf exceptions pas indiquées avant 12 ans. On peut ainsi citer [101] :

- La feuille de boldo en infusion (pas avant 18 ans).
- La feuille d'artichaut.

(\* Définition dans le glossaire)

- La partie aérienne fleurie de la fumeterre qui exerce aussi une action anti-histaminique par sa richesse en protopine (pas avant 18 ans).
- La racine et la partie aérienne du pissenlit en décoction.
- La racine du radis noir.
- L'aubier de tilleul en cures, 2 fois par an, au printemps et à l'automne.
- La feuille de romarin.

Concernant les plantes désensibilisantes on aura :

- La racine de réglisse qui présente des vertus anti-inflammatoires et antihistaminiques *in vitro* est utilisable chez les adultes en bonne santé et en faisant attention aux associations médicamenteuses. Son action antiallergique serait liée à un effet cortisone-like [101].
- Le plantain permettrait de diminuer les problèmes saisonniers. Les feuilles de *Plantago lanceolata* et de *Plantago major* contiennent des mucilages adoucissants, des iridoïdes et des dérivés du phénylpropane qui présentent des propriétés anti-inflammatoires *in vitro*. *In vivo* les effets restent controversés mais cette plante serait anti-inflammatoire immunomodulatrice et antihistaminique par inhibition des IgE [101], [105]. D'après l'EMA\*, elle serait utilisable en tant qu'émollient dans le traitement des irritations oropharyngées et les toux sèches associées. Les essais pharmacologiques auraient montré des effets anti-inflammatoires, antiallergiques, antispasmodiques et antibactériens. Le plantain serait indiqué en cas d'encombrement des voies respiratoires et lors des inflammations modérées et temporaires de la muqueuse oropharyngée ; à raison de 4 à 6 grammes pour 25 à 50cl d'eau en infusion de 10 minutes [105], [106].
- La partie aérienne d'ortie, diurétique dépurative et anti-inflammatoire, serait antiallergique. Elle peut néanmoins induire des troubles gastro-intestinaux et des réactions cutanées allergiques [101], [107].

En aromathérapie deux types d'huiles essentielles seront utilisées : les huiles essentielles antiallergiques et celles anti-inflammatoires dont la synergie d'action sera intéressante.

Les huiles essentielles antiallergiques sont principalement représentées par [101] :

- L'huile essentielle de camomille romaine
- L'huile essentielle de matricaire qui inhibe la libération d'histamine par ses composants le chamazulène et l'alphabisabolol. Elle est anti-inflammatoire et antiprurigineuse.
- L'huile essentielle d'estragon qui est parfois recommandée pour traiter le terrain allergique. Aucune étude clinique ne justifie cependant son usage puisque les effets anti-histaminiques sont dus à des métabolites secondaires de la plantes absents de l'huile essentielle [106], [108]. De plus son emploi par voie orale doit

(\* Définition dans le glossaire)

être évité en raison de la présence de méthylchavicol hépatocarcinogène dans sa composition. Par voie cutanée et diluée à 0,1%, son utilisation devra être limitée à une courte durée [101].

Les huiles essentielles anti-inflammatoires sont principalement [101] :

- L'huile essentielle de géranium bourbon.
- L'huile essentielle de litsée citronnée riche en aldéhydes terpéniques qui lui confèrent des propriétés sédatives et anti-inflammatoires. Cette huile essentielle dermocaustique doit être diluée et est à réserver aux adultes et enfants de plus de 6 ans.
- L'huile essentielle de lemongrass qui est proche de la précédente, tant dans ses propriétés que dans ses précautions d'emploi.
- L'huile essentielle de lavande officinale, décongestionnante.
- L'huile essentielle de pin sylvestre expectorante, balsamique et décongestionnante pulmonaire aurait aussi une action corticomimétique qui explique son effet antiallergique. Dermocaustique, elle aussi, à l'état pur, elle est déconseillée chez les moins de 6 ans.

En inhalation sèche, certaines huiles essentielles pourront avoir un effet décongestionnant nasal comme l'huile essentielle de menthe poivrée qui sera à inhaler avec prudence de par son effet irritant pour les yeux. D'autres permettront d'éviter les surinfections comme l'huile essentielle d'eucalyptus globuleux mucolytique, anti-inflammatoire, bactéricide et décongestionnant respiratoire. Cette dernière sera déconseillée en cas d'asthme et chez les moins de 12 ans car on y retrouve une forte teneur en 1,8-cinéole. Elle est, elle aussi, irritante pour la peau et les muqueuses [101].

On peut aussi citer la gemmothérapie qui utilise des macérats de bourgeons de plantes à des fins thérapeutiques. Bien qu'encore méconnue, cette thérapie naturelle a aussi ses indications en cas d'allergie. On peut ainsi citer :

- Le genévrier qui agirait sur l'allergie par son action détoxifiante. Il est aussi un tonique de l'organisme [109].
- Le cassis, antioxydant et antiallergique. Il est l'un des macérats les plus utilisés, seul mais aussi en association, car il renforce l'action des autres macérats pris simultanément [109].
- La viorne lantane qui cible les allergies respiratoires. C'est le deuxième macérat le plus utilisé après le cassis pour cibler les allergies. Ce macérat agit comme draineur du poumon [109].
- Le hêtre qui aurait des actions antiallergiques et antihistaminiques. D'après certains il favorise l'élimination rénale, stimule les défenses immunitaires et favorise l'oxygénation des cellules et la stimulation de leur métabolisme [110].



- Le bouleau pubescent sous forme de bourgeons a une activité de draineur général, agissant sur les émonctoires, c'est à dire tous les organes du corps qui permettent d'éliminer les déchets, dont les poumons [110]. Son utilisation dans les allergies respiratoires liées au pollen de bouleau semble néanmoins controversée comme nous pourrions le voir à la fin de ce mémoire.

Les macérats seront utilisés purs ou sous forme de complexes par exemple cassis/bouleau/hêtre. En effet les complexes de gemmothérapie misent sur la synergie d'action de plusieurs bourgeons.

Il est recommandé de prendre 10 à 15 gouttes dans un petit verre d'eau 15 minutes avant les repas (1 prise par jour) pendant 21 jours [110].

#### 2.8.5. Traitement réel de l'atopie ou désensibilisation

Après avoir identifié l'allergène responsable de la symptomatologie de l'individu, l'allergologue peut décider de procéder à une désensibilisation. Ce procédé a pour but de modifier la réponse du corps face à l'allergène et ainsi de limiter l'évolution naturelle de la maladie : complication de la rhinite par un asthme allergique, développement de polysensibilisations... Généralement la décision de ce traitement est prise lorsque les traitements symptomatiques médicamenteux dont on a précédemment parlé ont un effet insuffisant ou sont mal tolérés par l'individu [51], [55].

Le nom scientifique de la désensibilisation est l'immunothérapie allergénique. C'est le seul traitement de l'allergie qui cible directement le système immunitaire en ayant pour but de le rééquilibrer et d'éviter, à terme, ses hyper-réactions face aux allergènes. Le procédé est basé sur l'administration régulière des allergènes causant les symptômes. Ce traitement ne s'adresse généralement qu'aux patients de plus de 5 ans, bien que l'on sache qu'une mise en route précoce du traitement permettra d'éviter les complications en court-circuitant l'évolution naturelle qu'aurait eu la maladie [49], [75], [98].

Les effets bénéfiques du traitement sont visibles dès les premières semaines suivant le début du traitement et se prolongent sur plusieurs années, même après l'arrêt du traitement de désensibilisation.

Le traitement est le plus souvent administré par voie sublinguale ; dans ce cas le traitement est pris quotidiennement pendant 3 à 5 ans, ou saisons selon l'allergène, si une efficacité est observée. Il peut aussi être administré par voie sous-cutanée, ce qui est moins courant, durant une période similaire, avec des injections régulières [51], [100].

Les résultats de ce traitement dépendent évidemment de la qualité de l'observance avec laquelle le traitement a été suivi. Bien mené, le traitement peut conduire à une nette diminution voire à l'arrêt complet des symptômes de la rhinite, de l'asthme ou de la conjonctivite allergique par une réadaptation du système immunitaire de l'individu. Il se

désensibilise, se réhabitue au contact de l'allergène et finit par ne plus y réagir, ou en tout cas y réagir moins. Le fait qu'il y ait moins de symptômes, induit bien évidemment une diminution de la consommation des traitements symptomatiques évoqués précédemment. Les effets bénéfiques peuvent, comme on l'a mentionné plus haut, perdurer plusieurs années après l'arrêt du traitement [100].

Une recherche active est menée dans les laboratoires pharmaceutiques pour mettre en application de nouvelles méthodes de désensibilisation. Ainsi la firme DBV Technologies a mis au point des patchs pour la désensibilisation par immunothérapie épicutanée à l'arachide, aux protéines de lait de vache et aux œufs. Ces patchs sont actuellement en études précliniques pour les œufs, phase I/II pour le lait, et phase III pour l'arachide [111].

Cette firme travaillerait à l'élaboration d'un patch pour les allergies polliniques [64].

L'immunothérapie spécifique n'est cependant que rarement proposée. Seulement 2,4% des patients suivis dans l'enquête CESAR\* et 4,6% des patients de l'étude OPERA\* ont eu la possibilité d'en bénéficier.

Bien que présentant un potentiel allergisant le plus élevé, cet arbre de légende ne saurait être considéré comme une espèce à abattre car il se révèle, à ceux qui veulent y prêter attention, d'une grande utilité pour l'Homme.

Réputé pour être un matériau de construction imputrescible, un objet de superstitions, ou encore un intéressant diurétique...le bouleau a encore mille fois plus à offrir !

(\* Définition dans le glossaire)

### 3. Le bouleau, un arbre aux nombreux bienfaits et usages pour l'homme

#### 3.1. Usages antiques et techniques du bouleau

Tout d'abord, son bois dénué de tanins et pourvu d'acide salicylique et d'huile essentielle est une matière première tout à fait compatible avec le contact alimentaire. Ainsi on pourra retrouver des couverts en bois, des bâtons à glace, des baguettes chinoises, des cure-dents mais aussi des abaisse-langues en bois de bouleau [3].

Son bois blanc sert aussi à la fabrication d'allumettes, de jantes de roues, d'arceaux, et de cabanes.

Son bois était aussi travaillé pour fabriquer des sabots « légers, chauds en hiver, frais en été, solides et résistants » et autres souliers [112]. Il sert encore aujourd'hui à la fabrication de planches et de contreplaqué mais également de meubles en bois clair, et de berceaux [5], ce dernier usage étant lié à la symbolique protectrice du bouleau.

Le bois de bouleau est encore utilisé pour la fabrication de pâte à papier [5].

Les branches de bouleau, tout comme celles du genêt ou de la bruyère, peuvent être utilisées comme balais [5]. Mais, feuillues, ces branches peuvent aussi servir de fourrage au bétail l'hiver et à alimenter le feu [113]. Ce bois facilement inflammable est un bon bois de brulage qui permet de démarrer un feu de camp même par temps humide [114], [115]. La suie même du bois de bouleau permettait de démarrer un feu ; elle était également utilisée pour préparer l'encre noire d'imprimerie [115].

Le bouleau fut, pendant de nombreuses années, symbole de la sagesse mais aussi instrument de discipline [5], [42], [116]. En anglais, bouleau se dit « birch » qui est synonyme du mot verge ; par là, le verbe « to birch » signifie fouetter. Si désormais la flagellation par les branches de bouleau ne sert plus à inculquer une quelconque éducation, elle est encore d'usage dans les pays scandinaves après un passage au sauna [3]. Fouetter la peau avec des rameaux de bouleau après le sauna favoriserait alors la sudation et ainsi l'élimination des toxines, revigorerait, et soulagerait les contractions et douleurs musculaires [117].

Son écorce a eu, elle aussi, de nombreux usages, notamment dans le domaine de la spiritualité et de l'écriture par le biais des parchemins en écorce [116]. Mais nous pouvons aussi parler de la torche en écorce de bouleau qui est encore connue des scouts et des passionnés de nature [117].

L'écorce pouvait servir à la construction d'habitats traditionnels, et notamment à leur toiture, par exemple pour celle des wigwams des Amérindiens. Elle servait aussi à la fabrication de petits récipients mais également de canots, de traîneaux et de luges.

Les Indiens d'Amérique du Nord se servaient en effet de canots pour se déplacer sur les rivières et les lacs. Leurs « ut oohkwi » devaient être solides mais aussi d'une grande légèreté pour passer d'un lac à un autre ou éviter un passage délicat sur le cours de la

rivière. La légèreté et l'étanchéité de l'écorce de bois de bouleau en font une matière première des plus recommandées pour ce type d'exercice [5], [113], [117].

Dans un travail plus minutieux, l'écorce tressée pouvait servir à la fabrication de vêtements.

On peut aussi extraire de l'écorce de bouleau une solution saturée en bétuline qui permet le tannage du cuir afin de le rendre imputrescible [3].

Le tan obtenu de l'écorce de bouleau correspond à la substance évoquée au début de notre récit sous le terme de brai ou de goudron de bouleau. En effet ces substances, différant par leurs usages, sont issues de la même matière première, et résident en l'extraction des composés contenus dans l'écorce du bouleau.

### 3.2. Usages alimentaires du bouleau

Le bouleau n'est pas un incontournable de la cuisine des plantes sauvages mais la consommation anecdotique de jeunes feuilles et de bourgeons est parfois mentionnée [113]. Les jeunes feuilles tendres, en petite quantité, ajouteraient une saveur aromatique et originale aux salades composées [113], [118]. Cuits et bien croustillants les bourgeons seraient eux aussi d'une saveur agréable [119]. La sciure peut elle aussi servir en cuisine, l'écorce de la racine pouvait remplacer le thé et les feuilles séchées et torréfiées, le tabac.

Plus couramment c'est la sève de bouleau qui est consommée et plus particulièrement en Suède et en Laponie où elle sert à sucrer mais aussi à préparer un vin pétillant de bouleau [5], [120].

En effet, par un processus de fermentation, on peut obtenir un vin pétillant pouvant être aromatisé selon les envies du consommateur.

On peut également faire du vinaigre à partir de la sève du bouleau [120].

Par évaporation de l'eau contenue dans la sève de bouleau, et en réduisant 110 litres de sève pour n'en garder qu'un seul litre, on peut obtenir un sirop au goût prononcé qui en restreint son usage [120]. Ce sirop, et la sève elle-même peuvent toutefois être utilisés en cuisine et notamment par certains restaurateurs comme Laurent Grandgirard chef du restaurant Oxalis à Remiremont [113].

Il faut aussi noter que, bien que peu utilisé en France, le xylitol est un polyol issu de végétaux et principalement du maïs et du bouleau. Cet édulcorant naturel possède le même pouvoir sucrant que le saccharose tout en étant nettement moins calorique [3], [121].

### 3.3. Activités pharmacologiques du bouleau

Le bouleau est considéré comme un puissant diurétique, un dépuratif, antidartreux, antirhumatismal, fébrifuge, vulnéraire et plus ou moins vermifuge [42], [118]. On retrouve aussi la trace de possibles performances dans la guérison des calculs rénaux et vésicaux, des œdèmes, de la goutte, des impuretés cutanées et stomatites ulcéreuses [118]. Cependant ces utilisations sont basées sur la tradition et n'ont pas fait l'objet d'études scientifiques rigoureuses.

L'activité des extraits de bouleau et de leurs composés a tout de même été testée dans différents domaines de la santé :

- Des essais ont été menés pour montrer l'activité anticancéreuse du bouleau. Si des extraits obtenus par extraction au soxhlet de *Betula pendula* par du dichlorométhane et du méthanol ont vu leur activité évaluée contre les leucémies, la majeure partie des études porte sur l'activité de la bétuline et de l'acide bétulinique. L'activité de ces molécules a été évaluée sur différentes lignées de cellules cancéreuses : HeLa (adénocarcinome du col de l'utérus), MCSF (adénocarcinome du sein) et A431 (carcinome de la peau). Une activité antiproliférative a été mise en évidence, sûrement en association avec d'autres composés dans les extraits de bouleau [122].

L'acide bétulinique, cytotoxique *in vitro* et *in vivo*, inhibe la croissance de mélanomes humains développés sur souris en induisant l'apoptose [123].

Un extrait méthanolique d'écorce interne de bouleau a été testé sur des lignées cellulaires du carcinome du poumon (A-549) et l'adénocarcinome colorectal (DLD-1) [124]. L'activité cytotoxique du platyphylloside et du glycoside diarylheptanoïde contenus dans l'extrait était plus forte que celle du 5-fluorouracile pour le cancer colorectal [122].

- Des études ont montré qu'un extrait méthanolique de bouleau pouvait réduire le stress oxydatif lié au peroxyde d'hydrogène dans des fibroblastes de poumon de hamster. Un traitement, par cet extrait sur des cellules leucémiques promyélocytaïres, induit cytotoxicité et apoptose par différents mécanismes tels que la surexpression de gènes pro-apoptotiques [122].

On a aussi observé une activité d'inhibition de la peroxydation lipidique, une augmentation de diverses enzymes anti-oxydantes telles que la superoxyde dismutase et la catalase [122], [125].

- On a aussi cherché, depuis longtemps, à montrer l'activité anti-inflammatoire d'extraits de bouleau dans différentes études. Déjà en 1995, *Tunon et al* testèrent un extrait aqueux de feuilles de bouleau pour une activité anti-inflammatoire *in vitro* sur des cellules isolées et par des tests enzymatiques. Les résultats furent

les suivants : une inhibition de la synthèse de prostaglandines d'environ 23% (activité faible) et une inhibition de l'exocytose du Platelet Activating Factor d'environ 76%, soit une activité modérée pour l'étude [126]. Cet effet pouvant être expliqué par la présence de tanins ou autres polyphénols. Plus récemment, d'autres études laissaient entrevoir un bon traitement de l'inflammation cornéenne dans l'extrait de feuilles de *Betula pendula*. D'autres études suggèrent que cet effet anti-inflammatoire lié à la betuline est comparable à celui de l'indométacine [127], mais lui est supérieur par un effet synergique avec d'autres triterpènes, présents même en faible quantité dans l'extrait [122]. Cependant l'acide bétulinique et le bétulinol restent faiblement anti-inflammatoires [123].

- Dans la médecine traditionnelle le bouleau est souvent employé dans le traitement des rhumatismes et troubles arthritiques. Pour supporter ces dires diverses études ont été menées. Pour expliciter l'effet du bouleau revenons à la genèse de la pathologie : l'arthrite goutteuse et les lithiases rénales sont dues à une hyper-uricémie avec dépôts de cristaux d'urate monosodique dans les articulations ou les reins. En routine un traitement hypo-uricémiant est mis en place et la xanthine oxydase est une des cibles possibles puisque cette enzyme induit la formation d'acide urique. *Betula pendula* est une des espèces présentant la plus grande capacité d'inhibition de la xanthine oxydase. Cette grande activité peut s'expliquer par la présence de salicylates et d'autres phénols [122].
- Une autre étude s'est attelée à comparer l'effet de doses croissantes d'extrait de *Betula pendula* sur la croissance cellulaire par rapport à l'effet du methotrexate, une drogue synthétique utilisée dans le traitement de l'arthrite [128]. Il a ainsi été montré que l'extrait de feuille de *Betula pendula* inhibait la croissance et la division cellulaire des lymphocytes T activés. Les lymphocytes T participent aux processus d'inflammation par production de cytokines pro-inflammatoires comme les interleukines 1 et 6 et le TNF $\alpha$ \*. L'inhibition de la prolifération des lymphocytes due à une induction de l'apoptose et à un arrêt du cycle cellulaire est comparable à celle induite par du methotrexate Cette activité pourrait être due à la part flavonoïque de l'extrait, et plus particulièrement à la présence de quercétine. [122].
- D'autres études montrèrent les propriétés antiprolifératives des extraits polyphénoliques issus de l'écorce de *Betula alleghaniensis* sur les kératinocytes normaux et psoriasiques [122].
- La fraction n-butanol contenue dans l'écorce de *Betula platyphylla* a été identifiée comme étant un agent protecteur du cartilage. De manière dose-dépendante, son

(\* Définition dans le glossaire)

administration orale diminue la raideur articulaire. Le n-butanol de l'extrait inhibe la cyclo-oxygénase 2, sans affecter la cyclo-oxygénase 1, et supprime la production de prostaglandines E2. Une autre étude montre que *Betula platyphylla* diminuerait rapidement et de manière dose dépendante le seuil nociceptif et les symptômes arthritiques. On observe un effet similaire, sur le modèle utilisé pour l'étude, au celecoxib, un inhibiteur sélectif de COX-2\* [122], [129].

- Un essai a été mené avec une pommade standardisée à l'extrait d'écorce de bouleau qui a montré une efficacité dans le traitement de la kératose actinique et qui pourrait donc s'avérer être une nouvelle option thérapeutique [122].
- L'activité de l'extrait d'écorce de *Betula platyphylla* sur la dermatite atopique a été étudiée par *Kim et al* en 2008 [130]. Cet extrait, administré par voie orale, inhibait le développement de la dermatite en diminuant la sévérité et l'intensité des démangeaisons, l'hypertrophie ainsi que l'infiltration du derme par des cellules inflammatoires. On retrouvait aussi une diminution des IgE dans le sérum, d'où la capacité de l'extrait d'écorce à moduler la réaction allergique. L'activité de *Betula platyphylla* passerait par l'inhibition du relargage d'histamine et l'inhibition de la production de cytokines inflammatoires ; ainsi on peut entrevoir un traitement potentiel des maladies allergiques inflammatoires [122].
- L'extrait d'écorce de bouleau montre également des propriétés de renforcement de la barrière cutanée qui pourraient être utilisées en dermocosmétique pour le traitement des peaux sèches [131]. L'extrait de feuilles pourrait, lui aussi, être utilisé en cosmétique mais également dans l'industrie pharmaceutique pour ses effets antioxydants et blanchissants de la peau [122].
- D'autres études cherchent à mettre en lumière l'effet immunorégulateur d'extrait d'écorce de *Betula pubescens*. Il a ainsi été décrit que certains composants de l'écorce de cette espèce diminuaient l'activité des cellules dendritiques, et par là leur interaction avec les cellules T conduisant à la régulation de la réponse immunitaire [122].
- Des extraits aqueux, éthanoliques et méthanoliques issus de différentes espèces de bouleaux ont montré des activités antibactériennes et antifongiques contre de nombreux pathogènes. L'effet antiviral reste cependant plus limité [122].
- Certains amides de l'acide bétulinique présentent des propriétés d'inhibiteur de la réplication du virus HIV-1 en empêchant la formation du syncytium et ainsi l'entrée du virus dans les cellules. D'autres dérivés comme l'acide 3-O-(3',3'-

(\* Définition dans le glossaire)

diméthylsuccinyl)-bétulinique, inhibent les étapes terminales de la formation du virus dont la formation des protéines de la capside. Ce dernier dérivé a fait l'objet d'essais cliniques de phase I et II [123].

- Diverses études montrèrent un effet hépatoprotecteur des extraits d'écorce de bouleau et même une possible utilité dans le soulagement de l'hépatite C chronique. Il faut noter que ce rôle dans l'hépatite C pourrait lui aussi être lié à l'effet anti-oxydant de l'écorce de bouleau puisqu'on sait que les dommages associés à une hépatite C seraient liés en partie au stress oxydatif [122], [132].
- Un extrait méthanolique de feuilles de *Betula pendula* a été évalué pour ses effets gastroprotecteurs *in vivo* et pour l'inhibition de la peroxydation lipidique *in vitro* par *Germano et al* en 2012. Comparé au misoprostol, cet extrait de bouleau a permis, par son effet gastroprotecteur de diminuer significativement les lésions gastriques induites par de l'éthanol [122].

Bien d'autres effets ont été testés, les études citées précédemment ne sont que des exemples. Cependant il faut soulever que les débouchés de ces études sont minces, et il n'y a pas, à notre connaissance d'extraits de bouleau commercialisés en tant que médicament pour les effets dont nous venons de parler.

Les préparations à base de bouleau sont nombreuses, souvent commercialisées avec une forte valeur ajoutée dans des boutiques spécialisées. Elles ne sont cependant que peu reconnues comme produits de soin, malgré les bénéfices que l'on peut en tirer.

### 3.4. L'eau de bouleau ou sève de bouleau (sapa)

« La sève de bouleau fraîche, détox et tonus » [133] « La sève de bouleau, nouvel or blanc du Porhoët » [134] ; la presse et les sites internet grand-public publient régulièrement des articles sur la sève de bouleau. Ce produit est devenu le produit « détox » du moment. S'il entre seulement dans les mœurs, c'est un produit connu depuis plusieurs siècles et traditionnellement consommé dans les pays scandinaves et la Russie [113].

Déjà au premier siècle après Jésus-Christ, Pline l'Ancien avait remarqué que la sève de bouleau pouvait constituer un bon remède en cas de goutte ou de rétention d'eau [17]. Plus tard, au 12<sup>ème</sup> siècle après Jésus-Christ, est mentionnée l'utilisation thérapeutique du bouleau par Sainte Hildegarde qui préconise alors ses fleurs pour le traitement des ulcères [42], [135], ses bourgeons pour les problèmes de peau, et son suc en cas de rétention d'eau ou de troubles urinaires [17].



Les vertus diurétiques, bienfaisantes pour la peau et les ulcères, de l' « eau de bouleau » sont alors reprises par le Chanoine de Ratisbonne Conrad de Megenberg en 1350 [42].

En 1565 un médecin siennois nommé Matthiole écrit que l'eau de bouleau a pour vertus de « rompre la pierre tant aux reins qu'à la vessie » et que « si on s'en lave la bouche, elle guérit les ulcères qui sont dedans » [5], [136]. Il décrit alors le procédé d'obtention de ce remède [42].

Le bouleau se vit alors qualifié d' « arbre néphrétique d'Europe » [3], [116].

Aux alentours de l'année 1800, d'autres propriétés furent attribuées à l'eau de bouleau par le Baron Pierre-François Percy, chirurgien militaire : « les maladies de peau, les boutons, dartres, couperoses..., lui résistent rarement », elle serait un « remède précieux dans les affections rhumatismales, dans les reliquats de goutte, dans les embarras de la vessie »... [42], [109].

Si l'on s'éloigne un peu de ses usages historiques de France et d'Europe on peut voir que la sève de bouleau a eu diverses utilisations à travers le monde. On peut ainsi en citer quelques exemples [137] :

- Pour les Amérindiens et autres peuples d'Amérique du Nord, elle servait à lutter contre le rhume et la toux.
- Elle permettait de combattre les furoncles et les plaies en application locale selon une peuplade d'Alaska.
- Les Japonais lui reconnaissent la capacité de traiter l'hypertension, les problèmes urinaires, la goutte et s'en servaient comme tonique général.
- Pour éviter les problèmes de peau, les Estoniens s'en servaient cette fois aussi en application locale. Matthiole attribuait déjà à la sève de bouleau le pouvoir « d'effacer des taches de la peau et de lui donner de l'éclat » [42].
- Une fois transformée en boisson alcoolisée, les Polonais s'en servaient pour favoriser la repousse des cheveux. La sève de bouleau fraîche, elle-même, posséderait une action sur la repousse des cheveux, leur donnerai vigueur et souplesse, tout en diminuant les démangeaisons du cuir chevelu et en éliminant les pellicules [42], [113].
- Selon un livre de médecine de 1839, *The finnish Peasant's Home Doctor* ; l'eau de bouleau pourrait traiter les vers, les douleurs et conséquences des rhumes, les problèmes associés aux reins et à la vessie, ainsi que les calculs biliaires et rhumatismes.
- En Finlande, elle fut aussi utilisée pour soulager les maux de tête, soigner les ulcères, faire perdre du poids, et en traitement adjuvant de la sclérose en plaques. Elle permettrait également de diminuer les symptômes d'allergie au pollen de bouleau. Cette dernière utilisation est plus que controversée comme nous pourrons le voir dans la dernière partie de ce mémoire.

- Dans la pharmacopée chinoise elle soulage également le rhume, réduit les expectorations, atténue les néphropathies, la goutte et le scorbut. Elle augmenterait aussi l'appétit, aiderait à la digestion et à combattre la fatigue, à renforcer les défenses immunitaires et à guérir la plupart des affections cutanées !

#### 3.4.1. Obtention du produit

La sève brute du bouleau suit une circulation verticale ascendante dans le bois, partant des racines pour aller nourrir les bourgeons [113]. Au contraire, la sève dite élaborée repart des feuilles [17]

La sève est récoltée exclusivement au printemps. La saison de récolte débute entre fin février et début mars, pour la simple est bonne raison qu'elle n'est pas récoltée par pompage mais par simple fuite spontanée du liquide par un orifice percé dans le tronc. Ce flux de sève ne se manifeste qu'au début du printemps. La récolte se poursuit alors jusqu'à l'apparition des premiers bourgeons [113].

Lors du réchauffement printanier du sol, l'amidon stocké par la plante pendant l'hiver se décompose par hydrolyse en sucres simples utilisables par les cellules. Cette transformation s'accompagne donc d'une augmentation du potentiel osmotique interne des cellules ; ainsi plus d'eau pourra être absorbée par les racines [138].

Dans le même temps, le dégel s'accompagne d'une augmentation de l'absorption de sucres, et de nutriments tels que le calcium et le potassium par les radicelles. L'augmentation de la concentration en ions et en sucres aspirera donc, par différence de pression osmotique, l'eau à l'intérieur du système racinaire. Toujours grâce à cette pression créée par l'appel d'eau, et contre la gravité, le flux de liquide va remonter jusque dans la tige de l'arbre et provoquer ce que l'on appelle la coulée printanière.

La période de cette coulée est courte : pas plus de 2 à 4 semaines au maximum et se termine avant l'éclosion des bourgeons [138].

Pour permettre la coulée, le tronc de l'arbre est percé d'un trou d'1 centimètre de profondeur légèrement orienté vers le bas et à environ 1,5 mètre du sol [113]. De cet orifice sort un tuyau qui rejoint, au pied de l'arbre, un récipient destiné à la récolte du liquide. Tous les matins, la sève obtenue est récoltée pour éviter que, sous la chaleur du soleil, la fermentation ne s'amorce. Elle sera alors conservée au réfrigérateur à une température proche de zéro degrés Celsius [86], [138].

Un arbre produit en moyenne 150 à 200 litres de sève par jour, ainsi des récoltes de l'ordre de la dizaine de litres sont inoffensives pour l'arbre [113].

Il est recommandé dans la mesure du possible, une fois la récolte terminée, de reboucher l'orifice percé par une cheville de bois afin d'éviter les infections possibles de l'arbre et lui éviter, si l'on arrête la récolte avant la fin de la période de montée de sève, que l'arbre ne continue à perdre cette sève sans raison.

### 3.4.2. Composition biochimique

La sève brute et la sève élaborée diffèrent par leur composition. La sève élaborée, riche en éléments organiques formés au niveau des feuilles aurait des propriétés diurétiques et dépuratives que la sève brute n'a pas. Lors de la récolte on obtient, suivant la hauteur du prélèvement, un mélange variable des 2 sèves [17].

Ainsi, le liquide obtenu à la sortie du tronc du bouleau est translucide, clair, incolore, fade mais sucré et au goût discrètement boisé [42], [113], [137]. Très riche en eau, cela en fait une boisson tout à fait désaltérante.

La sève de bouleau varie d'un endroit à un autre, d'un arbre à un autre, d'une année à une autre, que ce soit en termes de quantité ou de composition. On peut cependant donner des tendances de composition.

La sève de bouleau contient 0,5 à 2% de matières solides qui sont constituées de sucres et d'acides aminés [3], [42]. La valeur énergétique de la sève de bouleau se situera aux alentours de 10kJ pour 100 grammes [139].

Les sucres présents sont variés : le glucose et le fructose seraient majoritaires aux alentours de 3 à 4 g/l, le saccharose serait présent à moins de 0,7g/l et le galactose dix fois moins concentré que ce dernier [138]. Même si les taux de glucose et de galactose restent constants, on observe une variation dans les taux de saccharose et de fructose : au cours de la saison le premier diminue alors que le second augmente [138].

Les acides aminés sont nombreux à être référencés dans les analyses de sève de bouleau. On peut compter parmi ces 17 acides aminés libres la glutamine, la citrulline, la valine, l'isoleucine et l'acide glutamique qui à eux seuls représentent une majorité, plus de 90%, du total des acides aminés.

On retrouve aussi dans la sève de bouleau, des protéines parmi lesquelles une grande part d'enzymes ainsi que des hormones végétales dont l'acide abscissique [3], [138].

La sève de bouleau tient son acidité de la présence de divers acides tels que l'acide malique, l'acide citrique, l'acide succinique en faibles quantités [3], [138]... Il faut cependant noter que ce serait l'acide malique, présentant son taux maximum juste avant le débourrement des bourgeons, qui serait à l'origine de l'apparition d'un voile blanchâtre lors de la fermentation de la sève par combinaison avec certains oligo-éléments [138].

La composition de la sève de bouleau varie en fonction des lieux de récolte à cause de la variabilité géologique de la terre ; et des saisons. Voici, à titre indicatif dans le tableau

3, la composition de la sève de bouleau du laboratoire Santarome récoltée dans la forêt finlandaise et certifiée BIO Label AB par ECOCERT [139].

Tableau 3 : Analyse de la sève de bouleau Santarome (données du laboratoire Santarome)

100g de sève de bouleau contiennent :		Acides de fruits (mg/l) :	
Energie	10 kj	Acide malique	100-600 mg/l
Lipides	0.1g	Acide succinique	10-300 mg/l
Protéines	0.1 g	Acide phosphorique	10-50 mg/l
Carbohydrates	0.62 g	Acide citrique	5-20 mg/l

En plus des mucilages, la sève de bouleau contient des sels minéraux dont les trois plus concentrés sont le potassium, le calcium et le silicium [3], [113], [138]. Elle contient aussi des vitamines en faibles taux [138].

La sève renferme deux hétérosides : le betuloside et le monotropitoside. Ce dernier libèrerait, par hydrolyse enzymatique, du salicylate de méthyle aux propriétés analgésiques et anti-inflammatoires, mais ayant l'avantage de n'être libéré que dans l'intestin et de ne pas affecter la cyclooxygénase 1, productrice de prostaglandines cytoprotectrices de la muqueuse stomacale [138].

La sève de bouleau est fermentescible, et on en tire ainsi le « vin de bouleau » [42], [116]. Pour obtenir une « bonne fermentation » il faut ajouter à la sève du miel, du sucre ou une levure spéciale. On laisse alors fermenter pendant 3 à 4 semaines. La boisson pétillante, sucrée et légèrement acide obtenue peut ensuite être mise en bouteilles [42].

### 3.4.3. Intérêts thérapeutiques et activités pharmacologiques

Le principal effet thérapeutique de la sève de bouleau est l'activation de la diurèse et ainsi l'élimination de déchets comme l'acide urique dont l'accumulation est à l'origine des crises de goutte. Elle permettrait également de stimuler l'élimination du cholestérol [113].

La teneur en potassium pourrait être impliquée dans l'action diurétique. De plus, les flavonoïdes de la feuille inhiberaient une métallopeptidase, ce qui induirait également un effet diurétique. Attention cependant avec de jeunes pousses on observerait des effets inverses, c'est-à-dire une action antidiurétique [116].

Par cet effet diurétique, la sève de bouleau exerce aussi un effet anti-lithiasique ; d'où son utilisation dans les maladies des reins, de la vessie et de la vésicule biliaire [117]. Ses activités drainantes et dépuratives en font sa renommée de cure de printemps pour éliminer les toxines (produits de dégradation de notre métabolisme) qui se sont

accumulés au cours de l'alimentation plus riche de l'hiver [138]. Dans ce cadre, ses indications seront donc le traitement de la goutte, des lithiases urinaires, des œdèmes, de la cellulite [138]...

La sève de bouleau administrée par voie orale chez le rat ne s'est montrée que faiblement diurétique mais préviendrait la formation des calculs urinaires [140].

L'ester méthylique de l'acide salicylique a des propriétés antiseptiques. Un autre essai chez l'homme a montré une diminution du nombre de bactéries dans les urines de patients traités par un extrait de bouleau [116].

L'apport de potassium contenu dans la sève de bouleau et la libération par hydrolyse enzymatique de salicylate de méthyle peuvent contribuer, chez un individu sain, à un meilleur fonctionnement cardio-vasculaire [138]. *A contrario*, la kaliémie devant se situer dans un intervalle de valeurs précises sous peine de voir apparaître des troubles du rythme cardiaque, il conviendra de déconseiller l'utilisation de la sève de bouleau chez les individus aux problèmes cardiaques préexistants.

La richesse de la sève de bouleau en minéraux et oligo-élément en fait un breuvage stimulant et revitalisant, en particulier pour les sportifs et les personnes âgées ou convalescentes [138].

On retrouve aussi dans la sève de bouleau les diverses propriétés de l'arbre : remède pour les infections rhumatismales, et soin des maladies de peau reflétant des troubles du système nerveux excréteur [109]. La sève de bouleau est particulièrement recommandée pour soulager l'arthrose. Elle permettrait également de diminuer les symptômes liés à des maladies de peau telles que l'eczéma, le psoriasis et les dartres. Il est parfois même recommandé d'appliquer la sève de bouleau fraîche directement sur les plaies cicatrisant mal [141]. Enfin elle atténuerait les dermatites et démangeaisons du cuir chevelu ainsi que la formation de pellicules [138]... Elle préviendrait la chute des cheveux, stimulerait leur pousse et dégraisserait le cuir chevelu [114], [118].

La sève de bouleau aurait aussi une activité de régulateur dans les troubles gastro-intestinaux [3].

En résumé : rafraîchissante, drainante, tonifiante et stimulante générale, anti-inflammatoire, antalgique et assouplissante articulaire, la sève de bouleau fera une excellente cure de printemps pour des individus sains à la recherche de « detox » [117], [138] !

#### 3.4.4. Déroulement de la cure

La cure, qui dure généralement 2 à 3 semaines, peut se dérouler au début du printemps et/ou de l'automne. Elle consiste généralement en l'absorption d'un verre de sève le matin à jeun [139]. On peut aussi en consommer jusque trois verres, un avant chaque principal repas. La sève de bouleau peut se consommer pure ou diluée [139]. On conseille aux sportifs de la consommer avant l'effort [139].

#### 3.4.5. Conservation et informations techniques

La sève doit être maintenue à une température inférieure à 4°C c'est pourquoi il faut la conserver au réfrigérateur. En effet, la présence de sucres va induire le développement d'une fermentation dès que la température s'élève. Lors de la fermentation on aura production de maléate de calcium et de phosphate calcique qui vont troubler la solution. Une fois la fermentation engagée, la sève gardera tout de même ses propriétés notamment drainantes mais, le gout acidulé de plus en plus prononcé pourra conduire à un arrêt prématuré de la cure.

Il existe différentes manières de conserver la sève et donc différents contenants à choisir selon la date et la durée de la cure :

- La sève peut tout d'abord être filtrée, ce qui lui permettra d'avoir une conservation un peu plus longue que la sève fraîche. Cependant même si une durée de conservation de 3 semaines est mentionnée, rien n'indique que la fermentation n'aura pas débuté avant ce délai.
- La sève peut être non filtrée mais conditionnée sous vide. Cette méthode permet de conserver la sève sur une période d'environ un an tant que le contenant n'est pas ouvert et que la sève n'est pas au contact de l'air. Une fois ouvert, elle ne se conservera qu'une semaine environ.
- La sève peut aussi être pasteurisée. Ce processus permet d'avoir de gros contenants du type Bag-in Box, cependant on peut observer suite au processus de traitement thermique qu'est la pasteurisation, surtout si elle est conduite à haute température, une modification du gout accompagnée d'une perte de teneur en vitamines.

Après écoulement du tronc de l'arbre, la sève s'oxyde rapidement. Cependant, et par le procédé utilisé par le laboratoire Santarome appelé « de l'arbre à la bouteille », la sève est récoltée sans contact avec l'air et ainsi sans subir d'oxydation. Cette sève, non pasteurisée et conditionnée en flacon, se conservera une semaine après ouverture. Les flacons sont à agiter avant emploi et à conserver au frais.

Pasteurisée en Bag-in-Box, la sève sera à consommer dans les 21 jours après la première ouverture. Cette durée supérieure s'explique par la présence d'un robinet qui limite le retour d'air et empêche ainsi l'oxydation naturelle [139].

On trouve la sève de bouleau en magasin bio, on peut également la commander sur internet, parfois directement sur le site du producteur.

En bouteilles en verre, comme la sève de bouleau Santarome, à raison d'un petit verre de 12.5cl par jour le matin, le lot de 3 bouteilles de 500ml permettra de réaliser une cure de 12 jours pour 30 à 50€. Un Bag-in-Box de 2 litres, comme celui de Fée nature, permettra, pour une consommation similaire, de réaliser une cure d'une quinzaine de jours pour un prix généralement de 20 à 25€ [142]. Un Bag-in-Box de 5 litres coûte, lui, dans les 50€ à 60€ [143], et permet de réaliser une cure de 20 jours à 2 personnes.

Pour les détenteurs d'un bouleau, cette cure sera, évidemment, moins onéreuse et permettra de consommer la sève tout juste sortie du tronc chaque matin.

### 3.5. Le bouleau en gemmothérapie

Le gemmothérapie est une branche de la phytothérapie. Cette thérapeutique utilise des bourgeons et jeunes pousses d'arbres et d'arbustes [144].

#### 3.5.1. Obtention du produit

Cueillis dès le mois de février, les bourgeons subissent une macération dans un mélange généralement composé d'eau, d'alcool et de glycérine [119], [145]. Cette méthode instaurée par un médecin belge en 1970 est alors nommée « phytoembryothérapie ». C'est un médecin français, M. Tetau qui donna, plus tard, le nom de gemmothérapie [144].

#### 3.5.2. Composition

Les tissus embryonnaires qui constituent les bourgeons diffèrent du reste de la plante car ils contiennent d'avantage d'acides nucléiques. Ils renferment également des hormones de croissance, vitamines, oligo-éléments et minéraux en plus de la sève apportée par l'arbre [144].

La composition flavonoïdique du bourgeon est proche de celle des feuilles : hyperoside et autres hétérosides de flavonols.

Il convient de noter que le bourgeon peut fournir une huile essentielle.

### 3.5.3. Intérêts thérapeutiques et indications

La gemmothérapie distingue les usages thérapeutiques de *Betula pubescens* et de *Betula pendula*, deux proches cousins regroupés sous le terme générique de *Betula alba*. Si leurs propriétés restent proches, celles de *Betula pendula* semblent moins prononcées et conviendraient ainsi davantage aux enfants [146].

Le bouleau agit dans les douleurs articulaires notamment du dos, les ankyloses et les raideurs. Il agit comme anti-inflammatoire et stimule la régénération osseuse par son action reminéralisante [113], [144].

Son action anti-inflammatoire peut aussi être intéressante au niveau respiratoire.

Il stimule la rate et le pancréas et pourrait, en association avec d'autres bourgeons être un remède des troubles hépatiques [144].

Au niveau rénal le bourgeon de bouleau est utilisé dans les rétentions d'eau à l'origine d'œdèmes, l'obésité et les lithiases [144].

### 3.5.4. Mode d'administration

La prise de thérapeutiques à base de bourgeons, que ce soit sous forme de complexes ou de macérats-mères unitaires doit se faire de préférence une demi-heure avant les repas, 2 à 3 fois par jour suivant l'indication.

Il est recommandé de commencer par une dose unitaire de 5 gouttes qui se verra augmentée d'une goutte par jour, chaque jour, jusqu'à atteindre 15 à 20 gouttes. On continuera la cure sur environ 3 semaines, au nombre de gouttes auquel a été ressenti l'effet bénéfique. Les cures de 3 semaines seront renouvelées 3 fois avec une semaine d'arrêt entre chacune des cures [144].

### 3.5.5. Gemmothérapie en association

Il est possible d'associer les bourgeons pour cibler des affections particulières ou augmenter leur efficacité par synergie d'action. Ainsi on associera les bourgeons de *Betula pubescens* et de cassis pour stimuler les surrénales. *Betula pubescens* associé à *Vaccinium vitis idaea* permettrait de recalifier les os après une fracture [146].

On peut aussi trouver des sèves de bouleau enrichies en bourgeons, et notamment en bourgeons de bouleau. En effet, l'action dépurative et drainante de la sève de bouleau dont on a parlé dans les pages précédentes peut être renforcée par des extraits de bourgeons de bouleau et de cassis. L'action de cette sève étant donc amplifiée, une



seule cuillère à soupe par jour suffirait pour obtenir un résultat similaire à celui obtenu par l'absorption de plusieurs verres de sève pure [144].

Les bourgeons peuvent aussi être utilisés en décoction ou infusion. Ainsi une décoction de 20 grammes de feuilles et bourgeons de bouleau dans 750 ml d'eau jusqu'à réduction à 500ml, permettra de stimuler la diurèse, lutter contre l'hypercholestérolémie, l'hypertension, l'hyperazotémie, l'albuminurie ou les œdèmes. Tamponner la peau avec une compresse de gaze imbibée d'une infusion obtenue en jetant une pincée de feuilles et bourgeons de bouleau permettrait cette de fois de lutter contre les furoncles [147].

Dilué à 1DH, l'extrait de bourgeon de bouleau pourra être enrichi en diverses parties de l'arbre telles que chatons, radicules, écorce de racines et semences. Nous traiterons de ces produits dans la partie homéopathie [146].

### 3.6. « Jus de bouleau » et bouleau en phytothérapie

#### 3.6.1. Obtention des produits

Les feuilles de bouleau sauvage sont cueillies dès le début du printemps mais majoritairement aux alentours des mois de mai et juin par diverses sociétés comme Oriane SARL [119], [145]. L'écorce est récoltée aux mois de mars et d'avril, comme la sève [119].

Après séchage pendant 1 semaine, les feuilles sont conditionnées en sac de jute ou de propylène et vendues. Elles gardent leurs propriétés à des températures situées entre 15 et 25°C [148]. Une fois séchées elles pourront être utilisées en infusion, réduites sous forme de poudre, ou d'extrait sec puis mises en gélule. On pourra également fabriquer des teintures-mères à base de jeunes feuilles ou d'écorce [149].

Quel que soit le mode de préparation des extraits aqueux de plantes, ils doivent être consommés ou utilisés par voie externe dans les 24 heures [150]. On peut ainsi citer 3 modes d'extraction courants :

- L'infusion. Elle est obtenue en plongeant la plante, généralement sèche dans de l'eau que l'on vient de faire bouillir. L'infusion se fait le plus souvent avec des feuilles ou des fleurs et la durée de l'infusion, hors du feu varie de 5 à 15 minutes [150].
- La décoction. Elle est préparée en plongeant 5 à 20 grammes de la plante, fraîche ou séchée, fractionnée en petits morceaux dans un litre d'eau froide. Le mélange est porté à ébullition pendant 10 à 20 minutes puis filtré. Ce mode d'extraction est plus généralement utilisé pour extraire des principes actifs

contenus dans des parties solides de la plante telles que les racines, l'écorce, les tiges, les graines et les baies [150].

- La macération. Ce dernier mode d'extraction consiste à faire tremper la plante dans de l'eau à température ambiante pendant une demi-heure à 4 heures. Elle permet d'extraire les principes actifs solubles à froid contenus dans la plante en évitant la dégradation possible causée par la surchauffe lors de l'infusion ou de la décoction [150].

Weleda commercialise son « Jus de bouleau » issu de feuilles cueillies en Bohême du Sud sur une période allant de mi-mai à mi-juin lorsque l'arbre est au plus fort de sa phase de poussée végétative. Près de 200 cueilleurs s'emploient à la récolte dans cette région. En début d'après-midi les feuilles cueillies le matin même, dès l'aube, sont livrées à un point de collecte où est effectué un premier contrôle qualité. Les feuilles sont ensuite rapatriées à Sobenov dans un hangar de 1200m<sup>2</sup> où elles sont étalées sur des treillis de séchage. Elles sont alors séchées sous un courant d'air ascendant pendant 5 jours, en étant retournées tous les deux jours. Une fois cette première étape passée les feuilles sont stockées en sacs [151].

Près de Budweis, toujours en Bohême du Sud, les feuilles sont découpées en carrés de 8 millimètres de côté. Remises en sac elles sont alors expédiées en France où elles subiront un processus de décoction qui permettra l'obtention du « Jus de bouleau ». Depuis quelques années, la décoction se fait également en République Tchèque. L'extrait de bouleau, est alors uniquement enrichi en jus de citron, pasteurisé et embouteillé en France [151].

Différentes teintures de feuilles de bouleau sont disponibles dans le commerce. On conseillera alors généralement d'en consommer l'équivalent d'une cuillère à café plusieurs fois par jour dans un verre d'eau [152]. Weleda recommande, pour une consommation tout au long de la journée, de diluer chaque jour son « Jus de bouleau » à raison de 2 cuillères à soupe dans une bouteille d'un litre d'eau minérale et ce pendant 3 à 6 semaines [151].

Il faut cependant préciser que certains préparent eux-mêmes leur teinture en laissant macérer pendant 2 jours l'équivalent de 2 cuillères d'écorce dans une tasse d'alcool fort tel que de la vodka [152].

### 3.6.2. Compositions

Les feuilles sont riches en saponine et contiennent, comme les bourgeons, une faible quantité d'huile essentielle [42].

La composition de la feuille comprend : vitamine C, carotènes, acides phénols, glucosides de 3,4'-dihydroxypropiophénone et roséoside [140], [150].

On retrouve aussi et surtout des flavonoïdes parmi lesquels l'hyperoside dont la structure est donnée en figure 21 (environ 0,8%) qui est le composé majoritaire des 2 à 3% de flavonoïdes totaux principalement présents dans l'épiderme supérieur [150]. La teneur en flavonoïdes est un des critères de reconnaissance de la pharmacopée européenne ; la feuille séchée, entière ou fragmentée doit contenir au minimum 1,5% de flavonoïdes exprimés en hyperoside [123], [153].

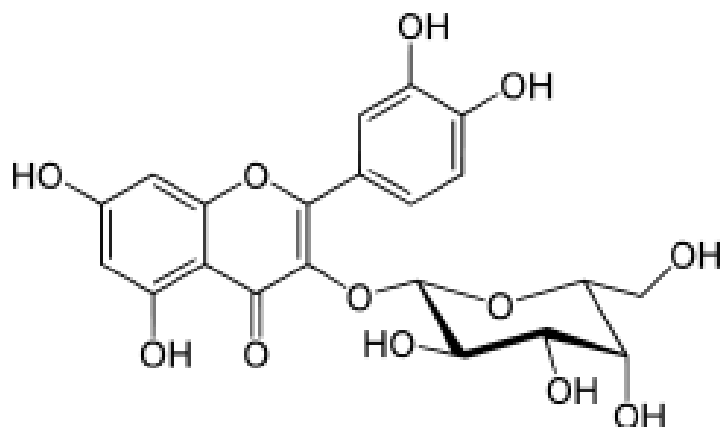


Figure 21 : Structure chimique de l'hyperoside [154]

La plupart du temps, les feuilles de *Betula pubescens* renferment une teneur plus faible en flavonoïdes que celles de *Betula pendula*. On observe également une teneur supérieure en flavonoïdes dans les feuilles jeunes, par rapport à celles plus âgées [153]. Parmi les flavonoïdes, on retrouvera également rutoside (figure 22), quercitroside, et autres glycosides du quercetol, hétérosides du kaempférol et du myricétol... [123], [136], [140].

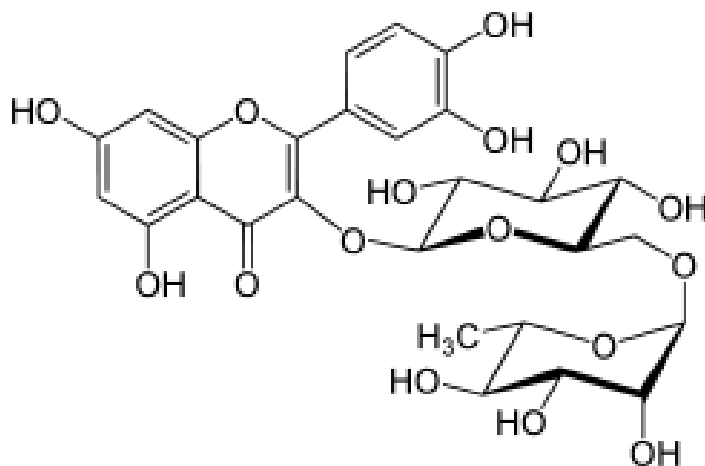


Figure 22 : Structure chimique du rutoside [155]

Concernant les glucosides monoterpéniques, on retrouve betulalbosides et dérivés des hydroxylinalols.

On retrouve également des dérivés du métabolisme terpénique. Les triterpènes sont des composés tétracycliques ici dérivés du dammarane (comme les betulafoliendiol, betulafolientriol et betulafolientétrol) et du lupane parmi lesquels le betulinol et l'acide bétulinique que l'on peut voir sur la figure 23 [123], [140].

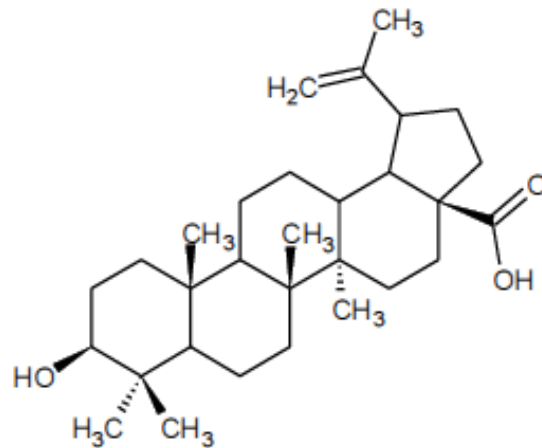


Figure 23 : Structure chimique de l'acide bétulinique [156]

Les feuilles seraient également riches en potassium, ce qui majorerait l'effet diurétique pour lequel les feuilles sont traditionnellement employées [150].

Il convient de préciser que l'extrait aqueux de feuilles de bouleau s'est révélé plus efficace que les extraits alcooliques en provoquant une augmentation de la diurèse ainsi qu'une élimination des électrolytes plus importante [157].

L'écorce de l'arbre est très riche en triterpènes lupaniques (dont le betulinol et l'acide bétulinique dont on a précédemment évoqué la présence dans les feuilles) et en subérine. Elle contient aussi des tanins, des combinaisons d'acides salicylique et gallique, et de l'allantoïne (figure 24) aux vertus apaisantes et cicatrisantes [42], [140].

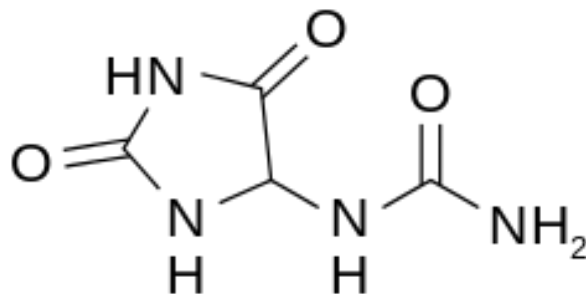


Figure 24 : Structure chimique de l'allantoïne [158]

### 3.6.3. Propriétés pharmacologiques

Les feuilles sont réputées diurétiques et des travaux allemands ont illustré cette propriété chez le chien. Ainsi la feuille entière, et dans une moindre mesure la fraction flavonoïque totale entraîne chez le chien une élévation de la diurèse [140]. Ceci laisse supposer que les flavonoïdes ne sont pas les seuls responsables de cette activité diurétique.

La feuille de bouleau montre des propriétés diurétiques et dépuratives utiles lors du traitement des œdèmes et de la rétention d'eau. De par son action sur la stimulation de l'élimination des chlorures et de l'acide urique, elle serait utile en complément de traitement des affections rhumatismales et goutteuses [118], [140], [153].

Cependant, en cas de maladie inflammatoire des reins ou de mauvais fonctionnement du cœur ou des reins, le traitement à base de bouleau ne sera pas recommandé [118].

Par son action diurétique et désinfectante, elle aura aussi un intérêt dans les cures de drainage des maladies bactériennes inflammatoires des voies urinaires comme les cystites [118], [153].

Cette activité diurétique serait due à la présence de flavonoïdes qui inhiberaient une métalloendopeptidase. Cette inhibition entraînant l'accélération de l'élimination urinaire. L'effet diurétique peut être accentué par la présence de vitamine C et de potassium [149], [153].

La feuille de bouleau permettrait aussi de faire fondre les nodules fibro-conjonctifs dans le traitement de la cellulite [140].

L'écorce de bouleau présente également des propriétés diurétiques qui sont accompagnées de propriétés hypotensives et cicatrisantes [140]. En Europe du Nord, l'écorce de bouleau serait également utilisée pour soigner les verrues [149].

### 3.6.4. Utilisations thérapeutiques

En France, la *Note explicative de l'Agence du médicament* datant de 1998 reconnaît à la feuille de bouleau les indications suivantes : « faciliter les fonctions d'élimination urinaire et digestives », et « favoriser l'élimination rénale de l'eau » [123], [140].

Au niveau de l'Agence européenne du médicament, la monographie communautaire élaborée par l'HMPC\* ne retient que la propriété d'augmentation du volume des urines émises afin d'effectuer un lavage des voies urinaires [113], [123].

L'ESOP\* considère que le bouleau favorise « l'irrigation des voies urinaires, notamment lors d'inflammation et de calcul rénal », et qu'il aurait son utilité « comme traitement d'appoint des infections bactériennes urinaires » [150].

Ainsi, et de par leur richesse en flavonoïdes, en acide bétulique et en huile essentielle à sesquiterpènes et salicylate de méthyle ; les feuilles sont des diurétiques couramment

(\* Définition dans le glossaire)

préconisés dans les maladies infectieuses et inflammatoires des voies urinaires comme les cystites, urétrites et pyélonéphrites [113].

On peut donner quelques exemples d'utilisation des feuilles et de l'écorce :

La tisane de feuilles de bouleau est recommandée pour son action diurétique. On recommandera alors l'absorption de 3 tasses par jour à distance des repas (une demi-heure avant ou 2 heures après) et avant 17h d'une tisane préparée avec 20 à 50 grammes de feuilles par litre d'eau bouillante [113]. Cette tisane sera ainsi utilisée dans les pathologies telles que les œdèmes, les coliques néphrétiques, l'albuminurie, la dyspnée, la goutte, les rhumatismes musculaire, la cellulite, l'hyperazotémie, l'hypercholestérolémie et l'hypertension [42], [147], [159]. On la recommandera pour une durée d'une semaine comme diurétique, et de 3 semaines comme draineur [113], [159]. Pour toutes les utilisations dans le cadre d'états inflammatoires des voies urinaires, de lithiases ou d'œdèmes, on pourra aussi recommander des gélules dosées à 50 mg d'extrait sec à raison d'une à 2 gélules 1 à 3 fois par jour. Une teinture-mère pourra également être recommandée à raison de 40 gouttes dans un verre d'eau 3 fois par jour [149].

Le bouleau étant diurétique, il conviendra de s'hydrater en conséquence (environ 2 litres d'eau par jour) pendant la durée du traitement [150].

Les feuilles de bouleau sont aussi bénéfiques par voie locale. En lavages et compresses elles sont détersives et désinfectantes dans les maladies de peau, bénéfiques dans les dermatoses héréditaires et les croûtes de lait [42], [149], [150]. Pour les croûtes de lait, par exemple, on recommandera une infusion à 50g de feuilles séchées par litre d'eau en lavages 2 à 3 fois par jour [149]. Les feuilles sont recommandées en cataplasme ou en infusion pour combattre les furoncles. Le cataplasme est obtenu par cuisson de quelques feuilles et bourgeons dans très peu d'eau. Le mélange obtenu est étalé sur une compresse qui est ensuite appliquée directement sur les furoncles [147].

Une décoction tiède de feuilles et de tiges peut aussi être appliquée en compresses sur les muscles raides et/ou endoloris [117].

L'application d'une lotion capillaire à base de bouleau serait indiquée en cas d'alopécie symptomatique secondaire à une maladie épuisante [157].

En Russie, les feuilles fraîches broyées sont appliquée sur les verrues [150].

Les feuilles sont aussi indiquées, en complément d'un traitement traditionnel, pour soulager les douleurs rhumatismales [136]. Séchées et entassées dans un lit fortement chauffé elles provoqueraient une sueur abondante qui, en plus de soulager ces douleurs, réduirait les engorgements séreux ou œdémateux [42].

Les bains dans une décoction d'écorce seraient bénéfiques contre la sueur des pieds et les dermatoses en général. Cette même décoction s'utiliserait aussi en fomentations sur les abcès. Pour cette utilisation, on procèdera à une décoction d'écorce à 50g par litre qu'on laissera réduire. Cette décoction est préconisée dans les problèmes de peau et en particulier les eczémas secs, les dartres et le psoriasis en application locale avec une compresse [113], [160], [136]. Pour l'eczéma et le psoriasis, l'application locale peut être complétée par l'administration par voie orale de cette même décoction dépurative [159]. L'application locale, pendant une vingtaine de minutes, de compresses imbibées d'une décoction d'écorce de bouleau blanc permettrait de soigner blessures et écorchures en faisant cesser le saignement et en accélérant la cicatrisation [159]. L'écorce serait aussi dépurative, stimulerait la digestion et a été utilisée comme fébrifuge dans la fièvre et les états grippaux [42], [136], [141]. Un morceau d'écorce fraîche humidifiée appliqué directement sur la peau et changé tous les jours, ou une décoction d'écorce broyée, permettrait de soigner les verrues. Cette propriété serait due à l'action de composés antiviraux tels que l'acide bétulinique et des salicylates [149]. Enfin, macérée dans de l'huile, l'écorce de bouleau soulagerait, en application locale les rhumatismes et articulations endolories [160].

### 3.6.5. Exemples de spécialités pharmaceutiques

Différentes spécialités contiennent du bouleau en association comme :

- BOP : comprimés à base de plantes contenant 65mg d'extrait d'olivier et 985mg d'extrait de bouleau traditionnellement utilisés pour favoriser l'élimination rénale de l'eau. Réservé à l'adulte et déconseillé à la femme enceinte par manque de données, la posologie habituelle est de 2 comprimés 3 fois par jour [161]. La boîte de 60 comprimés est disponible en pharmacie aux alentours de 5 €.
- Depuratum : gélules du laboratoire Lehning à base de plantes contenant 29,75mg de racine d'arrête-bœuf, 38,25mg de fumeterre et de thym, 51mg de feuille de bouleau et de feuille de romarin, 102mg de baie de genièvre et de racine de rhapontic. Réservé à l'adulte et déconseillé aux femmes enceintes par manque de données, la posologie habituelle est de 1 gélule 2 à 3 fois par jour. A cette posologie, il permet de faciliter les fonctions d'élimination urinaire et digestive. Depuratum facilite l'élimination des toxines en accélérant le transit intestinal [162]. La boîte de 60 comprimés est disponible en pharmacie aux alentours de 7€.

D'autres spécialités comme Urotisan et Drainactil, contenaient du bouleau, mais leur commercialisation s'est arrêtée en 2011 pour le premier et 2012 pour le second.

### 3.7. Huile empyreumatique et huiles essentielles de bouleaux

En Pologne et en Russie on utilise l'huile empyreumatique ou « goudron de bouleau » pour parfumer et assouplir des cuirs de Russie mais aussi en friction dans les maladies de peau rebelles [42], [136].

Son utilisation reste bien plus rare que celle des produits dont on a pu précédemment parler.

#### 3.7.1. Obtention des produits

La distillation à sec de l'écorce associée ou non à des racines ou des branches de bouleau donne une huile empyreumatique noire et très parfumée dite huile résinoïde [42]. Cette dernière contient jusqu'à 14% de bétuline, du xylitol, du bétuloside et de l'huile essentielle [163].

C'est cette huile empyreumatique qui sert donc à l'extraction de l'essence présente à hauteur d'environ 0,6% [164]. Cette dernière se présente sous la forme d'un liquide jaunâtre à la densité de 1,187 ce qui la classe parmi les huiles essentielles les plus denses [163].

#### 3.7.2. Compositions

L'huile essentielle issue des bourgeons est une huile essentielle à carbures et alcools sesquiterpéniques [153]. Elle est surtout riche en  $\alpha$ -copaène, germacrène D et  $\delta$ -cadinène [140].

L'huile empyreumatique, auparavant appelée « oleum rusci » est une substance résineuse comparable à du goudron, d'odeur forte qui servait au tannage des cuirs. Cette huile est majoritairement composée de bétuloside, de bétuligenol mais aussi de salicylate de méthyle [164].

L'essence de bouleau est un liquide incolore à jaunâtre qui présente lui aussi une odeur marquée. Le salicylate de méthyle y est présent en grande quantité [164]. On retrouve ainsi jusqu'à 99,5% de salicylate de méthyle dans l'huile essentielle issue de l'écorce de *Betula alleghaniensis* [163].



### 3.7.3. Intérêts thérapeutiques

Variante du brai qui sert à étanchéifier, l'huile empyreumatique était recommandée pour traiter le psoriasis, les ulcères et dermatoses rebelles et chroniques [164], [117]. Ce « goudron de bouleau » ou « Pix Betulinae » servait également dans le traitement de l'eczéma [119], [157].

L'essence de bouleau est encore utilisée en Russie, que ce soit en usage interne ou externe, contre la blennorragie et les ulcères vénériens [164]. Sa forte teneur en salicylate de méthyle, une des premières formes d'aspirine d'abord identifiée du saule, en fait une huile capable de soulager arthrite et douleurs musculaires et rhumatismales [117], [165]. L'huile essentielle issue du bois de *Betula nigra* aurait ainsi des propriétés antirhumatismales dans l'arthrite, l'arthrose, les tendinites, les épicondylites, ainsi que dans les crampes et les contractures musculaires [163], [165]. Pour les douleurs articulaires et tendinites on conseillera une application de 3 gouttes de cette huile dans 5 gouttes d'une huile végétale en massage sur la zone douloureuse 3 fois par jour. L'huile essentielle de *Betula nigra* peut aussi entrer dans la composition d'une huile de massage pour muscles douloureux et rhumatismes comprenant : 5 gouttes d'huile essentielle de bouleau et 5 gouttes d'huile essentielle d'eucalyptus citronné dans une cuillère à soupe d'huile végétale, de noisette, par exemple [165].

Les huiles essentielles de bouleau verruqueux et de bouleau pubescent sont riches en triterpènes lupaniques (bétulinol, lupéol lupandiol, et acide bétulinique), flavonoides, allantoinine, bétulosides, tanins et subérine [166]. Antiseptiques, elles soignent l'eczéma, les furoncles et le psoriasis à raison d'une goutte d'huile essentielle dans 2 gouttes d'huile d'olive [160], [167]. On pourrait également s'en servir en cas de goutte, d'ulcères cutanés ou de cellulite [166]. Antipelliculaire, on conseille pour cette indication l'ajout d'une goutte d'huile essentielle dans le shampooing [167], [168].

L'huile essentielle de bouleau jaune a également des propriétés anti-inflammatoires et antispasmodiques [163]. Ces deux propriétés en font une huile essentielle recommandée comme draineur rénal et éliminateur de toxines [163]. Son action diurétique et détoxifiante en ferait aussi une huile permettant de réduire œdèmes et cellulite. Pour un massage anticellulite on pourra également conseiller l'utilisation de 2 gouttes d'huile essentielle de bouleau verruqueux ou pubescent diluées dans une cuillère à soupe d'huile végétale de macadamia en massage palpé-roulé après la douche [167]. L'huile essentielle de bouleau pourra également être utilisée en friction légère sur les rhumatismes. Cependant sa composition riche en salicylate de méthyle en fait une huile essentielle à manier avec précaution [115].

L'huile essentielle de bouleau jaune présentera également des propriétés régénérantes, antiacides, hépato stimulantes, anticoagulantes et antiagrégantes plaquettaires [163].

#### 3.7.4. Précautions d'emploi

Dermocaustique, l'huile essentielle issue du bois de *Betula nigra* devra toujours être diluée avant application cutanée [165].

En raison de sa forte teneur en salicylate de méthyle, l'huile essentielle de bouleau jaune sera contre-indiquée chez les personnes allergiques à l'aspirine ainsi que chez les personnes suivant un traitement anticoagulant [165].

### 3.8. Le bouleau en homéopathie

On retrouve aussi des préparations à base de bouleau en homéopathie, soit en spécialités directement disponibles comme les macérats de bouleau pubescent ou verruqueux 1DH de Boiron, soit en préparations sur commande comme les tubes granules de pollens.

#### 3.8.1. Macérats homéopathiques de bourgeons seuls

##### 3.8.1.1. Obtention des produits

Les macérats de bourgeons 1DH sont obtenus en plongeant les bourgeons dans un mélange d'alcool et de glycérine. Après macération et filtration on obtient un macérat-mère. Ce dernier est alors dilué au dixième dans un mélange d'eau, d'alcool et de glycérine ce qui donne le macérat 1DH [169].

##### 3.8.1.2. Propriétés thérapeutiques

Le macérat de bourgeons de bouleau pubescent 1DH serait un purifiant hépatique, il soutiendrait l'activité de la rate et du pancréas. Son activité de draineur serait bénéfique dans le traitement des œdèmes et son activité anti-inflammatoire permettrait de soulager les douleurs articulaires, raideurs du dos, douleurs tendineuses et rhumatismes articulaires [169].

Le macérat de bourgeons de bouleau verruqueux 1DH serait lui aussi indiqué dans les douleurs rhumatismales et aurait, tout comme son cousin le bouleau pubescent, des propriétés de draineur [170].

### 3.8.1.3. Posologies

L'administration des macérats homéopathiques de bourgeons se fait en gouttes que l'on dilue dans un peu d'eau [169], [170].

Pour le bouleau pubescent on recommande 20 à 30 gouttes 3 fois par jour pour un adulte, et au maximum 10 gouttes toutes les 4h pour les enfants de moins de 12 ans [169].

Pour le bouleau verruqueux on donnera 10 à 30 gouttes par prise, 3 fois par jour, pour les adultes, et au maximum 10 gouttes toutes les 4h pour les enfants de moins de 12 ans. Le traitement ne devra pas dépasser 2 à 3 jours [170].

Les gouttes sont à prendre préférentiellement à distance des repas et à garder en bouche quelques minutes.

### 3.8.2. Macérats de bourgeons 1DH associés à d'autres parties de la plante

Les macérats de bourgeons peuvent également être associés à d'autres parties de la plante : du chaton aux radicules. Ainsi, en entraînant les propriétés de ces diverses parties, les propriétés du mélange varieront. On peut ainsi citer, de manière non exhaustive :

- Le macérat de bourgeons de *Betula pubescens* 1DH enrichi en radicule serait plus spécifique de la coxarthrose, en complément de traitement. Fortement désintoxiquant il serait également utilisé dans les hypercholestérolémies et hyperuricémies [171], [146].
- Le macérat de bourgeons de *Betula pubescens* 1DH enrichi en écorce de racine se caractérise par son action de draineur. Il serait en effet un diurétique fort utile dans l'insuffisance rénale, l'oligurie, l'ascite et l'insuffisance cardiaque. Draineur cutané, il serait également utilisé dans l'alopecie [146].
- Enrichi en chatons, le macérat de bourgeons de *Betula pubescens* 1DH agirait lui en tant que stimulant de la thyroïde et des fonctions génitales. Il serait intéressant en cas de sécheresse vaginale chez la femme, et en cas de diminution de la libido et d'asthénie sexuelle chez l'homme [146].
- Le macérat de bourgeons de *Betula verrucosa* ou de *Betula pubescens* 1DH enrichi en semences serait indiqué en complément de traitement dans les états dépressifs à raison de 75 gouttes le soir. Il permettrait de régénérer les neuromédiateurs [146], [172].

Sauf pour le dernier, la posologie de ces macérats enrichis se situe généralement entre 20 et 30 gouttes 3 fois par jour [146].

### 3.8.3. Tubes granules

Une fois les macérats de bouleau dilués à la décimale ou centésimale hahnemannienne désirée, ils sont incorporés sur un support neutre pour fabriquer les granules et globules que l'on retrouve en tubes homéopathiques. Les indications varient en fonction de la dilution et la posologie dépend de l'indication. On peut globalement retenir que les formes homéopathiques à base de bouleau sont généralement employées dans les douleurs articulaires et rhumatismales et en tant que draineur.

On peut également faire préparer des tubes granules de pollen de bouleau à différentes dilutions [173]. L'homéopathie reposant sur le principe de similitude, ces derniers permettraient de traiter les symptômes de l'allergie au pollen de bouleau.

### 3.8.4. Complexes homéopathiques à base de bouleau

Il est aussi possible de faire fabriquer des mélanges complexes d'homéopathie, sur mesure ou bien sur formules, contenant de l'écorce ou des feuilles de bouleau. Voici quelques complexes, disponibles chez Weleda, que l'on peut retrouver parmi la vingtaine de formules contenant du bouleau, répertoriées dans le Formulaire de médecine d'orientation anthroposophique de Novembre 2010 [174] :

- Le complexe 155 est une pommade à base d'*Arnica montana*, d'*Aconitum napellus*, de feuilles de *Betula alba*, de *Mandragora* et d'*Harpagophytum* indiquée dans les affections rhumatismales.
- Pommades, suppositoires ou dilutions du complexe 202 composé de : *Allium cepa* D15, *Aurum metallicum* D10, feuille de *Betula alba* D5, *Cartilago* D8, *Formica rufa* D15 et *Stannum metallicum* D8 constituent un soin d'accompagnement au cours d'affections articulaires dégénératives et inflammatoires chroniques telles que l'arthrose et l'arthrite chronique.
- Le complexe 240 : *Antimonium metallicum* D8, *Arnica montana* plante totale D20, *Aurum metallicum* D10, *Betula alba* cortex D10, *Cornu cervi* D8, et *Medulline* D8 est indiqué en traitement d'accompagnement des myélopathies dégénératives.
- Le complexe 353 contient de l'écorce de *Betula alba* D2 et des feuilles de *Betula alba* D2, associées à *Argentum metallicum* D8, *Arnica montana* plante totale D15, *Formica rufa* D8 et *Sulfur* D6. En dilution, ce complexe soulage non seulement les arthrites et affections rhumatismales, mais aussi les rhumatismes musculaires.
- Le complexe 438, en ampoules injectables ou en dilution composé d'*Artère*, d'écorce de *Betula alba*, de *Galène*, de *Secale cornutum* et de *Tabacum* en différentes dilutions selon la voie serait indiqué dans les troubles circulatoires

fonctionnels, l'artériosclérose et l'artériopathie tels que la claudication intermittente ou le syndrome de Raynaud.

- Pour les acouphènes, on dispose du complexe 444 composé d'*Aurum metallicum* D20, d'écorce de *Betula alba* D2 et *Plumbum metallicum* D20, en dilutions.

### 3.9. Limites aux thérapeutiques par le bouleau

Les personnes qui souffrent d'œdèmes liés à des maladies cardiaques ou rénales doivent s'abstenir d'utiliser le bouleau. De plus, toute personne prenant des diurétiques devrait discuter de sa prise éventuelle de bouleau avec son médecin traitant [150]. Enfin, l'usage de plantes diurétiques lors de crises de calculs urinaires peut augmenter l'intensité des symptômes lorsque des calculs bloquent l'élimination de l'urine [150].

Par manque de données, l'usage du bouleau est déconseillé chez les femmes enceintes ou allaitantes. Pour les enfants de moins de douze ans un avis médical est fortement conseillé [150].

Le bouleau ne présente pas, à ce jour, d'effets indésirables toxiques graves aux doses thérapeutiques recommandées. Cependant on peut tout de même mentionner le risque d'effets indésirables gastro-intestinaux à type de nausées, vomissements et diarrhées. Il existerait également un risque d'effet indésirable allergique tel qu'une éruption cutanée, une urticaire ou encore une rhinite allergique [150].

Une publication de 2013 relatait le cas d'une allergie cutanée causée par un produit cosmétique *Imlan® Creme Pur*. La formulation de ce produit comprend un extrait triterpénique contenant de la bétuline, issue de l'écorce externe de *Betula alba*. Un test type Scratch-chamber effectué avec *Imlan® Creme Pur* s'est montré positif. Quelques mois plus tard d'autres tests ont été réalisés. Un des composants de la crème, l'extrait d'écorce de bouleau dans l'huile de jojoba a donné, lui aussi, une réaction positive sur l'individu [175].

L'extrait d'écorce contenait lui-même de la bétuline à 80% et d'autres triterpènes comme l'acide bétulinique (3%) et le lupeol (2%). L'étiologie de l'allergénicité retenue s'orienterait d'avantage vers la bétuline même si les autres triterpènes ne peuvent être formellement exclus [175].

## Conclusion

Arbres communs sur la majeure partie du territoire français et fortement appréciés par les paysagistes urbains pour leurs qualités esthétiques ; les bouleaux sont pourtant de forts pourvoyeurs d'allergies respiratoires. De la rhinite à l'asthme allergique en passant par la conjonctivite, les symptômes de l'allergie au pollen de bouleau sont nombreux et peuvent se compliquer d'allergies croisées avec d'autres pollens ou avec des aliments comme les fruits de la famille des Rosacées.

Le bouleau ne peut cependant pas être uniquement considéré comme une espèce au potentiel allergisant le plus élevé, présent de mars à avril.

En effet il a eu de tous temps de nombreuses utilisations techniques et dans le domaine de la santé. « Arbre néphrétique d'Europe », sa sève est très en vogue pour les « cures de printemps ». Bien d'autres produits dérivés de la plante sont disponibles en magasins spécialisés. Mais quelles sont les limites à ces thérapeutiques naturelles ?

D'après certains, une hypersensibilité au pollen de bouleau contre-indiquerait l'usage du bouleau sous quelque forme que ce soit [150]. Cependant aucune des sources relayant cette possibilité, ne se risque à avancer une raison qui expliquerait ces réactions allergiques par la présence d'un allergène spécifique.

Cette question intéressait déjà en 1980. Cette année-là, une publication dans la revue *Contact Dermatitis*, relatait d'une étude testant la réactivité de personnes allergiques et non allergiques au pollen de bouleau, avec de la sève fraîche de bouleau et des feuilles écrasées par la méthode du Scratch-chamber. Une réaction positive à la sève de bouleau a été observée chez 39 % des patients sensibilisés au pollen de bouleau contre 2% des patients non allergiques au pollen de bouleau. 11% des patients sensibles au pollen de bouleau ont présenté une réaction aux feuilles de bouleau ; tous ces patients présentaient également une réaction à la sève [176].

D'autres études semblent nécessaires pour élucider l'allergénicité des produits à base de bouleau et pour en établir les limitations d'emploi. En attendant, et puisque l'adage de la pharmacie est *primum non nocere* il vaut mieux éviter l'utilisation de ces produits chez les personnes sensibilisées aux allergènes du pollen de bouleau ou à ses allergènes croisés.

## Sources

- [1] E. Littré, traduction de l'ouvrage de Pline l'Ancien, *L'Histoire naturelle*, J. J. Dubochet, Le Chevalier et Cie., vol. 16. Paris, 1848.
- [2] « Bes », *Etymologie occitane* (<http://www.etymologie-occitane.fr/2011/07/bes/>), 20-juill-2015.
- [3] B. Bertrand, *Le Bouleau, l'arbre à la peau d'argent*, De Terran., vol. 18. 2007.
- [4] « Betula alba », *Herboristerie au temps des fées* (<http://www.herboristerie-grenoble.com>), 20-juill-2015.
- [5] M. Roussillat, *Le Bouleau*, Actes sud. 2013.
- [6] « Betula », *Etymonline* (<http://etymonline.com>), 20-juill-2015.
- [7] S. Briet, « Ca colle pour l'homme de Neandertal », *Libération Sciences*, janv. 2002.
- [8] J. Koller, U. Baumer, et D. Mania, « High-Tech in the Middle Palaeolithic: Neandertal-Manufactured Pitch Identified », *European Journal of Archaeology*, vol. 4, n° 3, p. 385-397, déc. 2001.
- [9] E. M. Avelinga et C. Herona, « Chewing tar in the early Holocene: an archaeological and ethnographic evaluation », *Antiquity*, vol. 73, n° 281, p. 579-584, sept. 1999.
- [10] « L'actualité des sciences "Chewing-gum préhistorique" », *La Recherche*, p. 25, nov. 1999.
- [11] « Les tablettes en écorce de bouleau : l'intégralité des tablettes photographiées et transcrites », (<http://gramoty.ru/>), 04-août-2015.
- [12] H. Dorion et A. Tcherkassov, *Le russionnaire : petite encyclopédie de toutes les Russies*, Multi-Mondes. Paris, 2001.
- [13] W. Vodoff, « Les documents sur écorce de bouleau de Novgorod, Découvertes et travaux récents », *Journal des savants*, vol. 3, p. 229-281, 1981.
- [14] « Mythologica Belenos », (<http://mythologica.fr/celte/belenos.htm>), 02-août-2015.
- [15] « Spiritualité et mythologie », *L'arbre celtique* (<http://www.arbre-celtique.com/etude/02-societe/spirit/spirit.php>), 02-août-2015.
- [16] « Les fêtes druidiques contemporaines », (<http://calendrier.celtique.free.fr/>), 02-août-2015.
- [17] « LE BOULEAU source de renouveau et de vitalité au printemps », *Revue Weleda*, n° 130, avr. 2010.
- [18] Stevens Peter, « MOBOT. ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE, version 13. », (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>), 04-août-2015.
- [19] A. Perrier et J. Perrier, *Guide des arbres et arbustes de France*, Sud Ouest. 2014.
- [20] B. Bremer *et al.*, « An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III », *Botanical Journal of the Linnean Society*, n° 161, p. 105-121, 2009.
- [21] *Botanical Journal of the Linnean Society*, n° 181, 2016.
- [22] Académie de Besançon, « Glossaire et leçons de botanique », (<http://crdp.ac-besancon.fr/flore/flore.htm>), 04-août-2015.
- [23] M. Baudrillart, *Traité Général des eaux et forêts, chasses et pêches. Seconde partie. Dictionnaire général raisonné et historique des eaux et forêts*. 1823.

- [24] B. Fontaine, « Réaliser un arbre... dégarni, en Automne – Step By Step 1/35 - », *Dioramaquettes 35* (<http://www.brunofontaine-photography.com/dioramaquettes35/realiser-un-arbre-degarni-pour-lautomne-step-by-step-135/>), 15-avr-2016.
- [25] C. Van De Ponsele (<http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEWjckpWd77jOAhWDXRQKHV2GC6MQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.guidesnaturesdescollines.be%2Fdocuments%2Fmemoirevandeponsele.pdf&usg=AFQjCNGGtgpf1vSNo2FOKRN4JOqKGVGc8Q>), « Le Bouleau : ecologie d'un pionnier », 2012-2013.
- [26] R. Pulteney, *Revue générale des écrits de Linné*, vol. 2. 1789.
- [27] « *Betula alleghaniensis* », *Flora of North America* ([http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=1&taxon\\_id=233500246](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=1&taxon_id=233500246)), 09-août-2015.
- [28] « *Betula alleghaniensis* », *The IUCN Red List of Threatned Species* (<http://www.iucnredlist.org/details/194255/0>), 09-août-2015.
- [29] COSEPAC Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, « Evaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Bouleau flexible *Betula lenta* au Canada ».
- [30] « Soins et nature, la boutique », (<https://www.soin-et-nature.com/fr/huile-essentielle-bouleau-betula-lenta/1660-phytosun-aroms-huile-essentielle-betula-lenta-bouleau-noir-jaune.html>), 08-févr-2016.
- [31] « *Betula michauxii* », *Flora of North America* ([http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=233500251](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=233500251)), 09-août-2015.
- [32] S Oldfield, « *Betula murrayana* », *The IUCN Red List of Threatned Species* (<http://www.iucnredlist.org/details/51208029/0>), 10-août-2015.
- [33] « *Betula murrayana* », *Flora of North America* ([http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=233500253](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=233500253)), 10-août-2015.
- [34] « *Betula nigra* », *Missouri Botanical Garden* (<http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=x800>), 10-août-2015.
- [35] « *Betula nigra* river birch », *Royal Horticultural Society. Sharing the best in Gardening* (<https://www.rhs.org.uk/Plants/2258/i-Betula-nigra-i/Details>), 10-août-2015.
- [36] « Water birch *Betula occidentalis* », *British Columbia. Ministry Home. Tree Book* (<https://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/treebook/waterbirch.htm>), 10-août-2015.
- [37] « *Betula occidentalis*-Hook. », *Plants For a Future : earth plants people* (<http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Betula+occidentalis>), 10-août-2015.
- [38] « *Betula populifolia* », *The IUCN Red List of Threatned Species* (<http://www.iucnredlist.org/details/194635/0>), 10-août-2015.
- [39] « Alaska paper birch », *British Columbia. Ministry Home. Tree Book*. (<https://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/treebook/alaskabirch.htm>), 10-août-2015.
- [40] « *Betula x aurata* Borkh., 1790 », *Inventaire National du Patrimoine Naturel INPN* ([http://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/85915](http://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/85915)), 15-août-2015.



- [41] « *Betula x aurata* Borkh », *Tela Botanica Le réseau de la botanique francophone* (<http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-9600-nomenclature>), 15-août-2015.
- [42] P.-V. Fournier, *Dictionnaire des plantes médicinales et vénéneuses de France*, Omibus. 2010.
- [43] C.-E. Labadille, *De prairies en forêts, Les Médicinales de nos campagnes*, OREP Editions. 2009.
- [44] D. Streeter, C. Hart-Davis, A. Hardcastle, F. Cole, et L. Harper, *Guide Delachaux des Fleurs de France et d'Europe*, Delachaux et Niestlé. 2001.
- [45] ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie ([http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi9xf2846XOAhVCrRoKHSN2BIQQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.aile.asso.fr%2Fwp-content%2Fuploads%2F2008%2F01%2Fprotocole\\_mesures\\_combustible.pdf&usg=AFQjCNEoalUbwrCC5MbETlhEdu5dOUkMzg](http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi9xf2846XOAhVCrRoKHSN2BIQQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.aile.asso.fr%2Fwp-content%2Fuploads%2F2008%2F01%2Fprotocole_mesures_combustible.pdf&usg=AFQjCNEoalUbwrCC5MbETlhEdu5dOUkMzg)), « Mesure des caractéristiques des combustibles bois ». Juillet-2001.
- [46] « Tableau du pouvoir calorifique moyen des différents combustibles (énergies fossiles) », *Picbleu* (<http://www.picbleu.fr/page/tableau-comparatif-pouvoir-calorique-inferieur-pci-des-energies>), 31-juill-2016.
- [47] V. Dierschke, A. Gminder, F. Hecker, W. Hensel, et M. Spohn, *Reconnaitre 1000 animaux et plantes de nos régions*, Delachaux et Niestlé. Paris, 2013.
- [48] « Monde de Lupa », (<http://www.monde-de-lupa.fr/Medicinales/PagesMed/Betula%20pg/Betula.html>), 27-avr-2016.
- [49] TelaBotanica, « fiche eFlore de *Betula nana* », ([http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjt4enJ4qXOAhXJuhokHeOjCloQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tela-botanica.org%2Fpage%3Aeflore\\_bdtfx%3Fpreferentiel%3Dbdtfx%26niveau%3D2%26module%3Dpdf-export%26action%3Dpdf-export%26num\\_nom%3D9620&usg=AFQjCNFadézOazlSwdSBK-9qYA0B\\_X\\_b3Q](http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjt4enJ4qXOAhXJuhokHeOjCloQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tela-botanica.org%2Fpage%3Aeflore_bdtfx%3Fpreferentiel%3Dbdtfx%26niveau%3D2%26module%3Dpdf-export%26action%3Dpdf-export%26num_nom%3D9620&usg=AFQjCNFadézOazlSwdSBK-9qYA0B_X_b3Q)), 27-avr-2016.
- [50] « Bouleau nain », *Jardin du Pic Vert* ([http://www.jardindupicvert.com/4daction/w\\_partner/bouleau\\_nain\\_betula\\_nana.4477](http://www.jardindupicvert.com/4daction/w_partner/bouleau_nain_betula_nana.4477)), 13-juill-2016.
- [51] Stallergènes (<http://www.stallergenes.fr/fr/content/brochures>), « Leaflet : Allergique aux pollens d'arbres ». 14-sept-2015.
- [52] « RNSA », (<http://www.pollens.fr/accueil.php>), 21-oct-2015.
- [53] P. Demoly, P. Godard, et J. Bousquet, « Une synthèse sur l'épidémiologie de l'asthme. An overview of asthma epidemiology », *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, n° 45, p. 464-475, 2005.
- [54] G. Dutau, *Allergologie*, Elsevier-Masson. Issy-les-Moulineaux, 2006.
- [55] L. Tulier, « 10 ans de recueil pollinique en picardie : relation avec la pathologie asthmatique au CHU d'AMIENS », Amiens, 1997.
- [56] A.-M. Lezine, *Le pollen outil d'étude de l'environnement et du climat au quaternaire*, Vuibert. Paris, 2008.
- [57] F. Lavaud, M. Fore, J.-F. Fontaine, J. M. Pérotin, et F. de Blay, « Allergie au pollen de bouleau », *Revue des Maladies Respiratoires*, vol. 31, n° 2, p. 150-161, févr. 2014.

- [58] J. F. Fontaine, « Les recombinants des panallergènes polliniques : application à l'interprétation des polysensibilisations. Recombinant pollen panallergens : Usefulness for interpretation of multiple sensitization », *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, n° 47, p. 129-132, 2007.
- [59] P. Rougé, J.-P. Borges, R. Cullerier, C. Brulé, A. Didier, et A. Barre, « Les allergies alimentaires aux fruits. Fruit allergies », *Revue française d'allergologie*, n° 49, p. S23-S27, 2009.
- [60] C. Metz-Favre, E. Birba, A.-C. Metivier, F. de Blay, et G. Pauli, « Intérêt du dosage des IgE vis-à-vis de l'allergène recombinant rBet v 1 dans la prise en charge de la pollinose printanière. Interest of the dosage of Bet v 1 recombinant allergen specific IgEs to assess the responsibility of spring pollinosis. », *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, n° 45, p. 584-589, 2005.
- [61] J.-F. Fontaine et G. Pauli, « Allergies croisées : de la théorie à la pratique. Allergic cross-reactions : from theory to clinical practice », *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, n° 46, p. 484-487, 2006.
- [62] G. Pauli, « Allergènes végétaux alimentaires identifiés (en dehors de l'arachide). Vegetable allergens (other than peanut) which have been identified », *Revue française d'allergologie*, n° 51, p. 56-62, 2011.
- [63] P. Ebner, Y. le Moullec, et A. Weill, *Pollution par les particules atmosphériques : état des connaissances et perspectives de recherche*, La Documentation française. Paris, 2005.
- [64] G. dos Santos, « Allergies, un phénomène mondial », *Le Point*, n° 2273, p. 44-59, 31-mars-2016.
- [65] M. Aubier, *L'homme malade de son environnement*, Plon. 2013.
- [66] M. A. Gonzalo-Garijo, R. Tormo-Molina, A. F. Munoz-Rodriguez, et I. Silva-Palacios, « Differences in the spatial distribution of airborne pollen concentrations at different locations within a city. », *J Investig Allergol Clin Immunol*, vol. 16, n° 1, p. 37-43, 2006.
- [67] F. Bosh-Cano *et al.*, « Human exposure to allergenic pollens : A comparison between urban and rural areas », *Environmental Research*, n° 111, p. 619-625, 2011.
- [68] M. Holbreich, J. Genuneit, J. Weber, C. Braun-Fahrlander, M. Waser, et E. von Mutius, « Amish children living in northern Indiana have a very low prevalence of allergic sensitization », *Journal of allergy and clinical immunology*, vol. 129, n° 6, 2012.
- [69] A. K. Abbas et A. H. Lichtman, *Les bases de l'immunologie fondamentale et clinique. Traduction de la 4ème édition anglaise*, Elsevier Masson. 2013.
- [70] G.-R. Burmester et A. Pezutto, *Atlas de poche d'immunologie*, Flammarion. 2000.
- [71] Stallergènes (<http://www.stallergenes.fr/fr/content/brochures>), « Leaflet : Rhinite et Asthme ». 16-sept-2015.
- [72] M. Teknetzian et F. Bontemps, « La rhinite allergique », *Le Moniteur des pharmacies. Formation*, n° 2983, mai 2013.
- [73] D. Ebbo, « Observatoire de la prise en charge de la rhinite allergique par les médecins généralistes en France : l'étude ORA. Allergic rhinitis in primary care : Results of the ORA survey in France », *Revue française d'allergologie*, n° 52, p. 73-80, 2012.
- [74] E. Serrano, J. Percodani, et S. Vergèz, « Les rhinites chroniques et leur lien avec l'asthme. Chronic rhinitis : Their relations with asthma », *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement*, n° 71, p. 453-458, 2010.

- [75] P. Scheinmann, N. Pham Thi, C. Karila, et J. de Blic, « Marche allergique chez l'enfant, de la rhinite à l'asthme : prise en charge, place de la désensibilisation. Allergic march in children, from rhinitis to asthma : Management, indication of immunotherapy », *Archives de pédiatrie*, n° 19, p. 330-334, 2012.
- [76] G. Dutau *et al.*, « La rhinite allergique et son impact sur l'asthme (ARIA 2008). The allergic rhinitis and its impact on the asthma (ARIA 2008) », *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, n° 48, p. 376-379, 2008.
- [77] H. Jabri, W. El Khattabi, A. Aichane, H. Afif, et Z. Bouyad, « Profil allergique de la rhinite allergique sévère. Allergic profile of severe allergic rhinitis », *Revue française d'allergologie*, n° 54, p. 4-7, 2014.
- [78] A. Didier, « Caractéristiques et évaluation des symptômes de la rhinite allergique : Résultats de l'enquête CESAR », *Revue française d'allergologie*, n° 49, p. S65-S68, 2009.
- [79] P. Demoly, E. Serrano, A. Didier, P. J. Bousquet, et K. Mesbah, « Ecoute et compréhension des patients atteints de rhinite allergique en France : observatoire OPERA. Listening to and understanding French patients with allergic rhinitis : Observatory OPERA », *Revue française d'allergologie*, vol. 55, n° 5, p. 347-355, sept. 2015.
- [80] C. Bachert, B. Lange, et J. C. Virchow, *Asthme et rhinite allergique une maladie à deux faces*, Flammarion. 2007.
- [81] A. Zegmout, H. El Ouazzani, H. Souhi, H. Naji Amrani, I. A. Rhorfi, et A. Abid, « La rhinite allergique et son impact sur l'asthme. », *Revue française d'allergologie*, n° 3, p. 255-263, 2015.
- [82] B. Wallaert, « Le rôle de la rhinite dans les exacerbations de l'asthme. Rhinitis and its impact on asthma », *Revue française d'allergologie*, n° 49, p. S53-S56, 2009.
- [83] GINA : Global Initiative for Asthma, « Pocket guide for asthma management and prevention 2015 », 2015.
- [84] A. Magnan et A. Pipet, « Controverse : l'asthme sévère est allergique. Controversy : Severe asthma is allergic », *Revue française d'allergologie*, n° 51, p. 204-207, 2011.
- [85] M.-C. Delmas et C. Fuhrman, « L'asthme en France : synthèse des données épidémiologiques descriptives. Asthma in France: A review of descriptive epidemiological data », *Revue des Maladies Respiratoires*, n° 27, p. 151-159, 2010.
- [86] J. Just, « L'asthme sévère est souvent allergique chez l'enfant. Severe asthma is often allergic in children. », *Revue française d'allergologie*, n° 52, p. 32-35, 2012.
- [87] P. Burney, S. Chinn, D. Jarvis, C. Luczynska, et E. Lai, « Variations in the prevalence of respiratory symptoms, self-reported asthma attacks, and use of asthma medication in the European Community Respiratory Health Survey (ECRHS) », *European Respiratory Journal*, n° 6, p. 687-695, 1996.
- [88] F. Bontemps, « L'asthme : Pathologie et traitements. 1ère partie », *Le Moniteur des pharmacies. Formation*, n° 3029, avril 2014.
- [89] Stallergènes (<http://www.stallergenes.fr/fr/content/brochures>), « Leaflet : Alimentaires Allergies croisées ». 16-sept-2015.
- [90] C. Mordacq, « Devant quels symptômes rechercher une allergie alimentaire ? », *Archives de pédiatrie*, n° 22 Hors-Série 2, p. 120-121, 2015.
- [91] P. Kopac *et al.*, « Continuous apple consumption induces oral tolerance in birch-pollen-associated apple allergy », *Allergy*, n° 67, p. 280-285, 2012.

- [92] M. Sauvage et E. Biniguer, « Hypersensibilités alimentaires : allergies et intolérances », *Le Moniteur des pharmacies Formation*, n° 3076, avr. 2015.
- [93] G. Dutau et F. Rancé, « Historique et description des principales allergies croisées. History and description of the major allergic cross-reaction », *Revue française d'allergologie*, n° 49, p. 180-188, 2009.
- [94] D. A. Moneret-Vautrin, G. Kanny, et F. Rancé, « Les allergènes végétaux alimentaires. Allergies associées et réactions croisées. », *Revue française d'allergologie*, vol. 37, n° 3, p. 316-324, 1997.
- [95] J.-F. Fontaine, « Allergies alimentaires croisées : comment s'y retrouver ? Cross allergy to foods : How to make it out ? », *Revue française d'allergologie*, n° 52, p. 380-384, 2012.
- [96] F.-D. Popescu, « Cross-reactivity between aeroallergens and food allergens », *World Journal of Methodology*, vol. 5, n° 2, p. 31-50, juin 2015.
- [97] A. Didier, J. Mazereeuw-Hautier, et F. Rancé, *Allergie et hypersensibilité*, Elsevier. 2006.
- [98] M. Röcken, *Atlas de poche d'allergologie*, Flammarion. Paris, 2002.
- [99] W. F. Jackson et R. Cerio, *Allergologie en couleur*, Wolfe Medical Publications. 1988.
- [100] Stallergènes (<http://www.stallergenes.fr/fr/content/brochures>), « Leaflet : Immunothérapie allergénique (désensibilisation) et observance ». 15-sept-2015.
- [101] A.-H. Collin, A. Blanc, et F. Bontemps, « Rhinite et conjonctivites allergiques », *Le Moniteur des pharmacies. Formation*, n° 3119, mars 2016.
- [102] B. Poitevin, « La rhinite allergique. Possibilités de l'homéopathie. Allergic rhinitis. Homeopathy possibilities », *La revue d'Homéopathie*, n° 3, p. 44-54, 2012.
- [103] B. Poitevin, « Asthme : quelle place pour l'homéopathie (1ère partie). Asthma : what place for homeopathy ? (part 1) », *La Revue d'Homéopathie*, n° 4, p. 83-90, 2013.
- [104] B. Poitevin, « Asthme : la thérapeutique homéopathique ( 3e partie). Asthma : Homeopathic therapy (part 3) », *La Revue d'Homéopathie*, n° 5, p. 2-12, 2014.
- [105] R. Mulo, « Les plantes qui soignent », *Sciences et avenir*, n° 833, Juillet-2016.
- [106] S. Derbré et S. Lamassiaude-Peyramaure, « Place des thérapeutiques alternatives dans la prise en charge des allergies », *Actualités pharmaceutiques*, n° 497, Juin 2010.
- [107] « EPS Ortie », *Pharmacie Homéopathique Centale* (<https://www.pharmacie-homeopathie.com/fr/p-eps-ortie--parties-aeriennes--p186853.html>), 21-juill-2016.
- [108] « Les huiles essentielles contre les allergies », *Pharmacien Giphar* (<http://www.pharmacienghar.com/medecines-naturelles/aromatherapie/huiles-essentielles-contre-allergies>), 08-févr-2016.
- [109] P. Andriane, *La gemmothérapie médecine des bourgeons*, Amyris. 2002.
- [110] « Allergie au pollen : lutter avec la gemmothérapie », *Distillerie de Saint-Hilaire* (<http://www.de-saint-hilaire.fr/blog/allergie-pollen-lutte-gemmotherapie/>), 08-avr-2014.
- [111] « dbv technologies. The epicutaneous immunotherapy company », (<http://www.dbv-technologies.com/fr/dbv-technologies>), 04-nov-2016.
- [112] G. Boutet, *Les Gagne-Misère*, Jean-Cyrille Godefroy. 1986.
- [113] F. Nicod et J.-P. Longchamp, *Du bon usage des plantes sauvages*, Edition du belvédère. 2013.
- [114] R. Beiser, *Plantes sauvages médicinales : les reconnaître, les utiliser*, Ulmer. 1999.
- [115] J.-L. Ansel, *Les arbres guerisseurs*, Eyrolles. 2002.
- [116] J. Fleurentin, *Du bon usage des plantes qui soignent*, Ouest France. 2013.

- [117] A. Chevallier, *Les plantes médicinales*, Gründ. 2008.
- [118] *Encyclopédie essentielle des plantes médicinales*, Komet. 2011.
- [119] U. Kunkele et T. R. Lobmeyer, *Plantes médicinales : identification, récolte, propriétés et emplois*, Parragon. 2007.
- [120] L. Bremnes, *Plantes aromatiques et médicinales*, Larousse. 2010.
- [121] « Xylitol-Sucre », (<http://www.xylitol-sucre.org/>), 03-nov-2015.
- [122] S. Rastogi, M. M. Pandey, et A. K. Singh Rawat, « Medicinal plants of the genus *Betula*- Traditional uses and a phytochemical-pharmacological review », *Journal of Ethnopharmacology*, n° 159, p. 62-83, 2015.
- [123] J. Bruneton, *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales.*, TEC&DOC, EM inter. 2009.
- [124] V. Mshvildadze, J. Legault, S. Lavoie, C. Gauthier, et A. Pichette, « Anticancer diarylheptanoid glycosides from the inner bark of *Betula papyrifera* », *Phytochemistry*, n° 68, p. 2531-2536, 2007.
- [125] E. M. Ju, S. E. Lee, H. J. Hwang, et J. H. Kim, « Antioxidant and anticancer activity of extract from *Betula platyphylla* var. *japonica* », *Life Sciences*, n° 74, p. 1013-1026, 2004.
- [126] H. Tunon, C. Olavsdotter, et L. Bohlin, « Evaluation of anti-inflammatory activity of some Swedish medicinal plants. Inhibition of prostaglandin biosynthesis and PAF-induced exocytosis », *Journal of Ethnopharmacology*, n° 48, p. 61-76, 1995.
- [127] C. A. Dehelean *et al.*, « Study of the betulin enriched birch bark extracts effects on human carcinoma cells and ear inflammation », *Chemistry Central Journal*, vol. 6, n° 137, 2012.
- [128] C. Gründemann, C. W. Gruber, A. Hertrampf, M. Zehl, B. Kopp, et R. Huber, « An aqueous birch leaf extract of *Betula pendula* inhibits the growth and cell division of inflammatory lymphocytes », *Journal of Ethnopharmacology*, n° 136, p. 444-451, 2011.
- [129] J.-E. Huh, J.-M. Hong, Y.-H. Baek, J.-D. Lee, D.-Y. Choi, et D.-S. Park, « Anti-inflammatory and anti-nociceptive effects of *Betula platyphylla* var. *japonica* in human interleukin-1 $\beta$ -stimulated fibroblast-like synoviocytes and in experimental animal models », *Journal of Ethnopharmacology*, n° 135, p. 126-134, 2011.
- [130] E.-C. Kim *et al.*, « The bark of *Betula platyphylla* var. *japonica* inhibits the development of atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice », *Journal of Ethnopharmacology*, n° 116, p. 270-278, 2008.
- [131] F. Casetti, U. Wolfe, W. Gehring, et C. M. Schempp, « Dermocosmetics for Dry Skin : A New Role for Botanical Extracts », *Skin Pharmacology and Physiology*, n° 24, p. 289-293, 2011.
- [132] A. N. Shikov *et al.*, « Birch bark extract as therapy for chronic hepatitis C - A pilot study », *Phytomedicine*, n° 18, p. 807-810, 2011.
- [133] SNG Média SAS, « Vie pratique Féminin : Trucs&Astuces », p. 29, janv-2016.
- [134] O. Cléro, « Ménécac. La sève de bouleau, nouvel or blanc du Porhoët », *Ouest france*, 13-mars-2016.
- [135] B. Boullard, *Plantes médicinales du monde. Réalités & Croyances*, ESTEM. 2001.
- [136] G. Debuigne et F. Couplan, *Petit Larousse des plantes médicinales*, Larousse. 2009.
- [137] « hnlab un laboratoire entre terre et ciel », *Hn Lab* (<http://www.hn-lab.com/>), 11-juill-2015.

- [138] N. Lhomme et O. Lhomme, ([http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiloqb46XOAhWKDxoKHAFVAogQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Flemondeallantvert.biocoop.net%2Fdocs%2Fevents%2F4681\\_seve-de-bouleau.pdf&usg=AFQjCNFbwdiL1SxY1UYeGyZYj21hwFgQnw](http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiloqb46XOAhWKDxoKHAFVAogQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Flemondeallantvert.biocoop.net%2Fdocs%2Fevents%2F4681_seve-de-bouleau.pdf&usg=AFQjCNFbwdiL1SxY1UYeGyZYj21hwFgQnw)), « La Sève de Bouleau ».
- [139] Laboratoire Santarome, « Documents sur la sève de bouleau ».
- [140] M. Rombi et D. Robert, *Le dictionnaire des plantes médicinales. 130 plantes médicinales, monographies, composition, mode d'action*, Alpen. Monaco, 2015.
- [141] J.-P. Zahaika, *Les plantes en pharmacie : propriétés et utilisations*, Dauphin. 2009.
- [142] « La sève de bouleau », *Fée nature* (<http://www.fee-nature.fr/Produits-naturels.asp>), 15-juill-2016.
- [143] « Sève de bouleau bio fraîche et non pasteurisée d'anjou », *Seve de Gaia* (<http://www.sevedegaia.fr/>), 15-juill-2016.
- [144] « Guide de Gemmothérapie : Des bourgeons pour votre santé ». ALMYRIS-Bruxelles.
- [145] B. Bertrand, *Le carnet des Simples médecines*, De Terran. 2008.
- [146] C. Escriva, *Précis de Phytothérapie. Extraits de Gemmothérapies et Teintures mères*, Promonature, Amyris. 2010.
- [147] T. Cecchini, *Les Plantes Médicinales. Reconnaître les plantes, faire des recettes, décoctions, onguents pour soigner et soulager les douleurs du quotidien.*, De Vecchi. 2008.
- [148] ORIANE SARL, « Fiche de spécifications BOULEAU BLANC feuille (Betula alba) ». 24-févr-2014.
- [149] Collectif sélection du Reader's Digest, *les Plantes médicinales*, Sélection du Reader's Digest. 2009.
- [150] A.-C. Gagnon, P. Groleau, S. Korsia-Meffre, F. Richez, et S. Senart, *Le guide des plantes qui soignent*. Vidal, 2010.
- [151] « Le bouleau, un concentré de forces vitales », *Revue Weleda*, n° 112, Printemps 2004.
- [152] J. A. Duke, *Le pouvoir des plantes*, Marabout. 2014.
- [153] M. Wichtl, et R. Anton, *Plantes thérapeutiques. Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2ème édition*, Tec & Doc, Editions médicales internationales. Paris, Cahan, 2003.
- [154] « Hyperoside », *Wikipédia* (<https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperoside>), 14-juill-2016.
- [155] « Rutoside », *Wikipédia* (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Rutoside>), 14-juill-2016.
- [156] S. Fontanay, « Complexation de triterpènes pentacycliques par les cyclodextrines. Caractérisation physicochimique et activités biologiques », Lorraine, 2012.
- [157] V. Fintelmann et R. F. Weiss, *Manuel pratique de phytothérapie*, Vigot. Paris, 2004.
- [158] « Allantoïne », *Wikipédia* (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Allanto%C3%AFne>), 14-juill-2016.
- [159] S. Lacoste, *Ma bible de la phytothérapie*, Quotidien malin. Paris, 2014.
- [160] *Larousse des plantes médicinales. Identification, préparations, soins*, Larousse. 2014.
- [161] « BOP », *Base de données publique des médicaments* (<http://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=60443192&typedoc=N>), 15-juill-2016.
- [162] « Depuratum », *Base de données publique des médicaments* (<http://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=63598461&typedoc=N>), 15-juill-2016.

- [163] M. Faucon, *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale*, Sang de la Terre. Paris, 2015.
- [164] F. Bardeau, *Les huiles essentielles : découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale.*, LANORE. 2009.
- [165] A. Maillard, *Le grand guide de l'aromathérapie et des soins beauté naturels*, J'ai lu. 2016.
- [166] *Huiles essentielles. Tous les secrets de l'aromathérapie*, Artemis. 2010.
- [167] A. Lelief, *Le traité des huiles essentielles*, ESI. Paris, 2013.
- [168] M. Pierre, *Les plantes du bien-être*, Chène. 2014.
- [169] « *Betula pubescens* bourgeon », *Pharmacie Homéopathique Centrale* (<https://www.pharmacie-homeopathie.com/fr/p-betula-pubescens-bourgeon-p186903.html>), 15-juill-2016.
- [170] « *Betula verrucosa* bourgeon », *Pharmacie Homéopathique Centrale* (<https://www.pharmacie-homeopathie.com/fr/p-betula-verrucosa-bourgeon-p186906.html>), 15-juill-2016.
- [171] « *Betula pubescens* (radicelle) bourgeon », *Pharmacie Homéopathique Centrale* (<https://www.pharmacie-homeopathie.com/fr/p-betula-pubescens--radicelle--bourgeon-p186905.html>), 15-juill-2016.
- [172] M. Tetau, *Nouvelles cliniques de gemmothérapie*, Similia. 2004.
- [173] « Pollens divers 3CH 4CH 5CH 7CH 9CH 12CH 15CH 30CH granules homeopathie boiron », *Soin et nature* ([https://www.soin-et-nature.com/fr/homeopathie/1775-pollens-divers-3ch-4ch-5ch-7ch-9ch-12ch-15ch-30ch-granules-tube-homeopathie-boiron.html?search\\_query=pollen&fast\\_search=fs](https://www.soin-et-nature.com/fr/homeopathie/1775-pollens-divers-3ch-4ch-5ch-7ch-9ch-12ch-15ch-30ch-granules-tube-homeopathie-boiron.html?search_query=pollen&fast_search=fs)), 15-juill-2016.
- [174] « Formulaire de médecine d'orientation anthroposophique ». Associations françaises de médecine anthroposophique, nov-2010.
- [175] U. Meyer-Hoffert et J. Brasch, « Allergic contact dermatitis caused by betulin-containing triterpene extract from the outer bark of birch (*Betula alba*) », *Contact Dermatitis*, n° 68, p. 376-383, 2013.
- [176] A. Lahti et M. Hannuksela, « Immediate contact allergy to birch leaves and sap », *Contact Dermatitis*, n° 6, p. 464-465, 1980.

## Serment de Galien

*En présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples, je jure :*

*-D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;*

*-D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;*

*-De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*





**CHALET Pauline**

Le bouleau :  
une espèce au pollen présentant un risque  
d'allergie respiratoire très élevé,  
mais aussi une espèce aux multiples usages pour l'Homme.

**Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie  
Université de Picardie Jules Verne  
2016**

Mots-clés : bouleau, pollen, allergènes, allergie, rhinite, asthme, allergies croisées, traitements de l'allergie, sève de bouleau, gemmothérapie, phytothérapie, huiles essentielles, homéopathie.

Résumé de la thèse :

Le bouleau est considéré comme une espèce héliophile et pionnière. On retrouvera sur notre territoire métropolitain 3 espèces de bouleau : *Betula pubescens*, *Betula verrucosa* et *Betula nana*. Producteurs de pollen au potentiel très allergisant, les bouleaux sont de forts pourvoyeurs d'allergies respiratoires. Les manifestations cliniques de l'allergie les plus fréquemment rencontrées avec le pollen de bouleau sont l'asthme et la rhinite allergique. On pourra également observer de nombreuses réactions croisées entre le pollen de bouleau et d'autres pollens ou avec des aliments, notamment les fruits de la famille des rosacées. Mais au-delà de ces considérations allergologiques il ne faut pas oublier que le bouleau a eu, de tous temps, de nombreuses vertus et utilisations pour l'Homme. Arbre-outil par son brai et son bois, arbre-aliment par ses jeunes feuilles et son vin, il se découvre aussi arbre de santé par sa sève et son utilisation en gemmothérapie, en phytothérapie, en aromathérapie et en homéopathie pour diverses pathologies. Indiqué de la rétention d'eau à la cystite en passant par la chute des cheveux, les plaies cutanées, et les rhumatismes, et si le bouleau était l'arbre panacée ?

*Betula* can be seen as an heliophilic and pioneer species. 3 species of genus *Betula* may be found in France : *Betula verrucosa*, *Betula pubescens* and *Betula nana*. Producing very allergenic pollen, birches are strong providers of respiratory allergies. Most commonly birch pollen allergy results in asthma and allergic rhinitis. We can also see many cross-reactions between birch pollen and other pollens or with food, in particular with *Rosaceae* fruit. Beyond these allergologic considerations, we must remember that birch has always been used by humans. Known as a tool for its pitch and bark, or as food for its young leaves and vine, birch can also be considered as a medicinal tree for its sap and its use in gemmotherapy, phytotherapy, aromatherapy and homeopathy for various diseases. Being indicated against various medical conditions such as water retention or cystitis, including hair loss, cutaneous wounds and rheumatism, is birch a possible a panacea ?

Thèse dirigée par Madame Déborah CLOSSET-KOPP

JURY :

Président : Monsieur Guillaume DECOCQ

Membres : Madame Elisabeth POPIN

Madame Déborah CLOSSET-KOPP

Monsieur Sébastien FOURNIER