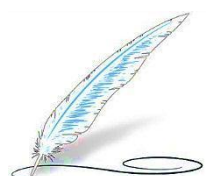


Sommaire



Sommaire

Résumé

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

Partie I: Synthèse bibliographique

Chapitre I: Pollen et Palynologie

1. Pollen.....	3
1.1 Définition.....	3
1.2 Formation des grains de pollen.....	3
1.3 La morphologie des pollens.....	4
1.4 Pollinisation	7
2. Palynologie et ses applications.....	8
2.1 Historique.....	8
2.2 Domaines de la palynologie.....	9

Chapitre II: Généralités sur les allergies

1. Généralité sur l'allergie	15
1.1 Définition de l'allergie.....	15
1.2 Facteurs causaux : les allergènes ou antigènes.....	15
1.3 Immunoglobulines E (IgE)	17
1.4 Physiopathologie.....	17
2. Hypersensibilité	18
3. Tests allergologiques	20
4. Principales manifestations cliniques des réactions allergiques.....	20
5. Pollen et allergie.....	21

Chapitre III: Les plantes allergisantes

1. Les Arbres	23
2. Les herbacées	25
3. Synthèse des principales plantes allergisantes dans le monde et en Algérie.....	28
4. Calendriers polliniques.....	30
5. Saisons polliniques	30

Partie II: Etude expérimentale

Chapitre I: Matériel et Méthodes

1. Matériel.....	36
1.1 Présentation de la région d'étude.....	36
1.2 Données climatiques de la région durant la période d'étude.....	44
1.3 Sites d'échantillonnage.....	46
2. Méthodes.....	48
2.1 Procédure de la capture des grains de pollen.....	48
2.2 Période d'échantillonnage.....	48
2.3 Identification et dénombrement des grains de pollen capturés.....	48

2.4	Palynothèque et Atlas pollinique	49
2.5	Analyses statistiques.....	50

Chapitre II: Résultats et Discussion

1.	Recensement global des taxons polliniques aéroportés.....	51
1.1	Données polliniques du 1 ^{er} site : Ville de Sidi Amar.....	51
1.1.1	1 ^{ère} saison pollinique	51
1.1.2	2 ^{ème} saison pollinique	55
1.1.3	Comparaison interannuelle entre les deux saisons polliniques.....	59
1.2	Données polliniques du 2 ^{ème} site : Ville d'El-Hadjar.....	60
1.2.1	1 ^{ère} saison pollinique	60
1.2.2	2 ^{ème} saison pollinique	63
1.2.3	Comparaison interannuelle entre les deux saisons polliniques.....	66
1.3	Données polliniques du 1 ^{er} site : Ville de Annaba.....	67
1.4	Comparaison annuelle entre les sites étudiés.....	71
1.4.1	1 ^{ère} saison pollinique.....	71
1.4.2	2 ^{ème} saison pollinique.....	73
1.4.3	Calendriers polliniques des sites étudiés.....	74
2.	Recensement des principaux taxons allergisants	80
2.1	Taxons allergisants herbacés.....	80
2.2	Taxons allergisants arborés.....	100
3.	Analyses statistiques.....	124

Chapitre III: Etude clinique

1.	Introduction	126
2.	Méthodologie.....	126
3.	Résultats et Discussion.....	127
4.	Relation entre la production pollinique et la sensibilisation au pollen.....	133
	Conclusion	134
	Références bibliographiques	136

Annexe

Atlas pollinique

Publications

Liste des Figures

Figure 1:	Organisation d'un grain de pollen.....	3
Figure 2:	Dérivés d'une cellule sporogène dans une anthère.....	3
Figure 3:	Les formes des grains de pollen.....	4
Figure 4:	Différents types polliniques d'angiospermes d'après le nombre et la disposition des apertures	5
Figure 5:	Différentes couches de la paroi pollinique.....	7
Figure 6 :	Appareil gravimétrique de Durham.....	12
Figure 7 :	Capteur gravimétrique de Tauber.....	13
Figure 8 :	Le capteur de Cour.....	14
Figure 9:	Deux capteurs issus de la méthode Hirst.....	14
Figure 10 :	Pneumallergène.....	16
Figure 11 :	Sensibilisation du système immunitaire.....	18
Figure 12 :	Réaction immédiate.....	19
Figure 13 :	Réaction retardée.....	19
Figure 14 :	Localisation géographique de la Wilaya de Annaba (Google, 2016).....	36
Figure 15 :	Carte des formations forestières de la Wilaya de Annaba.....	43
Figure 16 :	Tendances mensuelles des températures moyennes à Annaba durant la période d'échantillonnage.....	44
Figure 17 :	Les précipitations à Annaba durant la période d'échantillonnage.....	45
Figure 18 :	La vitesse du vent à Annaba durant la période d'échantillonnage.....	45
Figure 19 :	L'humidité relative à Annaba durant la période d'échantillonnage.....	46
Figure 20 :	Localisation de sites d'échantillonnage (Google, 2016).....	47
Figure 21 :	Le dispositif d'échantillonnage de Durham.....	48
Figure 22 :	Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 1 ^{ère} saison pollinique dans la ville de Sidi Amar (Juin 2012-Mai 2013).....	53
Figure 23 :	Variation mensuelle du pourcentage des pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 1 ^{ère} saison pollinique dans la ville de Sidi Amar (Juin 2012-Mai 2013).....	55
Figure 24 :	Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 2 ^{ème} saison pollinique dans la ville de Sidi Amar (Juin 2013-Mai 2014).....	57
Figure 25 :	Variation mensuelle du pourcentage des pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 2 ^{ème} saison pollinique dans la ville de Sidi Amar (Juin 2013-Mai 2014).....	58
Figure 26 :	Variation interannuelle du nombre de pollens recensés durant les deux saisons d'étude dans la ville de Sidi Amar (Juin 2012-Mai 2014).....	59
Figure 27 :	Variation interannuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la période d'étude dans la ville de Sidi Amar (Juin 2012-Mai 2014)	60

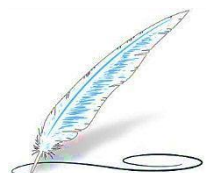
Figure 28 :	Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 1 ^{ère} saison pollinique dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2012-Mai 2013).....	62
Figure 29 :	Variation mensuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 1 ^{ère} saison pollinique dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2012-Mai 2013).....	63
Figure 30 :	Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 2 ^{ème} saison pollinique dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2013-Mai 2014).....	65
Figure 31 :	Variation mensuelle du pourcentage des pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 2 ^{ème} saison pollinique dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2013-Mai 2014).....	66
Figure 32 :	Variation interannuelle du nombre de pollens recensés durant la période d'étude dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2012-Mai 2014).....	66
Figure 33 :	Variation interannuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la période d'étude dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2012-Mai 2014).....	67
Figure 34 :	Variation mensuelle du nombre de pollens recensés dans la ville de Annaba (Juin 2012-Mai 2013).....	69
Figure 35 :	Variation mensuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés dans la ville de Annaba (Juin 2012-Mai 2013).....	71
Figure 36 :	Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 1 ^{ère} saison pollinique dans les trois sites étudiés (Juin 2012-Mai 2013).....	72
Figure 37 :	Variation mensuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 1 ^{ère} saison pollinique dans les trois sites étudiés (Juin 2012-Mai 2013).....	72
Figure 38 :	Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 2 ^{ème} saison pollinique dans les deux sites étudiés (Juin 2013-Mai 2014).....	73
Figure 39 :	Variation mensuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 1 ^{ère} saison pollinique dans les deux sites étudiés (Juin 2013-Mai 2014).....	74
Figure 40 :	Variation pollinique annuelle de la famille des <i>Asteraceae</i>	81
Figure 41 :	Variation pollinique interannuelle de la famille des <i>Asteraceae</i>	82
Figure 42 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Artemisia</i>	83
Figure 43 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Artemisia</i>	84
Figure 44 :	Variation pollinique annuelle de la famille des <i>Brassicaceae</i>	86
Figure 45 :	Variation pollinique interannuelle de la famille des <i>Brassicaceae</i>	87
Figure 46 :	Variation pollinique annuelle de la famille des <i>Chenopodiaceae/Amaranthaceae</i>	88
Figure 47 :	Variation pollinique interannuelle de la famille des <i>Chenopodiaceae/Amaranthaceae</i>	89
Figure 48 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Mercurialis</i>	91
Figure 49 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Mercurialis</i>	91
Figure 50 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Plantago</i>	93
Figure 51 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Plantago</i>	93

Figure 52 :	Variation pollinique annuelle de la famille des <i>Poaceae</i>	95
Figure 53 :	Variation pollinique interannuelle de la famille des <i>Poaceae</i>	95
Figure 54 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Rumex</i>	97
Figure 55 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Rumex</i>	98
Figure 56 :	Variation pollinique annuelle de la famille des <i>Urticaceae</i>	99
Figure 57 :	Variation pollinique interannuelle de la famille des <i>Urticaceae</i>	100
Figure 58 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Alnus</i>	101
Figure 59 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Alnus</i>	102
Figure 60 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Betula</i>	103
Figure 61 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Betula</i>	104
Figure 62 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Casuarina</i>	106
Figure 63 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Casuarina</i>	107
Figure 64 :	Variation pollinique annuelle de la famille des <i>Cupressaceae</i>	109
Figure 65 :	Variation pollinique interannuelle de la famille des <i>Cupressaceae</i>	110
Figure 66 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Fraxinus</i>	112
Figure 67 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Fraxinus</i>	113
Figure 68 :	Variation pollinique annuelle de l'espèce <i>Olea europaea</i>	114
Figure 69 :	Variation pollinique interannuelle de l'espèce <i>Olea europaea</i>	115
Figure 70 :	Variation pollinique annuelle de la famille <i>Pinaceae</i>	116
Figure 71 :	Variation pollinique interannuelle de la famille <i>Pinaceae</i>	117
Figure 72 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Populus</i>	119
Figure 73 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Populus</i>	119
Figure 74 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Quercus</i>	121
Figure 75 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Quercus</i>	121
Figure 76 :	Variation pollinique annuelle du genre <i>Salix</i>	123
Figure 77 :	Variation pollinique interannuelle du genre <i>Salix</i>	123
Figure 78 :	Test cutané.....	127
Figure 79 :	Répartition des patients selon le sexe.....	128
Figure 80 :	Répartition des patients selon les classes d'âge.....	128
Figure 81 :	Répartition des patients selon le diagnostic.....	129
Figure 82 :	Répartition des patients selon le type d'allergie.....	130
Figure 83 :	Sensibilisations aux pneumallergènes observées d'après le test cutané.....	130
Figure 84 :	Relation entre la production pollinique et la sensibilisation au pollen	133

Liste des tableaux

Tableau 1:	Classification et exemples d'allergènes.....	17
Tableau 2 :	Liste des espèces allergisantes des Gymnospermes.....	28
Tableau 3 :	Liste des espèces allergisantes Monocotylédones.....	28
Tableau 4 :	Liste des espèces allergisantes Dicotylédones.....	29
Tableau 5:	Inventaire des espèces végétales de la Wilaya de Annaba.....	39
Tableau 6 :	Répartition de la superficie forestière par commune et par espèce.....	42
Tableau 7:	Analyses quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville de Sidi Amar classés par ordre décroissant durant la 1 ^{ère} saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013).....	52
Tableau 8:	Analyses quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville de Sidi Amar classés par ordre décroissant durant la 2 ^{ème} saison pollinique (Juin 2013-Mai 2014).....	56
Tableau 9:	Analyse quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar classés par ordre décroissant durant la 1 ^{ère} saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013).....	61
Tableau 10:	Analyse quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar classés par ordre décroissant durant la 2 ^{ème} saison pollinique (Juin 2013-Mai 2014).....	64
Tableau 11:	Analyse quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville de Annaba classés par ordre décroissant (Juin 2012-Mai 2013).....	68
Tableau 12 :	Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville de Sidi Amar durant la 1 ^{ère} saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013).....	75
Tableau 13 :	Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville de Sidi Amar durant la 2 ^{ème} saison pollinique (Juin 2013-Mai 2014).....	76
Tableau 14 :	Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar durant la 1 ^{ère} saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013).....	77
Tableau 15 :	Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar durant la 2 ^{ème} saison pollinique (Juin 2013-Mai 2014).....	78
Tableau 16 :	Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville de Annaba (Juin 2012-Mai 2013).....	79

Introduction



Introduction

Il existe dans l'atmosphère un large spectre de microorganismes à des concentrations qui vont de simples traces jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'unités par mètre cube d'air. Parmi les particules présentes dans l'air, le pollen, qui a le rôle de transférer les gamétophytes mâles sur l'appareil reproducteur femelle, pour assurer la fécondation (Thibaudon et *al.*, 2013).

Depuis les travaux de Hyde et Williams (1944), l'étude des pollens et des spores est devenue une branche scientifique très importante de la Biologie appelée la Palynologie.

D'autre part, Charles Blackley était le premier à signaler, dès 1873, que le pollen est la cause d'une allergie appelée pollinose ou « rhume des foins » (Comtois, 1995).

La pollinose est une affection saisonnière liée à la présence de grains de pollen des espèces anémophiles allergisantes en abondance dans l'air. La recherche des pollens et des spores atmosphériques responsables de ces affections et la réalisation des calendriers polliniques sont liées au domaine de l'aéropalynologie.

Parmi les familles connues par leur pollen allergisant, on note: les *Asteraceae*, les *Betulaceae*, les *Chenopodiaceae*, les *Cupressaceae*, les *Fagaceae*, les *Oleaceae*, les *Poaceae* et les *Urticaceae* (Guérin et Michel, 1993).

La région de Annaba (Nord-est algérien) se situe entre deux milieux écologiques ; la mer méditerranée au Nord et la forêt couvrant le Massif forestier de l'Edough à l'Ouest, présentant une diversité végétale très importante en espèces forestières, fourragères, mellifères et notamment en espèces allergisantes (Bennadja et *al.*, 2005).

Actuellement, l'Algérie connaît une transition épidémiologique caractérisée par une augmentation de la prévalence des pathologies chroniques et notamment respiratoires et allergiques où on estime plus d'un million d'asthmatiques et près de trois millions de rhinites allergiques (Douagui, 2007).

Ce travail consiste à une recherche aéropalynologique, durant deux saisons successives, réalisée dans la région de Annaba (Nord-est algérien) pour étudier le contenu pollinique atmosphérique notamment les taxons allergisants à l'aide de capteur gravimétrique de Durham (Durham, 1946), implanté dans trois sites différents (Sidi Amar, El-Hadjar et la ville de Annaba).

Notre objectif final consiste à :

- Etablir un calendrier pollinique pour chaque site.
- Evaluer les effets des paramètres météorologiques sur la production pollinique.
- Améliorer les connaissances sur la prévalence des allergies en général et, les allergies polliniques en particulier, dans la région de Annaba.

Ce manuscrit s'articule autour de deux parties principales : une synthèse bibliographique et une partie expérimentale.

La première partie avec trois chapitres :

- Le premier chapitre, présente des généralités sur le pollen et la palynologie.
- Le second chapitre comprend des notions générales sur les allergies.
- Et le troisième s'intéresse aux plantes allergisantes.

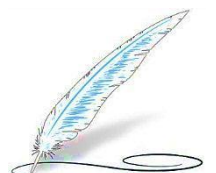
La deuxième partie scindée également en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux matériel et méthodes.
- Le second chapitre aborde les résultats et la discussion.
- Le troisième chapitre présente l'étude clinique que nous avons réalisée.

Enfin, la thèse est clôturée par une conclusion dans laquelle des recommandations et des perspectives sont proposées.

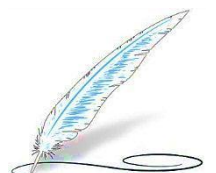
Partie I

Synthèse Bibliographique



Chapitre I

Pollen et Palynologie



1. Pollen

1.1 Définition

Le grain de pollen est le gamétophyte mâle des plantes à fleurs, très réduit, constitué de deux cellules: une cellule végétative et une cellule générative (Fig. 1) (Laberche, 2010).

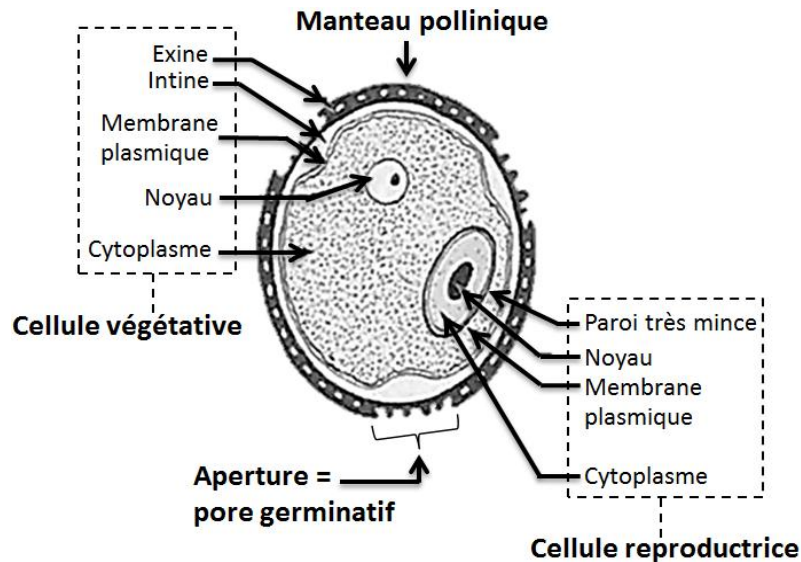


Figure 1: Organisation d'un grain de pollen (Meyer et *al.*, 2008)

1.2 Formation des grains de pollen

Les grains de pollen se forment dans les étamines, et précisément dans les deux sacs polliniques des anthères. À l'origine se trouvent des microspores diploïdes entourées de cellules nourricières. Par la méiose, ces microspores évoluent en tétraspores haploïdes qui vont continuer à se diviser par une simple mitose (Fig. 2) (Laberche, 2010). Le tapis de l'anthère nourrit les grains de pollen en formation et secrète la sporopollénine entrant dans la constitution de son exine et du manteau pollinique (Meyer et *al.*, 2008).

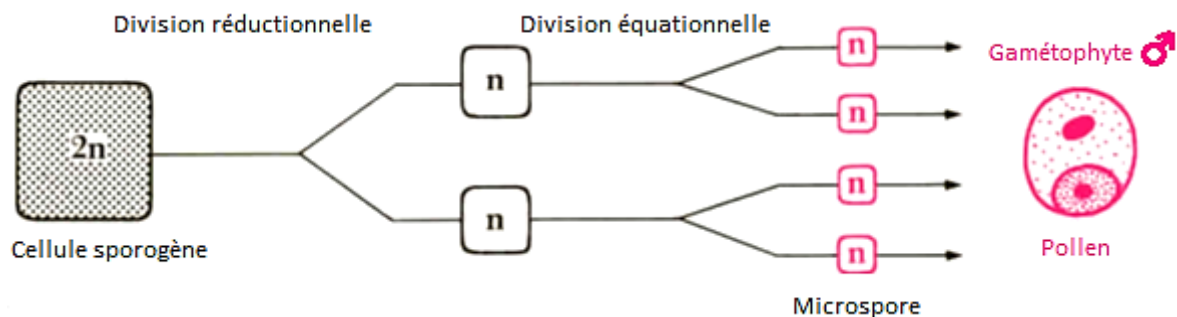


Figure 2 : Dérivés d'une cellule sporogène dans une anthère (Roland et *al.*, 2008)

1.3 Morphologie des pollens

La morphologie pollinique regroupe les paramètres de symétrie, la forme, la taille, le nombre des apertures et leur position, l'ornementation et la stratification de l'exine (Hesse et *al.*, 2009).

1.3.1 Forme

La forme de pollen se réfère au rapport P/E : le rapport de la longueur de l'axe polaire (P) et le diamètre équatorial (E).

Les grains de pollen sphéroïdaux ont un rapport égal à 1, où l'axe polaire est \pm égal au diamètre équatorial.

Les grains de pollen avec un axe polaire plus long que le diamètre équatorial sont appelés allongés (longiaxe); et les grains où l'axe polaire est plus court que le diamètre équatorial sont décrites comme bréviaxe (Fig. 3).

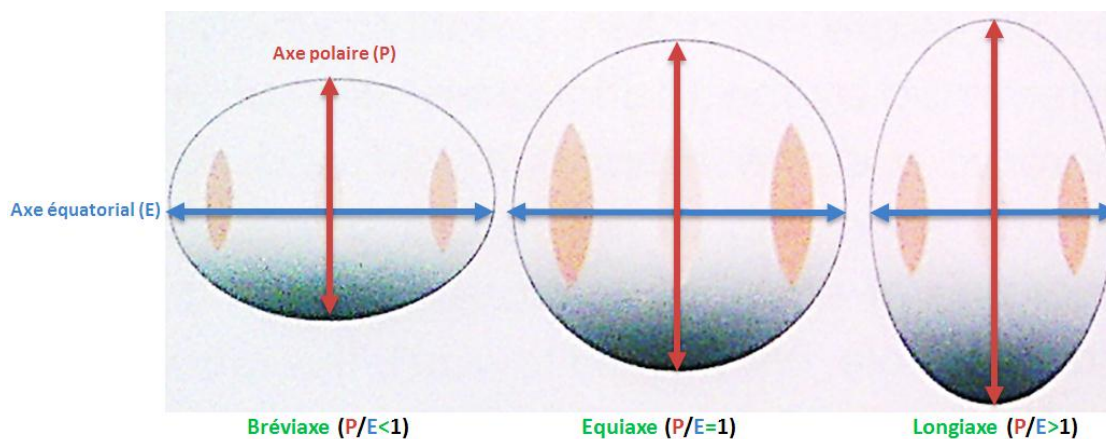


Figure 3 : Les formes des grains de pollen (Hesse et *al.*, 2009) (modifié)

1.3.2 Taille

La taille des grains de pollen s'est variée de moins de 10 μm au plus de 200 μm . Pour déterminer la taille, le diamètre des grains est mesuré. Les catégories de la taille sont : très petite (< 10) (*Myosotis*, 7 μm), petite (10-25 μm), moyenne (26-50 μm), grande (51-100 μm), très grande (> 100 μm) (la courge, 200 μm).

1.3.3 Apertures

Les apertures ou zones germinatives sont des territoires amincis de la paroi ; ce sont des zones de moindre résistance où sortira le tube pollinique. Elles ont la forme de sillon ou de pore dont la disposition et la structure sont très variables d'une espèce à l'autre (Laberche, 2010) (Fig. 4).

inaperturé	monoporé	monocolpé	monocolpé	diporé
dicolpé	dicolpé	triporé	triporé	tricolpé
tricolpé	tricolporé	tricolporé	stephanoporé	stephanoporé
stephanocolpé	stephanocolpé	stephanocolporé	stephanocolporé	periporé
pericolpé	pericolpé	pericolporé	pericolporé	diorate
heterocolpé	heterocolpé	polyplicate	polyplicate	trichotomosulcaté
trichotomosulcaté	polyrugate	fenestré	fenestré	syncolpé
syncolpé	syncolpé	syncolpé	syncolpé	

Figure 4 : Différents types polliniques d'angiospermes d'après le nombre et la disposition des ouvertures (Ricciardelli, 1998).

1.3.4 Couleur

Les grains de pollen sont le plus souvent de couleur jaune, étendant aux tons crème ou orange. Plus rarement, ils peuvent être blancs, bruns, noirs, rouges, ou même bleus ou violets (Willmer, 2011).

1.3.5 Sculpture et structure de la paroi pollinique

1.3.5.1 Sculpture du pollen

Elle se réfère aux caractéristiques externes de la paroi du grain de pollen. Les caractéristiques de sculpture peuvent être visualisées en microscopie optique, mais beaucoup plus de détails peuvent être détectés avec la microscopie électronique à balayage (Simpson, 2006).

1.3.5.2 Structure de la paroi pollinique

Les fonctions de la paroi des grains de pollen consistent principalement à fournir un soutien structurel et la protection du cytoplasme des dommages mécaniques et la dessiccation.

La paroi peut également fonctionner pour faciliter la pollinisation. Par exemple, les fleurs entomophiles ont tendance à avoir le pollen abondamment sculpté; ces éléments de sculpture peuvent servir à fixer les grains de pollen sur les poils des insectes.

La structure de la paroi de pollen se réfère à la forme interne de la paroi du grain de pollen. Au début du développement, les microspores ont généralement une épaisse paroi cellulaire se composée de callose. Au cours du développement du pollen, la paroi de callose décompose complètement. Les parois mûres sont composées de deux couches principales: L'intine et l'exine.

L'intine est la couche la plus interne, qui est principalement composée de cellulose et pectines. L'exine, la plus externe, est la couche résistante de paroi, qui fournit le soutien structurel majeur pour le cytoplasme. Elle est imprégnée d'une substance appelée sporopollénine, un polymère de caroténoïdes d'oxydation et/ou des esters de caroténoïdes. La sporopollénine est très dure et résistante aux dommages mécaniques et de décadence.

L'exine est divisée en deux couches, une intérieure, l'endexine et une extérieure, l'ectexine. L'endexine forme, typiquement, une couche interne plus ou moins homogène. L'ectexine peut présenter une variété de formes structurelles. Le type le plus commun de l'ectexine chez les Angiospermes se compose d'une couche intérieure ; la sole, une couche intermédiaire ; les columelles et une couche extérieure appelée le tectum (Fig. 5).

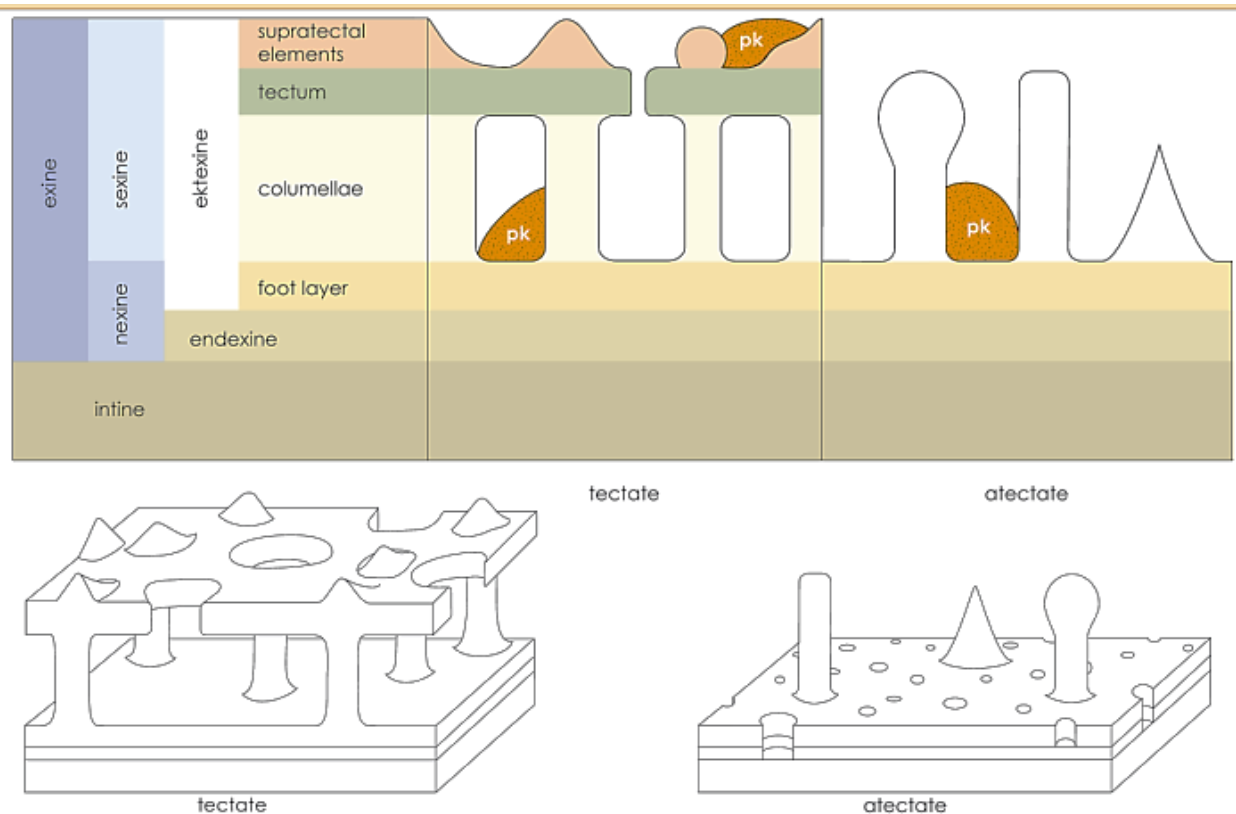


Figure 5: Différentes couches de la paroi pollinique (Hesse et *al.*, 2009)

1.4 Pollinisation

C'est le transfert du pollen de l'étamine au stigmate par différents vecteurs (Morère et Pujole, 2003). Les stratégies de pollinisation sont en relation avec la structure de la fleur (Meyer et *al.*, 2008). Bien que le pollen puisse être transporté de multiples manières, la pollinisation par les insectes et par le vent sont les deux modalités les plus fréquentes (Indge, 2004).

1.4.1 Pollinisation anémophile

Ce mode assure le transport, par le vent, des grains de pollen d'un nombre assez élevé d'espèces de Spermaphytes (environ 10 p. 100). Cette modalité est très fréquente chez la totalité des Gymnospermes et parmi les Angiospermes, l'anémogamie est générale chez les *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae* et la plupart des arbres des forêts tempérées (*Betulaceae*, *Fagaceae*, etc.). Elle n'intéresse qu'une partie des espèces d'autres familles comme les *Chenopodiaceae* ou les *Polygonaceae* (Pesson et Louveaux, 1984).

Cette stratégie implique la production d'une très grande quantité de grains de pollen, caractérisés par leur poids léger, paroi lisse et éventuellement muni de ballonnets aérifères comme chez le pin (*Pinus*) (Morère et Pujole, 2003; Meyer et *al.*, 2008).

1.4.2 Pollinisation zoophile

Elle est assurée involontairement par les insectes (entogamie), les oiseaux ou les mammifères qui recherchent un abri et de la nourriture. Ce mode de pollinisation, caractérisant les Angiospermes, est en relation avec des morphologies florales très variées, avec périanthe coloré, la production de molécule odorantes (Meyer et *al.*, 2008 ; Raven et *al.*, 2012).

1.4.3 Pollinisation hydrophile

Le mode de pollinisation par l'eau est relativement rare, et limité à certaines Angiospermes aquatiques immergées (Zostères marines et les Myriophylles d'eau douce). En effet, chez *Zostera* et plusieurs *Cymodoceaceae*, le grain de pollen est mouillable, il a la forme d'un filament et l'exine est toujours extrêmement mince ou même absente (Morère et Pujole, 2003).

2. Palynologie et ses applications

2.1 Historique

Suivant la découverte et le développement du microscope au 17^{ème} siècle, le pollen a été découvert, observé, décrit et inclus dans une classification reliée à celle de sa plante d'origine. En effet, l'étude de la morphologie des grains de pollen a été décrite dans la collection initiale de Hooke, "Micrographia", publié à Londres en 1665 (*In* : Guérin et Michel, 1993).

Le terme pollen a été utilisé pour la première fois par Linné en 1751. Pendant le 18^{ème} et le début du 19^{ème} siècle, la compréhension des pollens et de la pollinisation a connu un grand progrès. En 1812, Sprengel était le premier qui a posé en lumière le caractère général de la fécondation croisée, et distingué entre les modes de pollinisation (par le vent ou par les insectes). Puis, en 1822, Amici (*In* : Hesse et *al.*, 2009) a découvert la germination du pollen sur le stigmate.

Purkinje, vers 1830, a caractérisé le pollen des principales familles, et montré que les différentes formes du pollen sont liées à leur développement dans l'anthère. Vers cette même époque, de grands perfectionnements techniques améliorent les possibilités des microscopes, et permettent toute une série de travaux sur le pollen et les spores (Hesse et *al.*, 2009).

C'est ainsi que plusieurs travaux scientifiques ont vu le jour : dont ceux de Mohl qui, en 1834, a classé les grains selon leurs apertures. Puis, en 1837, Fritzsche a publié un travail qui a été considéré comme étant unique grâce à ses descriptions précises et ses diverses illustrations.

En 1890, Fischer a décrit les détails de l'exine d'un bon nombre de plantes et il a résumé la valeur phylogénétique des caractères de pollen. En 1935, Wodehouse a publié son ouvrage « Pollen grains » qui constitue une référence encore indispensable. Malgré tous ces travaux le mot palynologie ne sera créé et défini qu'en 1944 par les deux botanistes anglais Hyde et Williams (Hyde et Williams, 1944).

Erdtman (1943, 1945, 1947, 1952, 1960, 1961 et 1969) a rassemblé, durant plus de trois décennies, des observations sur les pollens et les spores de toutes les familles connues et d'un grand nombre de genres, grâce à une ingénieuse méthode de dessin. Ces observations ont donné le jour à un ouvrage intitulé : « Pollen morphology and plant taxonomy » qui est considéré, ainsi que le «Text book of pollen analysis» de Faegri et Iversen (1964), comme les plus importants ouvrages dans le monde de la palynologie.

2.2 Domaines de la palynologie

Sur l'ensemble des domaines de la biologie, la palynologie est une branche pleine d'applications. Cette discipline converge plusieurs faisceaux d'activités scientifiques et pratiques (Reille, 1990). Elle est maintenant largement utilisée dans la reconstruction de l'ancienne végétation, des études sur les changements climatiques, l'exploration pétrolière, la recherche de l'allergie, la méliissopalynologie ou l'analyse du miel, et de la science médico-légale (Stillman et Flenley, 1996). Cependant, les domaines d'application de la palynologie sont nombreux :

2.2.1 Biopalynologie

Le grain de pollen est le vecteur du génome haploïde paternel. C'est le porteur de la moitié des chromosomes des végétaux supérieurs. Son rôle essentiel est dans la reproduction de ces plantes. Ses applications et ses implications potentielles dans le domaine des biotechnologies ont suscité chez de nombreux biologistes, de grands intérêts (Souvré et *al.*, 1987). En effet, il représente un important potentiel génétique pour les différentes opérations de l'amélioration des plantes (Cornu et Malzonier, 1989).

Cette importance a conduit à la création de banques de pollens dans différents pays, capables de fournir aux chercheurs un matériel pollinique donc des gènes à tout moment (Cerceanu-Larrival et *al.*, 1993 ; Boughediri, 1994). Ces banques de pollens jouent, donc, un rôle très important dans l'amélioration des plantes (hybridation contrôlée, introduction de gènes intéressants), la préservation de la diversité génétique, la conservation des espèces et

également dans la préservation des allergènes qui a un très grand intérêt en immuno-allergie (Cerceau-Larrival, 1989).

2.2.2 Systématique

La classification des végétaux apparaît comme la plus importante application de la palynologie fondamentale. La forme du pollen, sa taille, la présence d'apertures, leur type, leur nombre, leur position ainsi que la structure et l'ornementation de la surface de l'exine, sont des caractères déterminants qui varient largement selon les groupes systématiques de plantes et interviennent dans la classification systématique (Raynal-Roques, 1994).

2.2.3 Paléopalynologie

La Paléopalynologie est l'analyse pollinique des sédiments, c'est-à-dire l'étude statistique des spores et des pollens fossiles contenus dans des sédiments superposés. Les végétaux fossiles sont très rares, cependant, l'exine des pollens, contrairement aux autres organes, se conserve bien dans les sédiments en l'absence d'oxydation. C'est un matériel inaltérable qui peut traverser les temps géologiques sans dommages (Pons, 1970).

La détermination des pollens fossiles permet d'avoir des indications sur la nature des plantes et des végétations qui sont succédées au cours des âges et, corrélativement, sur les climats (Reille, 1990).

2.2.4 Miléssopalynologie

C'est l'étude du pollen contenu dans le miel. L'analyse du pollen collecté par les abeilles permet d'identifier les plantes qui sont visitées par ces insectes. Elle permet de les qualifier, d'améliorer les produits et de réprimer les fraudes (Maurizio, 1946 ; Maurizio et Louveaux, 1961).

2.2.5 Pharmacopalynologie

Le pollen est un aliment à valeur nutritive très élevée, grâce à sa composition riche en vitamines (A, la totalité du groupe B, C, D et E), en oligoéléments (Ca^{++} , Cl^- , Cu^{++}), en glucides (35%), en protides (20%) dont une grande partie se trouve sous forme d'acides aminés (proline, acide aspartique, ainsi les acides aminés indispensables), en enzymes et en eau (10 -12 %). La composition qualitative du pollen est pratiquement constante par contre sa composition quantitative change selon son origine botanique, ce qui signifie que le pollen de chaque espèce végétale peut avoir des propriétés thérapeutiques spécifiques (Donadieu, 1983).

2.2.6 Aéropalynologie

Les pollens sont produits chaque année en grandes quantités partout dans le monde et résistent aux conditions climatiques environnementales, ce qui permet la reproduction de ces espèces botaniques et leur maintien autour de nous (Laurent et *al.*, 1999). La prévalence du pollen dans l'atmosphère et leur monitoring en relation avec les conditions météorologiques constitue la base du concept de l'aéropalynologie (Nisar et *al.*, 2011).

2.2.6.1 Applications de l'aéropalynologie

La connaissance du contenu pollinique de l'atmosphère a des applications multiples :

2.2.6.1.1 En phénologie : L'utilisation de la phénologie en aérobiologie est beaucoup plus récente. Elle a pris une importance considérable ces dernières années. En particulier les modifications climatiques aboutissent partout dans le monde à une modification des périodes de pollinisation des espèces végétales dont celles provoquant des allergies respiratoires (Thibaudon et Lachasse, 2005).

2.2.6.1.2 En agronomie : D'après Cour et Van Campo (1980), l'étude de l'atmosphère pollinique montre qu'il existe une relation entre le nombre de pollen par mètre cube d'air pendant la pollinisation maximale et le rendement de la vigne, l'olivier et les céréales. Donc, les rendements agricoles attendus peuvent être prévus à partir de l'analyse pollinique de l'atmosphère.

2.2.6.1.3 En médecine : Certains types de pollens et de spores peuvent être pour l'homme la cause directe de troubles allergiques plus ou moins graves (Rhume des foins ou pollinose) ; ce sont les pollens anémophiles qui sont les plus allergisants par la libération des molécules d'allergènes qui arrivent au contact de la muqueuse. L'identification précise du végétal producteur des allergènes polliniques est donc, indispensable pour la comparaison du calendrier pollinique, établi par une analyse quotidienne de l'atmosphère avec les dates et les crises des patients (Peltre, 1998)

2.2.6.2 Méthodes de captage des grains de pollen atmosphériques

On distingue 2 méthodes ; gravimétrique et volumétrique.

2.2.6.2.1 Méthodes gravimétriques

Les méthodes gravimétriques sont fondées sur le principe de la sédimentation pollinique, sous l'effet de la seule pesanteur.

2.2.6.2.1.1 Capteur du Durham (1946)

Si les premiers aérobiologistes ont utilisé comme capteurs passifs de simples lames enduites d'une substance adhésive, la technique a été perfectionnée et standardisée en 1946 par Durham, grâce à son échantillonneur par gravité. Le matériel, rudimentaire et d'un coût modique, est constitué d'une lame enduite de substance adhésive, maintenue entre deux disques métalliques assurant une protection au moins relative contre les intempéries (Fig. 6). La lame est changée chaque jour, pour être lue en microscopie photonique. Cet instrument est rapidement devenu, et pour plusieurs décennies, le plus utilisé au monde ; il est encore très répandu aux États-Unis et au Japon (Laaidi et *al.*, 1997).

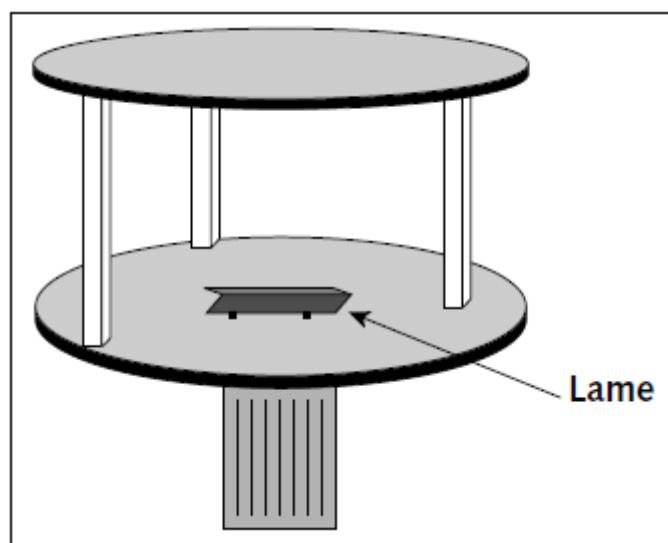


Figure 6: Appareil gravimétrique de Durham (Laaidi et *al.*, 1997)

Ce dispositif présente certains inconvénients :

- il recueille surtout des pollens d'arbres quand il est placé en hauteur, et des pollens d'herbacées en situation basse ;
- il capte relativement peu de pollens, privilège les taxons les plus représentés et sous évalue les grains de très petit calibre ;
- les échantillons récoltés n'ont pas de dénominateur volumétrique commun ; or, il est utile pour l'allergologue de connaître les concentrations de pollen par mètre cube d'air, car c'est à partir d'elles que sont déterminés les seuils capables de déclencher des symptômes ;
- et, les données obtenues sont également très tributaires des conditions météorologiques : une pluie violente lave la lame, par grand vent la pellicule adhésive se dessèche et la sédimentation est mal effectuée (Laaidi et *al.*, 1997).

2.2.6.2.1.2 Capteur de Tauber (1974)

Muni de multiples déclinaisons, il repose sur un principe voisin, sauf que son «couvercle», dont l'aérodynamisme a été soigneusement étudié pour réduire la turbulence. Il est percé d'un trou central de 5 cm de diamètre (Fig. 7). Des investigations réalisées ont vérifié que ce capteur présentait sensiblement les mêmes inconvénients que celui de Durham, en particulier une très forte sélection des pollens les plus gros (Thibaudon et *al.*, 2013).

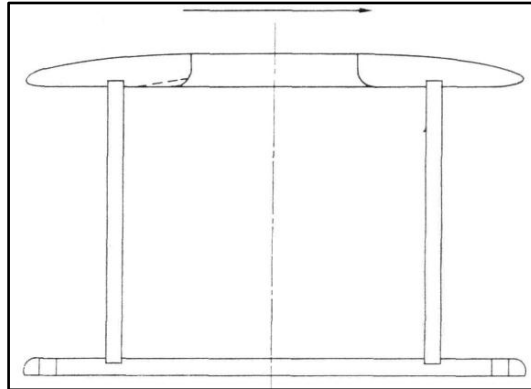


Figure 7: Capteur gravimétrique de Tauber (Tauber, 1974)

2.2.6.2.2 Méthodes volumétriques

2.2.6.2.2.1 Capteur de Cour (1974)

La méthode Cour (1974), du nom de son concepteur Pierre Cour, recueille les grains de pollen naturellement, sans les aspirer. Le capteur se compose de deux filtres verticaux d'une surface utile de 400 cm², maintenus face à la direction du vent par une girouette. Ses unités filtrantes sont constituées de plusieurs couches de gaze hydrophile, serties entre deux cadres et enduites d'une matière collante à base de silicone.

Un tel appareillage, qui ne réclame aucune source d'énergie, offre l'avantage de pouvoir être installé n'importe où. Il doit néanmoins être couplé à un anémomètre enregistreur permettant l'évaluation du nombre de pollens transportés par mètre cube d'air. Il est en général placé au sol, dans un espace ouvert (Fig. 8) (Laaidi et *al.*, 1997).



Figure 8: Le capteur de Cour

2.2.6.2.2 Capteur de Hirst (1952)

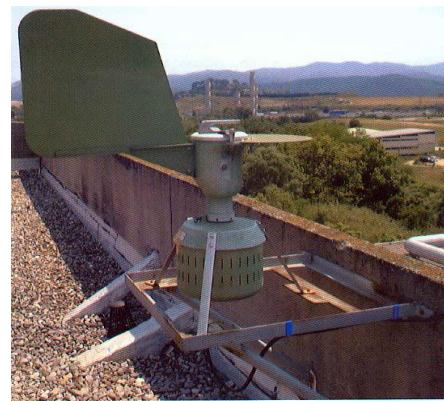
Du nom de son inventeur, la méthode Hirst a été décrite en 1952 dans les «Annals of Applied Biology». Le principe du fonctionnement est basé sur l'aspiration d'un volume d'air connu avec projection des particules (grains de pollen et spores) sur une surface piège.

L'appareil de Hirst est une pompe électrique montée sur une girouette qui prélève par une buse un volume d'air constant (10 litres d'air/minute). Les particules aspirées sont piégées sur une lame de microscope enduite de vaseline qui défile verticalement à raison de 2 mm/heure

Dans la version moderne de l'appareil de Hirst (Capteur Burkard ou Lanzoni) (Fig. 9), la lame a été remplacée par une pièce cylindrique, le tambour, qui permet de réaliser un prélèvement durant une période de 7 jours. Les grains de pollen aspirés par le capteur sont projetés sur une bande de cellophane rendue adhésive. Après une semaine de fonctionnement, la bande est découpée en 7 segments qui correspondent à chaque jour de la semaine. Chaque segment est placé entre lame et lamelle et analysé directement au microscope photonique (Calleja et *al.*, 2005).



Capteur Lanzoni

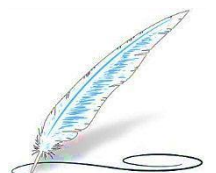


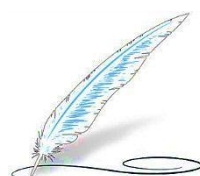
Capteur Burkard

Figure 9: Deux capteurs issus de la méthode Hirst (Calleja et *al.*, 2005)

Chapitre II

Généralités sur les allergies





1. Généralités sur l'allergie

Depuis les années soixante du 20^{ème} siècle, une augmentation des malades allergiques est notée dans les pays industriels de même que la fréquence des pathologies allergiques (asthme, eczéma, rhinite, urticaire, etc.) (Sarembaud, 2008).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'allergie est classée au 4^{ème} rang mondial des maladies après le cancer, les pathologies cardiovasculaires et le Sida. Au cours des 20 dernières années, le nombre de personnes allergiques a doublé. L'OMS estime que 50 % de la population mondiale sera affectée par au moins une maladie allergique en 2050 (OMS, 2016).

1.1 Définition de l'allergie:

Etymologiquement, l'allergie est l'état d'un individu qui réagit autrement: (du grecque : *allos* = différent, *ergon* = effet, activité).

Selon Sarembaud (2008) et Bonnamy et Coste (2012), c'est une réaction anormale, spécifique et excessive de l'organisme au contact d'une substance étrangère ; l'allergène ; qui n'entraîne pas de troubles chez la plupart des sujets, mais, chez une personne allergique, peut être responsable de phénomènes différents.

1.2 Facteurs causaux : les allergènes ou antigènes

Le terme d'allergène ou antigène désigne une espèce moléculaire biologique ou synthétique reconnue par un récepteur spécifique du système immunitaire (Immunoglobulines, récepteurs des lymphocytes B ou T) (A.S.S.I.M., 2014(a)). Ces allergènes peuvent également être reconnus par d'autres immunoglobulines que les IgE, qu'ils soient dans le sérum ou liés aux cellules cibles de l'allergie, les mastocytes tissulaires ou les basophiles sanguins (Guérin et Michel, 1993). Les allergènes sont des composants naturels de l'environnement, dont les pneumallergènes, qui sont les plus fréquemment impliqués dans la rhinite et l'asthme (Abou Chakra, 2009).

1.2.1 Aéroallergènes

Les aéroallergènes ou pneumallergènes sont des allergènes présents dans l'atmosphère. Cliniquement, les allergènes les plus importants sont les acariens de la poussière de maison et les pollens (Fig. 10). Ils peuvent être à l'origine chez l'homme, de maladies des voies respiratoires et d'autres manifestations cliniques (Prélaud, 2008).

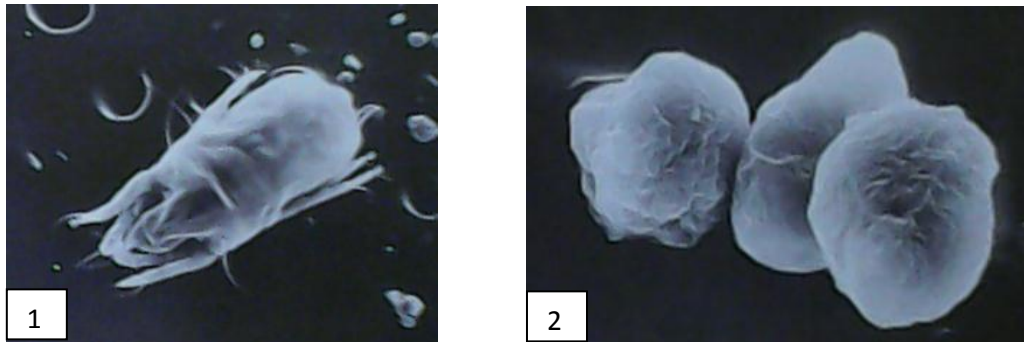


Figure 10 : Pneumallergène : la déjection des acariens (1) et les grains de pollen (2)

(Male et *al.*, 2007)

1.2.2 Allergènes alimentaires

Divers aliments peuvent provoquer des réactions allergiques, mais les allergies alimentaires les plus fréquents sont provoquées par les fruits secs, l'arachide, les fruits de mer, le poisson, le lait, les œufs, le blé et le soja. Ces réactions peuvent être graves et provoquer un choc anaphylactique (Larousse, 2007).

1.2.3 Allergènes médicamenteux

Les réactions allergiques graves à un médicament sont relativement rares. Le nombre et la gravité des réactions allergiques ne sont généralement pas liés à la quantité de médicaments pris. Chez les sujets allergiques à un médicament, même une faible quantité peut déclencher une réaction qui peut provoquer des troubles mineurs ou de simple sensation désagréable allant à des affections graves, voire mortelles (Larousse, 2007).

1.2.4 Allergènes voisins

Il existe en outre une forte réaction croisée entre les allergènes voisins. Par exemple une allergie alimentaire au poisson est causée par une protéine Cyp c 1 identifiée chez la carpe, mais ces protéines sont suffisamment identiques entre les différentes espèces de poisson pour causer la même allergie. De même, de nombreux allergènes sont similaires entre les grains de pollen des végétaux (Espinosa et Chillet, 2010).

Le tableau 1 représente la classification des exemples d'allergènes.

Tableau 1: Classification et exemples d'allergènes (Espinosa et Chillet, 2010)

Famille d'allergènes	Origine	Exemples d'allergènes identifiés
Pneumallergènes ou aéroallergènes (inhalés)	Déjections d'acariens	<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> : Der p 1
	Animaux domestiques	Chat (<i>Felis domesticus</i>) : Fel d 1
	pollens	Graminée (<i>Phleum pratense</i>) : Phl p 1 à 7
	Spores de moisissures	<i>Alternaria alternata</i> : Alt a1 à 22 <i>Aspergillus fumigatus</i> : Asp f 1
Allergènes transcutanés	Gants de protection	Latex (<i>Hevea brasiliensis</i>) : Hev b 1 à 7
Trophallergènes (ingérés)	Graines (noix, cacahuètes, amandes...)	Arachide (<i>Arachis hypogea</i>) : Ara h 1 à 7
	Poissons et crustacées	Carpe (<i>Cyprinus carpio</i>) : Cyp c 1
	Lait de vache	α -lactalbumine : Bos d 4 β -lactoglobuline : Bos d 5
	Additifs alimentaires	Sulfites, glutamate, tatrazines...
Allergènes médicamenteux	Antibiotiques	Pénicillines
	Anesthésiques	Curares
	Aspirine	
Venins	Guêpe (<i>Vespula</i> sp.)	Phospholipase A1 : Ves v 1 Hyaluranidase : Ves v 2 Antigène 5 : Ves g 5
	Abeille (<i>Apis mellifica</i>)	Phospholipase: Api m 1 Hyaluranidase: Api m 2
	Frelon (<i>Vespa crabro</i>)	Ves c 1 à 5

1.3 Immunoglobulines E (IgE)

Les immunoglobulines E (IgE) représentent une classe d'anticorps particulièrement impliquée dans l'immunité antiparasitaire. Elles sont synthétisées lors de certaines réponses adaptatives humorales et se fixent en majorité sur des récepteurs de forte affinité présents notamment à la surface des mastocytes et des basophiles. C'est une classe d'immunoglobulines solubles et peu abondante dans le sang (A.S.S.I.M., 2014(b)).

1.4 Physiopathologie

La sensibilisation primaire vis-à-vis des allergènes pourrait avoir lieu dans l'enfance précoce. L'allergène inhalé est incorporé par les cellules présentatrices d'antigènes (CPA) de la muqueuse bronchique et présenté aux cellules T CD₄ qui vont se différencier en cellules T du type TH₂, sécrétant de l'Interleukine 4 (ou l'IL-4) et de l'Interleukine 6 (l'IL-6).

Les granulocytes éosinophiles et basophiles sont activés et il existe une augmentation de la synthèse des IgE qui se lient au récepteur de haute affinité à la surface des mastocytes et des

basophiles, et au récepteur de faible affinité des éosinophiles et des macrophages (Fig. 11) (Burmester et Pezzutto, 2000).

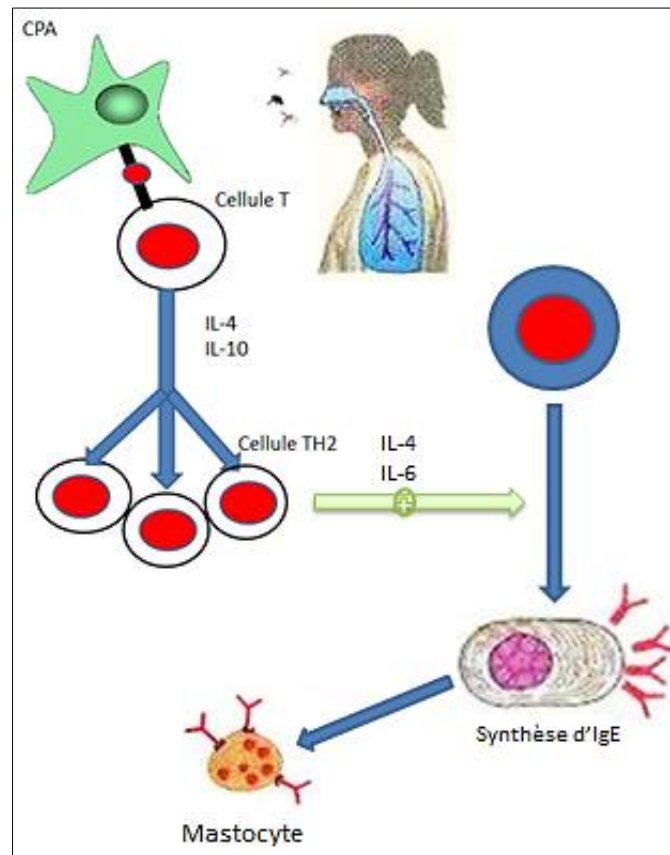


Figure 11 : Sensibilisation du système immunitaire (Burmester et Pezzutto, 2000) (modifié)

2. Hypersensibilité

Les réactions immunitaires peuvent elles-mêmes provoquer des lésions tissulaires et des maladies. Les troubles qui sont provoqués par les réponses immunitaires humorales et cellulaires en réponse à l'allergène sont appelées réactions d'hypersensibilité (Burmester et Pezzutto, 2000 ; Roche, 2010).

2.1. Réaction immédiate

La réaction immédiate se déroule dans les 10 à 20 minutes suivant l'exposition à l'allergène et provoque des symptômes tels que les éternuements, la crise d'asthme ou les démangeaisons de la peau. Les réactions d'hypersensibilité immédiate sont caractérisées par la production d'IgE dirigées contre des antigènes de l'environnement ou allergènes (A.S.S.I.M., 2014(a)).

Lors d'une nouvelle exposition à l'allergène, les molécules IgE forment des interconnexions, ce qui provoque un relargage immédiat de médiateurs tels que l'histamine ou des kininogènes.

Il en résulte une vasodilatation, des spasmes des muscles lisses, la production de mucus, d'un œdème et enfin la formation d'un érythème cutané (Burmester et Pezzutto, 2000) (Fig. 12).

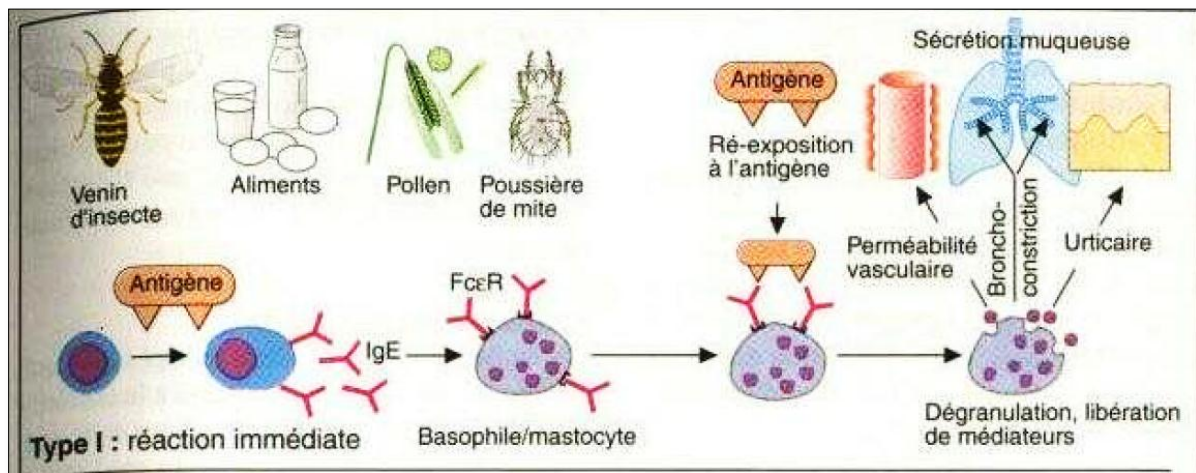


Figure 12 : Réaction immédiate (Burmester et Pezzutto, 2000)

2.2. Réaction retardée

C'est une réaction strictement cellulaire menée par les lymphocytes T (Prélaud, 2008). Elle s'effectue 4 à 6 heures après l'exposition à l'allergène, correspond à l'accumulation de l'ensemble des cellules inflammatoires. Celles-ci comprennent des lymphocytes T reconnaissant spécifiquement l'allergène, dits Th2, et des cellules endommageant la muqueuse respiratoire, les éosinophiles. La réaction retardée génère les mêmes symptômes allergiques que la réaction immédiate mais de façon plus chronique (Wallaert et Birnbaum, 2014) (Fig. 13).

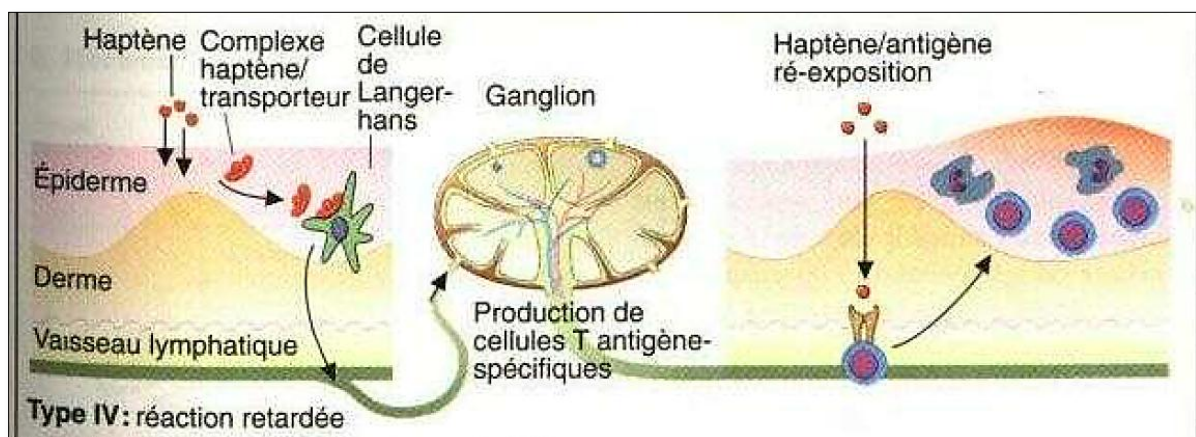


Figure 13 : Réaction retardée (Burmester et Pezzutto, 2000)

3. Tests allergologiques :

L'identification des sources d'allergènes responsables de la symptomatologie est un préalable indispensable pour initier des conseils et des traitements spécifiques (Abou Chakra, 2009). Le diagnostic de la plupart des manifestations allergiques (asthme, eczéma, urticaire, angio-œdème, allergies d'origine alimentaire) repose sur les tests cutanés et les examens de laboratoire (Roche, 2010).

3.1. Tests cutanés intradermiques (IDR) (*Prick-tests*)

Le principe des tests intradermiques est de reproduire localement le phénomène d'hypersensibilité en injectant l'allergène responsable. Si les mastocytes cutanés sont sensibilisés, il apparaît en 10-20 minutes un érythème consécutif à la libération de médiateurs vasoactifs (Prélaud, 2008).

3.2. Tests biologiques

Ils ont pour objectif de mettre en évidence les IgE spécifiques de l'allergène *in vitro*. Les méthodes sont de sensibilité et de spécificité limitées car les IgE spécifiques sont en quantité disponible faible dans le sang circulant. Elles sont situées sur les membranes cellulaires, ce qui peut être dépisté de manière indirecte.

Ainsi, la recherche des IgE spécifiques est possible soit directement vis-à-vis de l'antigène, soit indirectement par mesure indirecte de l'activation cellulaire par la mesure de la libération de médiateurs (histamine) soit par une méthode d'analyse cytofluorométrique (Bach et Chatenoud, 2005).

4. Principales manifestations cliniques des réactions allergiques

Les réactions allergiques regroupent un grand nombre de manifestations cliniques immédiates ou retardées, localisées ou généralisées, bénignes ou sévères (Roche, 2010).

4.1. Rhinite allergique

La rhinite allergique est une inflammation de la muqueuse nasale due à une réaction immunologique spécifique Immunoglobuline E (IgE) dépendante qui survient quand la muqueuse est exposée à certaines particules aéroportées : les pneumallergènes. Elle touche 10 à 40 % de la population dans le monde (Njock *et al.*, 2010).

Elles sont provoquées par un mécanisme allergique IgE-dépendant comme le classique rhume des foins ou pollinose survenant à la saison des pollens (rhinite saisonnière) ou l'allergie aux

phanères d'animaux (chat, chien) ou aux acariens de la literie, persistant toute l'année (Roche, 2010).

4.2. Conjonctivite allergique

Les conjonctivites allergiques saisonnières sont principalement dues aux pollens alors que les formes chroniques sont en général liées à la poussière, aux plumes, aux mites et aux poils des animaux. Dans les deux cas, il s'agit d'une réaction d'hypersensibilité immédiate avec dégranulation des mastocytes et des basophiles. Le taux de l'IgE sérique et dans le liquide lacrymal est élevé (Burmester et Pezzutto, 2000).

4.3. Asthme allergique

C'est une maladie inflammatoire des bronches résultante de l'inhalation chronique de faibles quantités d'allergènes auxquels les malades sont sensibilisés aux substances cytofluorométrique (Bach et Chatenoud, 2005). La pathologie de l'asthme se caractérise par une obstruction partielle et temporaire de la circulation de l'air dans les voies respiratoires. De nombreux allergènes peuvent être en cause, mais les principaux sont les particules fécales des acariens de la poussière de maison, les pollens, les spores fongiques, les plumes, les phanères des animaux et la salive du chat (Maciocia et Burner, 2011).

5. Pollen et allergie

5.1. L'allergie au pollen

L'allergie au pollen ou « pollinose » est très fréquente, elle se déclare à certaines périodes de l'année, notamment au printemps. Elle touche néanmoins un quart de la population mondiale et le nombre de personnes atteintes augmente en plus chaque année (Bonnamy et Coste 2012).

L'étude des allergènes polliniques intéresse les palynologues qui étudient la physiologie du grain de pollen et donc son contenu, et surtout, les allergologues (Guérin et Michel, 1993). En effet, les pollens sont les plus importantes particules qui déclenchent le système immunitaire et causent les symptômes de rhinites allergiques (Kizilpinar et *al.*, 2012).

5.2. Allergénicité des grains de pollen

L'allergénicité (ou antigénicité) désigne la capacité de la molécule à être reconnue spécifiquement par un récepteur (A.S.S.I.M., 2014 (b)).

Les allergènes polliniques sont des glycoprotéines, solubles dans l'eau, située dans l'exine profonde et l'intine. Ils diffusent sur les muqueuses nasales et, chez les sujets sensibles,

induisent la synthèse d'anticorps spécifiques (IgE) provoquant une dégranulation des mastocytes d'où libération, en outre, d'Histamine (Leduc et *al.*, 2008).

L'allergénicité des grains de pollen dépend de leur nombre, et il existe pour chaque taxon un seuil de concentration dans l'air au-dessous duquel on n'observe pas de manifestations pathologiques. Ce seuil varie, quoique dans une assez faible mesure, en fonction de la sensibilité des patients, mais, le plus souvent, il faut que les pollens soient assez abondants pour provoquer des allergies (Laaidi et *al.*, 1997).

Tous les pollens ne sont pas équivalents du point de vue allergique (Charpin, 2004), les pollens impliqués dans l'induction et le déclenchement de maladies allergiques, sont essentiellement anémophiles mais ils peuvent provenir de plantes à pollinisation mixte, comme le saule, ou plus rarement d'une libération mécanique de pollen produite par l'homme (Guérin et Michel, 1993).

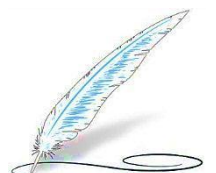
5.3 Indice d'allergénicité

D'après Guérin et Michel (1993), il est possible de classer les divers taxons en fonction des études épidémiologiques qui mesurent les degrés de sensibilisation dans une région donnée. Il s'agit d'une valeur purement statistique valable pour la population générale mais qui ne prend pas en compte les allergies individuelles de proximité, celles qui concernent un sujet particulièrement exposés dans son environnement direct. En effet, cette valeur, que l'on appelle indice d'allergénicité, est un indice qui varie de 1 à 4.

Où : 1 = Fort ; 2 = Moyen ; 3 = Rare ; 4 = Exceptionnel

Chapitre III

Plantes allergisantes



Parmi les nombreux allergènes, le pollen des arbres et des herbes est le plus important allergène de substances inhalées (Liu et *al.*, 2010). Les familles de plantes reconnues par leur pollen allergisant sont les suivantes :

1. Les arbres

1.1 Les *Betulaceae*

Le pollen de *Betula* est l'aéroallergène le plus important de la famille des *Betulaceae* en Europe centrale et septentrionale. Toutefois, le charme (*Carpinus* sp.), l'aulne (*Alnus* sp.) et le noisetier (*Corylus* sp.) sont également des aéroallergènes importants (Skjøth et *al.*, 2007 ; 2015).

L'allergie au pollen de bouleau est l'une des causes majeures en Europe (Metz-Favre et *al.*, 2005). Les estimations suggèrent qu'entre 20% et 25% des personnes souffrant de rhume de foin sont allergiques au pollen de bouleau, pouvant déclencher les symptômes de l'asthme et de la rhinite saisonnière (Corden et *al.*, 2002 ; Emberlin et *al.*, 2002).

Pour un seul grain de pollen de *Betula*, une grande quantité d'allergène de Bet v1 estimée à 0,006 ng, ce qui signifie au moins environ 5% de la teneur totale en protéines de ce type de pollen (Visez et *al.*, 2015).

1.2 Les *Cupressaceae*:

Les *Cupressaceae* sont distribuées amplement dans le monde entier comprennent 16 genres et 140 espèces. Les principaux genres sont *Cupressus*, *Juniperus*, *Callistris*, *Tetraclinis*, *Libocedrus* et *Chamaecyparis*.

Les données épidémiologiques relatives aux pollinoses de *Cupressaceae* et les genres en corrélation proviennent uniquement de zones géographiques déterminées du monde et en particulier de certains états du Sud des États-Unis, du Japon, de l'Afrique du Sud et du bassin méditerranéen (Ariano, 2008).

Dans la région méditerranéenne, cette famille pollinise tout l'hiver et au début du printemps, en fonction des conditions météorologiques, avec des pics polliniques très intenses (Gaussorgues et Demoly, 2013).

Depuis les années 1990, les aérobiologistes ont pris un intérêt au pollen des *Cupressaceae*, car il contient des allergènes. Les *Cupressaceae* ont des taux de pollen les plus élevés dans la

région méditerranéenne et est présent dans l'atmosphère pratiquement toute l'année. Son pollen est considéré comme responsable de la pollinose d'hiver sur la Méditerranée, spécialement le cyprès commun (*Cupressus sempervirens*) et le cyprès de l'Arizona (*Cupressus arizonica*) (Ocaña-Peinado et al., 2013 ; Sikora et al., 2013 ; Klingebiel et Vitte, 2015).

1.3 Les *Fagaceae* :

Quercus ilex et *Quercus robur* sont deux espèces d'arbres de la famille des *Fagaceae*. Ils sont répartis dans le monde et produisent des taux polliniques importants entre avril et juin (Bartra et al., 2004).

Le pollen des arbres de l'ordre Fagales (bouleau, aulne, noisetier, charme et chêne) est un pneumallergène qui provoque les symptômes allergiques dans les parties septentrionales de l'Europe, l'Amérique du Nord, Asie de l'Est, Afrique du Nord et certaines parties de l'Australie (Niederberger et al., 1998). Le pollen de *Quercus* est l'allergène le plus abondant en Europe centrale et septentrionale (Skjøth et al., 2013; Skjøth et al., 2015).

Des études récentes considèrent ce type de pollen comme responsable de certains cas d'allergie dans les zones avec une végétation abondante en *Quercus* (García-Mozo et al., 2002). En outre, il y a une réactivité croisée avec le pollen de la famille des *Betulaceae* et le pollen des espèces de la famille des *Fagaceae*, en particulier le chêne, en raison de similitudes entre les allergènes au niveau moléculaire (Hauser et al., 2011).

1.4 Les *Oleaceae* :

L'*Olea europaea* est un arbre emblématique de la Méditerranée, anémophile et libère de fortes quantités de pollens. Son pollen est l'une des causes les plus importantes de la pollinose, l'allergie respiratoire, la rhinoconjonctivite et l'asthme dans la région méditerranéenne (Lombardero et al., 1992 ; Esteve et al., 2012 ; Villalba et al., 2014).

On a révélé la présence de 20 protéines ayant une activité allergique démontrée dans les extraits du pollen d'olivier. 12 seulement d'entre elles ont été caractérisées (Ole e 1 à Ole e 12). Parmi elles, Ole e 1 a été identifié comme l'allergène majeur du pollen d'olivier. D'autres *Oleaceae* peuvent participer à la sensibilisation : le frêne (*Fraxinus*), le troène (*Ligustrum*) et le lilas (*Syringa vulgaris*) (Gonzalez et al., 2006 ; Gaussorgues, 2009).

La réalité de la pollinose au frêne est clairement établie. Les conséquences cliniques de l'exposition au pollen de frêne sont principalement représentées par une rhinoconjonctivite et

une hyperréactivité bronchique non spécifique. L'allergène majeur du pollen de frêne est « Fra e 1 », une glycoprotéine de 145 acides aminés. Ainsi que : Fra e 2 et Fra e 3 qui sont des allergènes mineurs (Papanikolaou et *al.*, 2005 ; Metz-Favre et *al.*, 2010).

1.5 Les *Platanaceae* (le genre : *Platanus*)

En Europe centrale et du Sud, le pollen de *Platanus* est considéré comme l'une des principales causes de la pollinose dans les zones urbaines qui contribuent au déclenchement de l'asthme et de rhinoconjonctivite (Fernández-González et *al.*, 2013). Des recherches antérieures ont démontré que son pollen provoque les symptômes de pollinose en mars et avril (Pazouki et *al.*, 2009). Deux allergènes majeurs du platane et un allergène mineur ont été identifiés. Pla a 1 : cet allergène majeur est détecté dans différentes espèces de platanes tels que *Platanus occidentalis*, *Platanus orientalis* et *Platanus racemosa*, Pla a 2 et Pla a 3 (Pauli et *al.*, 2014).

2. Les herbacées

2.1 Les *Asteraceae*

2.2.1 Le genre *Ambrosia* :

Depuis plusieurs années, l'ambrosie à feuilles d'armoise, *Ambrosia artemisiifolia* L. est devenue l'un des problèmes majeurs en termes de pollinose pour un nombre croissant de personnes. Responsable de divers symptômes allergiques (rhinite, conjonctivite, urticaire, eczéma...) et pouvant entraîner l'aggravation ou l'apparition de l'asthme. Le pollen de cette espèce annuelle est considéré aujourd'hui, comme un polluant biologique, par les autorités sanitaires (Déchamp et Méon, 2002).

Il a été reconnu comme une cause importante de rhume des foins en Europe (D'Amato et *al.*, 2007). Il suffit de quelques grains de pollen par mètre cube d'air pour causer des manifestations allergiques chez les sujets sensibles (Chapman et *al.*, 2014).

Les molécules allergisantes en cause dans l'allergie au pollen d'ambrosie sont nombreuses. Une douzaine d'allergènes ont été identifiés dans le pollen d'*Ambrosia artemisiifolia*, deux chez le pollen d'*Ambrosia trifida* (Amb t 5 et Amb t 8) et un seul allergène pour l'*Ambrosia psilostachya* (Amb p 5) (Girodet, 2013).

2.2.2 Le genre *Artemisia*

Dans la famille des *Asteraceae*, le genre *Artemisia* (armoise) est le plus allergisant (Gharnaout, 2007). Le genre *Artemisia* est largement répandu dans les terrains vagues et sur

les bords des routes. Il comprend environ 400 espèces. Elles sont considérées comme une source de pollen allergisant responsable des symptômes allergiques de fin d'été et de l'automne (Gadermaier et *al.*, 2010 ; Grewling et *al.*, 2012). Actuellement, six molécules allergènes de l'armoise ont été officiellement reconnues, ce sont : Art v 1 (l'allergène majeur de l'armoise), Art v 2, Art v 3, Art v 4, Art v 5 et Art v 6 (Gadermaier et *al.*, 2014 ; Pauli et *al.*, 2014).

2.2 Les *Chenopodiaceae*/*Amaranthaceae*:

La famille d'*Amaranthaceae* est une fusion des familles des *Chenopodiaceae* et *Amaranthaceae*, basée sur la systématique moléculaire (Angiosperms Phylogeny Group III, 2009). La familles des *Chenopodiaceae* comprend environ 1250 espèces groupées dans environ 100 genres dans le monde entier (Kadereit et *al.*, 2005), dont le *Chenopodium album*, une plante vivace considérée comme responsable de rhume des foins dans les zones arides où la prévalence de pollinose, due aux *Chenopodiaceae*, a été augmentée (Barderas et *al.*, 2004).

En raison de sa pollinisation anémophile, le pollen d'*Amaranthaceae* est parmi les principales causes d'allergies d'été en Méditerranée. Il est donc, impliqué dans les allergies au pollen, et peut provoquer des symptômes chez les personnes sensibles, même à des faibles concentrations. Les espèces *Salsola kali* et *Chenopodium album* ont été notées comme les deux principales espèces liées à des symptômes cliniques de l'allergie. Chez *Salsola*, il existe trois allergènes majeurs (Sal k 1, Sal k 4 et Sal k 5), et chez *Chenopodium*, on note aussi trois (Che un 1, un 2 : principaux allergènes et Che Che 3 : un allergène mineur). Cependant, des études récentes suggèrent que jusqu'à 11 espèces différentes de cette famille peuvent induire une sensibilisation allergique (Nouri et *al.*, 2012; Cariñanos et *al.*, 2014).

2.3 Les *Plantaginaceae*

Les espèces de la famille des *Plantaginaceae* dispersent leur pollen sur une longue période (floraison de mai à octobre). Le genre *Plantago*, comprend environ 250 espèces. Il est abondant dans le monde entier et principalement dans les prairies humides et les routes. Cette plante a été reconnue depuis longtemps comme responsable de la pollinose. Des recherches récentes ont montré que 34% des personnes souffrant d'allergies respiratoires sont sensibles à *P. lanceolata* au Japon (Nakamaru et *al.*, 2005). C'est une cause importante de la rhinite allergique, l'asthme, et la conjonctivite, en particulier dans les zones à climat tempéré (Gadermaier et *al.*, 2004; Couto et Miranda, 2011).

2.4 Les *Poaceae*

La famille des *Poaceae* se compose de plantes herbacées très diversifiées et répandues dans les zones urbaines et rurales (D'Amato et al., 2007 ; Rodríguez-Rajo et al., 2010). Les *Poaceae* sont toutes des espèces anémophiles (García-Mozo et al., 2009). En raison de son allergénicité et sa prédominance dans des vastes zones, le pollen des *Poaceae* est considéré comme le principal aéroallergène de déclenchement des rhumes des foins et l'asthme allergique au printemps et provoquant la rhinoconjonctivite allergique (Aboulaich et al., 2009 ; Tripodi et al., 2012 ; Ahlawat et al., 2014 ; Buters et al., 2015). Les espèces les plus abondantes causant la pollinose sont: *Phleum* sp., *Dactylis* sp., *Lolium* sp., *Trisetum* sp., *Festuca* sp., *Poa* sp., *Cynodon* sp et *Anthoxanthum* sp. (Subiza, 2003).

2.5 Les *Polygonaceae* (Le genre *Rumex*).

Les espèces du genre *Rumex* sont caractérisées par une forte production de pollen où une plante peut produire environ 400 millions de grains.

Malgré ce nombre élevé de grains, son allergène n'a pas particulièrement une importance clinique. Horak et Jäger (1979) ont trouvé une réaction allergique aux antigènes de l'oseille dans 20% des personnes souffrant de pollinose. D'après le résultat de la réaction croisée entre les allergènes de pollen de l'herbe et l'oseille, Maasch et Geissler (1983) ont démontré que jusqu'à 70% des patients atteints de pollinose ont une réaction positive aux allergènes du *Rumex* (Puc, 2003).

2.6 Les *Urticaceae*

La pariétaire ou *Parietaria* sp. est une des causes les plus pertinents de l'allergie pollinique chez les personnes vivant dans le bassin méditerranéen (D'Amato et al., 2007). Le pollen avec celui de l'*Urtica* sont identifiés comme allergène dans de nombreuses études (Alcázar et al., 2009; Vaquero et al., 2013).

Le genre *Parietaria* pollinise du printemps à l'automne, avec des pics de mai à juin. Il a, donc, une longue saison pollinique. Pour cette raison, jusqu'à 80% des patients sont atteints de pollinose de *Parietaria* dans la région méditerranéenne (Stumvoll et al., 2003).

Le pollen de *Parietaria judaica* et *Parietaria officinalis* représentent les espèces allergènes les plus importantes au sein de ce genre. Une forte prévalence de l'asthme et de l'hyperréactivité bronchique a été observée chez les patients sensibilisés à la pariétaire. À l'heure actuelle, quatre allergènes de *P. judaica* et un allergène de *P. officinalis* sont identifiés. Deux allergènes majeurs de *P. judaica* (Par j 1 et 2) et deux allergènes mineurs (Par j 3 et Par j 4,

respectivement), en plus, Par o 1 de *P. officinalis* (Bonura et al., 2013 et 2014; Gadermaier et al., 2014).

3. Synthèse des principales plantes allergisantes dans le monde et en Algérie

Les tableaux 2, 3 et 4 représentent les principales familles et espèces allergisantes avec le mode de dispersion et l'indice d'allergénicité des grains de pollen selon Benezra (1988), Aubert (1991), Guérin et Michel (1993). L'existence de ces espèces sur le territoire algérien est notée d'après Quezel et Santa (1962- 1963) et Somon (1987).

Tableau 2: Liste des espèces allergisantes des Gymnospermes.

Familles allergisantes	Principales espèces allergisantes	Existence en Algérie	Types de pollinisation	Indice d'allergénicité
<i>Cupressaceae</i>	<i>Cupressus</i> sp.	Endémique	Anémophile (S)	1
	<i>Juniperus</i> sp.	Existe	Anémophile (S)	2
	<i>Thuya</i> sp.	Introduite	Anémophile (S)	3
<i>Pinaceae</i>	<i>Abies</i> sp.	Endémique	Anémophile (S)	4
	<i>Cedrus atlantica</i>	Existe		4
	<i>Larix decidua</i>	N'existe pas		4
	<i>Pinus</i> sp.	Très commun		3
<i>Taxaceae</i>	<i>Taxus baccata</i>	Assez rare	Anémophile (S)	4

Tableau 3: Liste des espèces allergisantes Monocotylédones

Familles allergisantes	Principales espèces allergisantes	Existence en Algérie	Types de pollinisation	Indice d'allergénicité
<i>Poaceae</i>	<i>Agropyron repens</i>	Existe	Anémophile (S)	1
	<i>Agrostis alba</i>	Existe		
	<i>Agrostis stolonifera</i>	Existe		
	<i>Alopecurus pratensis</i>	Existe		
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Existe		
	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Assez commun		
	<i>Avena fatua</i>	Endémique		
	<i>Bromus</i> sp.	Existe		
	<i>Cynodon dactylon</i>	Partout en Algérie		
	<i>Dactylis glomerata</i>	Commun		
	<i>Festuca</i> sp.	Existe		
	<i>Holcus lanatus</i>	Existe		
	<i>Lolium perenne</i>	Commun		
	<i>Phleum pratense</i>	Existe		
	<i>Poa</i> sp.	Existe		
	<i>Secale cereale</i>	-		
<i>Arecaceae</i>	<i>Chamaerops humilis</i>	Très commun (Tell)	Anémophile (S)	4

Tableau 4 : Liste des espèces allergisantes Dicotylédones

Familles allergisantes	Principales espèces allergisantes	Existence en Algérie	Types de pollinisation	Indice d'allergénicité
<i>Plantanaceae</i>	<i>Platanus</i> sp.	Introduite	Anémophile (S)	1
<i>Ulmaceae</i>	<i>Ulmus</i> sp.	Existe	Anémophile (S)	2
<i>Moraceae</i>	<i>Broussonetia papyrifera</i>	Introduite	Anémophile (S)	2
	<i>Morus alba</i>	Cultivé		
<i>Cannabaceae</i>	<i>Humulus lupulus</i>	N'existe pas	Anémophile (S)	3
<i>Urticaceae</i>	<i>Parietaria officianalis</i>	Assez commun	Anémophile (S)	1
	<i>Urtica</i> sp.	Assez commun		3
<i>Juglandaceae</i>	<i>Juglans regia</i>	-	Anémophile (S)	1
<i>Fagaceae</i>	<i>Castanea</i> sp.	Spontané (Edough)	Anémophile (D)	4
	<i>Fagus silvatica</i>	N'existe pas	Anémophile (S)	2
	<i>Quercus</i> sp.	Spontané (Edough)		1
<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus</i> sp.	Existe	Anémophile (S)	2
	<i>Betula</i> sp.	N'existe pas		1
	<i>Carpinus betulus</i>	N'existe pas		2
	<i>Corylus avellana</i>	-		
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Atriplex</i> sp.	Existe	Anémophile (S)	4
	<i>Chenopodium alblum</i>	Existe		2
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Existe		4
<i>Polygonaceae</i>	<i>Rumex acetosella</i>	Assez commun	Anémophile	2
<i>Tiliaceae</i>	<i>Tilia</i> sp.	Introduite	Entomophile (S)	2
<i>Salicaceae</i>	<i>Populus</i> sp.	Existe	Anémophile (S) Mixte	1
	<i>Salix</i> sp.	Existe		
<i>Brassicaceae</i>	<i>Brassica napus</i>	± cultivée	Mixte	2
	<i>Brassica nigra</i>	Endémique		3
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i> sp.	Commun	Entomophile (D)	4
	<i>Rosa</i> sp.	Assez commun		
<i>Fabaceae</i>	<i>Cytisus</i> sp.	Existe	Entomophile (S)	4
	<i>Medicago sativa</i>	Existe		2
	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	Existe		4
	<i>Soya hispida Maxim</i>	N'existe pas		2
	<i>Trifolium pratense</i>	Assez commun		2
<i>Mimosaceae</i>	<i>Acacia dealbata</i>	Introduite	Mixte	3
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Mercurialis annua</i>	Très commun	Anémophile	3
<i>Hippocastanaceae</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Introduite	Entomophile (+)	2
<i>Aceraceae</i>	<i>Acer</i> sp.	N'existe pas	Anémophile (S)	2
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	Assez commun	Anémophile (S)	1
<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	Parfois cultivée	Anémophile (S)	2
	<i>Ligustrum vulgare</i>	Existe	Entomophile (S)	3
	<i>Olea europaea</i>	Endémique	Anémophile (S)	1
<i>Asteraceae</i>	<i>Ambrosia</i> sp.	Rare	Anémophile (S)	1
	<i>Artemisia absinthium</i>	Très commun		1
	<i>Artemisia</i> sp.	Particulièrement répandu		3
	<i>Helianthus annuus</i>	-		1
	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Existe	Entomophile (D)	4
	<i>Taraxacum officinale</i>	Endémique	Anémophile (+)	3
	<i>Xanthium spinosum</i>	Particulièrement répandu	Anémophile (S)	3

4. Calendriers polliniques

Le calendrier pollinique est un récapitulatif des périodes de floraison des plantes permettant la précision des périodes pendant lesquelles chaque pollen est présent dans l'atmosphère, la date d'apparition, l'intensité et la durée de la pollinisation et le moment où sa présence est la plus forte « pic ». L'établissement de calendriers polliniques permet de diagnostiquer les pollens responsables d'allergie, de prévoir les crises et de préconiser un traitement de désensibilisation spécifique (Thibaudon et *al.*, 2013).

5. Saisons polliniques

Au cours de l'année, divers pollens se succèdent dans l'air selon un ordre plutôt stable que l'on peut définir en fonction des mois. On parle, donc, de saisons polliniques.

Les principaux taxons à pollen allergisant sont classés selon les trois saisons classiques de pollinisation : saison hivernale, saison printanière et saison estivale (Guérin et Michel, 1993 ; More et Withe, 2005 ; Russell et Cutler, 2008 ; Gouranton-Lagier et *al.*, 2009).

5.1 Plantes à pollen allergisant de la saison hivernale : pollinisation de la fin de décembre à mars

5.1.1 Cyprès toujours vert (*Cupressus sempervirens*, *Cupressaceae*)

Période de pollinisation : mars.

Plante dans toute la région méditerranéenne, utilisé comme « brise vent » et en décoration.

Les inflorescences mâles sont formées de bractées protégeant un bouquet d'étamines.

Les différentes espèces de la famille des *Cupressaceae* (ainsi que l'if, de la famille des *Taxaceae*) fleurissent de décembre à juin et produisent des pollens morphologiquement identiques.

5.1.2 Noisetier (*Corylus avellana*, *Betulaceae*)

Pollinisation : janvier-avril.

Plante généralement arbustive et à tronc ramifié, native de la majorité de l'Europe, d'Asie occidentale et de l'Afrique du Nord.

Cet arbuste monoïque à feuilles caduques, commun partout sauf en région méditerranéenne.

L'inflorescence mâle est en forme de chatons et inflorescence femelle est formée de quelques fleurs avec des stigmates rouges.

5.1.3. Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*, *Betulaceae*)

Pollinisation : mars–avril.

Arbre à feuilles caduques, commun de 0 à 1200 m d'altitude, vit dans les marécages.

Les fleurs mâles sont en forme de chatons accompagnés d'inflorescences femelles plus petites.

L'aire de répartition naturelle de cette espèce de zone humide inclut l'Europe, la Russie, l'Asie occidentale et l'Afrique du Nord.

5.1.4. Frêne commun (*Fraxinus excelsior*, *Oleaceae*)

Pollinisation : avril–mai.

Il existe environ 65 espèces d'arbres du genre *Fraxinus*. Tous à feuilles pennées.

Le frêne commun ou élevé, est l'un des plus grands arbres à feuilles caduques de l'Europe. Il pousse à l'état sauvage des Pyrénées jusqu'au Caucase. Il se distingue de la plupart des autres frênes par des bourgeons noirs et pubescents sur des rameaux gris.

Les fleurs peuvent être entièrement mâles ou femelles ou hermaphrodites.

5.1.5. Peuplier du Canada (*Populus canadensis*, *Salicaceae*)

Pollinisation : mars–avril.

Le genre *Populus* appartient à la famille des *Salicaceae*, regroupe plus de 35 espèces à feuilles caduques.

Le *Populus canadensis* vit dans les vallées. Les fleurs mâles sont groupées en chatons.

5.2. Plantes à pollen allergisant de la saison printanière

Leur pollinisation se fait de mars à fin juin

5.2.1. Bouleau verruqueux (*Betula pendula*, *Betulaceae*)

Pollinisation : mars–avril.

Les *Betula* sont des arbres à feuilles alternes et caduques et fleurs en forme de chatons. Il en existe plus de 60 espèces des Bouleaux du Japon jusqu'en Espagne.

Le Bouleau verruqueux est un arbre de 30 m maximum à écorce blanche. Les feuilles sont triangulaires irrégulièrement dentées. Les chatons mâles sont pendants, alors que les chatons femelles dressés à petits stigmates rouges.

Il est commun dans toute l'Europe, l'Asie Mineure et la Russie, fréquemment planté en Amérique du Nord, et est donc répandu dans l'ensemble de la zone tempérée et sub-arctique de l'hémisphère Nord.

5.2.2. Saule cendré (*Salix cinerea*, *Salicaceae*)

Pollinisation : avril–mai.

Il existe plus 300 espèces de Saules dans le monde. Le Saule cendré est un arbuste de 6 m maximum. Il aime les lieux frais et humides. Il est dioïque et à la fois anémogame et entomogame (pollinisation mixte).

La floraison de nombreuses espèces n'a pas lieu en même temps. Les pollens se retrouvent donc dans l'air pendant une longue période.

Dans les chatons des pieds mâles, les fleurs sont constituées d'une bractée, de deux étamines à long filet et d'un nectaire.

5.2.3. Charme (*Carpinus betulus*, *Betulaceae*)

Pollinisation : avril–mai.

On connaît plus de 30 espèces de charmes dans le monde, répandues dans toute la zone septentrionale tempérée. Il existe peu de variations entre espèces, qui sont fréquemment difficiles à distinguer.

Le charme commun est une forme typique, immédiatement distinguishable des hêtres d'aspect similaire. C'est un arbre monoïque à feuilles ovales, plissées et dentées. Les chatons mâles sont formés de bractées et d'étamines. Les fleurs femelles sont discrètes avec stigmates rouges.

5.2.4. Chêne pédonculé (*Quercus robur*, *Fagaceae*)

Pollinisation : avril–mai.

C'est un arbre monoïque. Les fleurs mâles sont en chatons pendants. Les fleurs femelles sont discrètes, donnant des glands pédonculés.

Il existe six cent espèces de chênes dont les principales sont: le chêne sessile, le chêne vert, le chêne pubescent, le chêne liège, le chêne kermès...

5.2.5. Platane à feuilles d'érable (*Platanus hispanica*, *Platanaceae*)

Pollinisation : avril–mai.

C'est un arbre d'une hauteur importante (maximum 30 m). C'est une espèce très couramment utilisée pour ses qualités ornementales en ville et le long des routes. Les feuilles ressemblent beaucoup à des feuilles d'érable et l'écorce présente un aspect de peau de serpent assez particulier. Elle tombe généralement après la période principale de croissance, en milieu d'été.

5.2.6. Hêtre commun (*Fagus sylvatica*, *Fagaceae*)

Pollinisation : avril–mai en même temps que la feuillaison.

C'est une espèce prospérant à l'état naturel dans une grande partie de l'Europe, forestière, caduque, supportant les emplacements ombragés et les plantations rapprochées et, procurant une ombre dense en été.

C'est un arbre à inflorescences mâles en chatons globuleux pendants.

5.2.7. Olivier (*Olea europaea*, *Oleaceae*)

Pollinisation : mai.

Cet arbre géligif, de taille moyenne, adapté au climat méditerranéen. Il est cultivé pour ses fruits et leur huile depuis longtemps.

Les feuilles opposées, vert glauque à revers argenté, sont coriaces et persistantes. Les petites fleurs cruciformes apparaissent en fin d'été, en petites grappes.

5.2.8. *Poaceae* ou graminées

Pollinisation : mai–juillet.

C'est une famille botanique très importante. Elle compte près de 10 000 espèces ubiquistes réparties sur des zones entières du globe où elles occupent la première place. La morphologie des graminées est originale et différente de celle des autres plantes. Toutes les espèces sont anémogames.

Quelques espèces fleurissant toute l'année ou précocement (dès le mois de mai) telles que : pâturin annuel, flouve odorante, dactyle aggloméré, vulpin des champs. . .

5.2.9. Pariétaire (*Parietaria judaica*, *Urticaceae*)

Pollinisation : mai–octobre.

C'est une plante herbacée à tige teintée de rougeâtre, couverte de poils.

La fleur mâle est à quatre étamines qui se retournent brusquement en projetant les grains de pollen. La fleur femelle porte stigmate rouge.

5.3 Plantes à pollen allergisant de la saison estivale : pollinisation de fin juin à octobre.**5.3.1. *Poaceae* (graminées)**

Il existe des espèces moins précoces (juin–juillet) telles que : oyat, phléole des prés, fétuque rouge, roseau.

Les céréales (juin–juillet) : orge, avoine, blé, seigle... Les variétés ornementales fleurissent en général tardivement.

5.3.2. Châtaignier (*Castanea sativa*, *Fagaceae*)

Pollinisation : juin.

C'est un arbre monoïque de 25 à 30 m qui préfère les sols acides.

Les fleurs sont bisexuées sous forme de longs chatons jaunâtres. Les fleurs femelles se situent à la base des chatons et les mâles à l'apex qui sont prédominantes et mûrissent en milieu d'été. Après libération du pollen, elles tombent en laissant de petits bouquets de femelles en développement à l'origine de châtaignes.

5.3.3. Tilleul commun (*Tilia vulgaris*, *Tiliaceae*)

Pollinisation : juin–juillet.

C'est un grand arbre des forêts et d'ornement à feuilles dentées.

5.3.4. Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*, *Plantaginaceae*)

Pollinisation : mai–septembre.

C'est une plante herbacée à feuilles allongées et inflorescence en épi.

5.3.5. Oseille sauvage (*Rumex acetosella*, *Polygonaceae*)

Pollinisation : mai–juillet.

C'est une plante herbacée dioïque des bords de chemins, vivaces de 30 à 100 cm de hauteur. Les feuilles sont allongées et inflorescence en épi. Sa tige très rameuse, est rougeâtre, striée et creuse. Les fleurs sont unisexuées, chaque fleur produit 180 000 grains de pollen.

5.3.6. Chénopode blanc (*Chenopodium album*, *Chenopodiaceae*) :

Pollinisation : juillet–octobre.

Il est parmi les plantes rurales les plus communes, poussant dans les champs, parmi les décombres, sur les terres remuées et dans le sable. C'est une plante annuelle de 20 à 150 cm de hauteur. Les feuilles sont alternes, de forme variable, irrégulièrement et grossièrement dentées.

5.3.7. Armoise commune (*Artemisia vulgaris*, *Asteraceae*) :

Pollinisation : juillet–octobre.

Une plante très largement répandue dans les terrains vagues, sur les décombres, le long des chemins et des berges, sur les bords des routes.

Plante vivace de 50 à 150 cm de hauteur, à tige striée, feuilles profondément découpées.

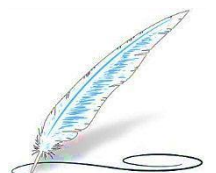
5.3.8. Ambroisie (*Ambrosia artemisiifolia*, *Asteraceae*):

Pollinisation : août–septembre.

C'est une plante annuelle ayant 0,30 à 1,80 m de hauteur, elle se reconnaît à ses feuilles minces, pinnatifides. On la rencontre sur les terrains vagues, dans les champs et sur les rives.

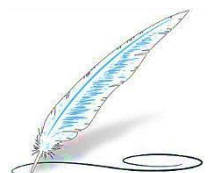
Partie II

Etude expérimentale



Chapitre I

Matériel et Méthodes



1. Matériel

1.1 Présentation de la région d'étude

1.1.1 Situation géographique

La Wilaya de Annaba borde la partie Nord-orientale du Tell algérien, située au Nord-est du pays à 600 km de la capitale Alger. Elle occupe une position stratégique, faisant face à la mer sur une bande littorale de plus de 16 Km. Elle s'étend sur 1 439 km² soit 0,06 % du territoire national. La Wilaya est constituée de six (06) Daïras autour desquelles gravitent 12 communes : Annaba, El Bouni, Sidi Amar, El Hadjar, Berrahal, Oued El-Aneb, Ain Berda, Eulma, Cheurfa, Chetaibi, Seraïdi et Treat.

Ses coordonnées sont : Latitude : 36° 54' 0 N ; Longitude : 7° 46' 0 E.

Les limites géographiques de la Wilaya de Annaba sont les suivantes : la Mer Méditerranée au Nord, la Wilaya d'El-Tarf à l'Est, la Wilaya de Skikda à l'Ouest et au Sud la Wilaya de Guelma (Ali-Tatar, 2010) (Fig. 14).

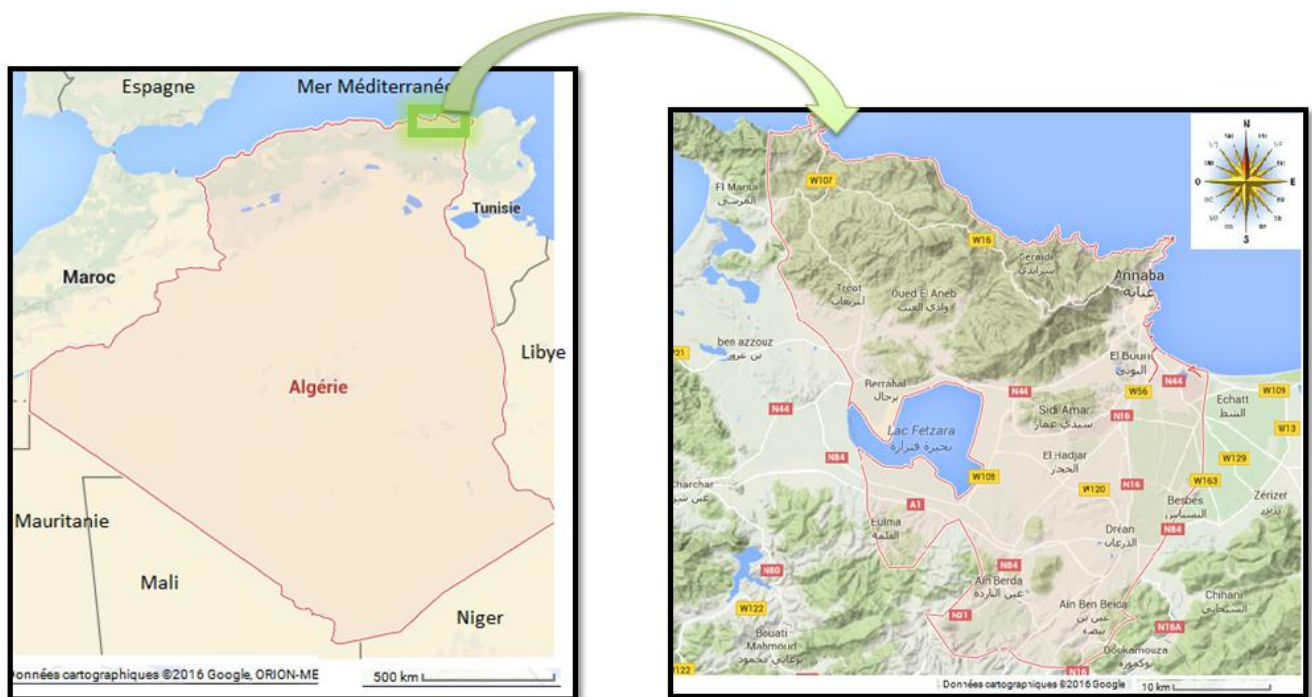


Figure 14 : Localisation géographique de la Wilaya de Annaba (Google, 2016)

1.1.2 Caractéristiques climatiques de la région

Le climat de la Wilaya est du type méditerranéen, humide en hiver, chaud en été. La pluviométrie varie entre 650 et 1000 mm/an. La température moyenne varie entre 14° et 34° (A.N.D.I, 2013).

1.1.3 Couvert végétal

1.1.3.1 Diversité floristique de la région

Selon la Direction Générale des Forêts (D.G.F, 2013), la Wilaya de Annaba occupe une superficie de 141 198 ha. Elle est classée parmi les wilayates à grande vocation forestière avec une superficie de 68 824 ha soit un taux de boisement de l'ordre de 48,74 %.

Le maquis occupe une superficie importante soit 57,35 % de la superficie forestière. Il s'agit d'une manière générale d'un maquis dense composé d'un cortège floristique du chêne liège très diversifié où la subéraie a été dégradée.

1.1.3.2 Zone humide

La Wilaya de Annaba est aussi riche en zones humides constituées de marais, de marécages, des Oueds, des estuaires et autres zones humides artificielles tels les petits barrages et les retenues collinaires.

Le plus important de ces sites est le Lac Fetzara (13 000 ha) qui joue un rôle considérable en tant que quartier d'hivernage des oiseaux d'eau. Il a été classé sur la liste Ramsar d'importance internationale en 2003.

1.1.3.3 La richesse de la forêt

Le patrimoine forestier de la Wilaya de Annaba est composé d'une mosaïque d'écosystèmes riche et diversifié. On y trouve des forêts de chêne liège, de pin et d'Eucalyptus, des maquis à lentisque et à myrte (Tab. 5, 6 et Fig. 15).

Selon le rapport de la conservation des forêts de la Wilaya de Annaba (D.G.F. 2013), le patrimoine forestier est constitué de :

1.1.3.3.1 Forêts naturelles :

- Chêne liège (*Quercus suber*) à l'état pur (essence principale) : 15 309 ha ;
- Chêne zeen (*Quercus faginea*) à l'état pur : 746 ha ;
- Autres espèces rustiques : Le caroubier (*Ceratonia siliqua*), le châtaigner (*Castanea sativa*), le frêne (*Fraxinus oxyphylla*)...

1.1.3.3.2 Forêts artificielles :

- *Eucalyptus* : 3 315 ha (*Eucalyptus camaldulensis* - *Eucalyptus globulus* - *Eucalyptus gomphocephala*) ;
- Pin maritime (*Pinus maritima*): 6 071 ha;
- Pin pignon (*Pinus pinea*): 200 ha;
- Autres espèces reboisées : Mimosa (*Acacia cyanophylla* – *Acacia melanoxylon*) et cyprès (*Cupressus sempervirens*).

1.1.3.3.3 Maquis : 39 332 ha

Parmi les espèces les plus importantes qui composent les sous-bois et le maquis existants, on révèle : Arbousier (*Arbutus unedo*), Ciste à feuille de sauge (*Cistus salvifolius*), Ciste (*Cistus triflorus*), Diss (*Ampelodesma mauritanicum*), Bruyère (*Erica arborea*), Lavande (*Lavandula stoechas*), Doum (*Chamaerops humilis*), Calycotome (*Calycotome spinosa*), Asphodèle (*Asphodelus microcarpus*), Myrte (*Myrtus communis*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*), Genêt (*Genista numidica*), filaire (*Phyllirea angustifolia*), Oléastre (*Olea europaea*), Laurier sauce (*Laurus nobilis*), Daphné (*Daphne gnidium*).

Les tableaux 5 et 6 représentent l'inventaire des espèces végétales de la Wilaya de Annaba et la répartition de la superficie forestière par commune et par espèce.

Tableau 5: Inventaire des espèces végétales de la Wilaya de Annaba (D.G.F., 2013)

N°	Famille	Nom Scientifique	Nom commun	Localisation	Habitat
1	<i>Acanthaceae</i>	<i>Acanthus</i> sp.	Acanthe	Région de Annaba	Plaines
2	<i>Agavaceae</i>	<i>Agave americana</i>	Agave	Massifs forestiers par endroit	Fixation des talus et ornement
3	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisque	Tous les massifs forestiers de la Wilaya	Sous-bois des forêts de la Wilaya
4	<i>Apocinaceae</i>	<i>Nerium oleander</i>	Laurier rose	Massifs forestiers et plaines	Oueds et talwegs
5	<i>Areaceae</i>	<i>Phoenix canariensis</i>	Palmier	Massifs forestiers par endroit	Artificiel, ornement
6		<i>Chamaerops humilis</i>	Doum		Massifs forestiers
7	<i>Araliaceae</i>	<i>Hedera helix</i>	Lierre grimpant	Massif de l'Edough	Naturel
8	<i>Asparagaceae</i>	<i>Ruscus aculeatus</i>	Buis	Massif de l'Edough	Forêts humides
9	<i>Boraginaceae</i>	<i>Borago officinalis</i>	Bourrache	Région de Annaba	Plaines
10	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia ficus indica</i>	Figue de barbarie	Massifs forestiers par endroit	Naturel, Artificiel
11	<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Lonicera implexa</i>	Chèvre feuille	Massifs forestiers par endroit	Massifs forestiers
12	<i>Casuarinaceae</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Filao	A travers la wilaya	Brise vent-massif forêts par endroit
13	<i>Cistaceae</i>	<i>Cistus monspeliensis</i>	Ciste de Montpellier	Tous les massifs forestiers	Sous-bois
14		<i>Cistus salvifolius</i>	Ciste à feuilles de sauge	Bouzizi - Séraïdi	Sous-bois chêne liège
15	<i>Corylaceae</i>	<i>Corylus avellana</i>	Noisetier	Séraïdi	Verger en forêt
16	<i>Cupressaceae</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>	Cyprès toujours vert	Berrahal –Tréat - O. El Aneb – Annaba	Artificiel, Forêt
17		<i>Cupressus arizonica</i>	Cyprès de l'Arizona	Forêts Berrahal –Tréat - O. El Aneb – Annaba	Artificiel
18		<i>Callitris articulata</i>	Thuya de barbarie	A travers la wilaya, Espaces verts	
19	<i>Ericaceae</i>	<i>Arbutus unedo</i>	Arbousier commun	Massif de l'Edough	Sous-bois chêne liège
20		<i>Erica arborea</i>	Bruyère en arbre	Séraïdi	
21		<i>Erica scoparia</i>	Bruyère à balais	Tous les massifs forestiers	Sous-bois chêne liège-broussaille
22	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Ricinus communis</i>	Ricin	Région de Annaba	Plaines
23	<i>Fabaceae</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>	Caroubier	Massifs forestiers par endroit	Maquis
24		<i>Gleditsia triacanthos</i>	Févier d'Amérique	Annaba, Berrahal	Artificiel, Espace vert
25		<i>Cytisus triflorus</i>	Cytise	Massifs forestiers de la Wilaya	Sous-bois forêts
26		<i>Genista tricuspidata</i>	Genet		
27		<i>Calycotome spinosa</i>	Calycotome		
28	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus suber</i>	Chêne liège	Massif de l'Edough	Massif Edough Naturel
29		<i>Quercus faginea</i>	Chêne zeen		
30		<i>Castanea sativa</i>	Châtaigner	Séraïdi	
31	<i>Globulariaceae</i>	<i>Globularia alypum</i>	Globulaire	Massifs forestiers par endroit	Massifs forestiers

32	Juglandaceae	Juglans regia L.	Noyer	Séraïdi	Verger en forêt
33	Lamiaceae	Mentha pulegium	Herbe pouliot	Massifs forestiers par endroit	Massifs forestiers
34		Lavandula stoechas	Lavande	A travers la Wilaya	
35		Rosmarinus officinalis	Romarin		
36		Thymus ciliatus	Thym commun	Massifs forestiers par endroit	
37		Salvia officinalis	Sauge		
38		Satureia hortensis	Sarriette		
39		Ocimum sanctum	Basilic	Piémont du massif de l’Edough	
40	Lauraceae	Laurus nobilis	Laurier d’apollon	Séraïdi	Artificiel
41	Liliaceae	Asphodelus aestivus	Asphodèle	Séraïdi Annaba	Naturel
42	Malvaceae	Malva sylvestris	Mauve	Région de Annaba	Plaines
43	Meliaceae	Melia azedarach	Melia	Espaces verts	Artificiel
44	Mimosaceae	Acacia cyanophylla	Acacia	Annaba-Aïn Berda-Berrahal-Oued El Aneb	Artificiel
45		Acacia melanoxylon	Acacia à bois noir	Annaba	
46	Moraceae	Morus alba	Mûrier	Annaba	Artificiel, Arbre d'alignement
47	Myrtaceae	Eucalyptus globulus	Eucalyptus	Annaba –Oued El Aneb	Artificiel
48		Eucalyptus camaldulensis	Eucalyptus	A travers la wilaya	
49		Myrtus communis	Myrte commun	massifs forestiers de la Wilaya	Sous-bois chêne liège
50	Oleaceae	Olea europaea	Olivier	A travers la wilaya	Artificiel
51		Fraxinus oxyphylla	Frêne	A travers la wilaya, hors forêts	
52		Phillyrea angustifolia	Phyllaria	A travers la wilaya	Massif de l’Edough
53	Papaveraceae	Papaver rhoeas	Coquelicot	Région de Annaba	Plaines
54	Parmeliaceae	Evernia prunastri	Lichen	Massifs forestiers Edough	Massifs forestiers, Versants nord
55	Pinaceae	Cedrus atlantica	Cèdre de l’Atlas	Edough	Artificiel
56		Abies numidica	Sapin de Numidie		Artificiel, arboretum
57		Pinus maritima	Pin Maritime	A travers la wilaya	Artificiel
58		Pinus pinea	Pin pignon	Berrahal- Chétaïbi-Aïn Berda	Artificiel, Massifs forestiers
59		Pinus radiata	Pin de Monterey	O. El Aneb	
60	Poaceae	Ampelodesma mauritanica	Diss	Massifs forestiers par endroit	Massifs forestiers
61	Polypodiaceae	Polypodium vulgare	Fougère	Massif de l’Edough	Forêts humides
62	Primulaceae	Cyclamen persicum	Cyclamen	Massif de l’Edough	Forêts humides
63	Ranunculaceae	Clematis cirrhosa	Clématite	Massifs forestiers par endroit	Massifs forestiers
64	Rhamnaceae	Ziziphus lotus	Jujubier	Aïn Berda- Annaba	Maquis
65	Rosaceae	Crataegus oxyencanta	Aubépine	massifs forestiers de la Wilaya	Sous-bois forêts

66		<i>Craetagus azarolus</i>	Azerolier	Annaba	
67		<i>Pyracantha coccinea</i>	Buisson ardent	Espaces vert	Espaces verts
68		<i>Rubus fructieosus</i>	Ronce	Tous les massifs forestiers de la Wilaya	Sous-bois
69	<i>Salicaceae</i>	<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc	A travers la wilaya	En bordure des oueds
70	<i>Smilacaceae</i>	<i>Smilax aspera</i>	Salsepareille	Massifs forestiers par endroit	Massifs forestiers
71	<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix gallica</i>	Tamaris	A travers la Wilaya	Littoral- Oueds
72	<i>Thymelaeaceae</i>	<i>Daphne gnidium</i>	Daphnée	Tous les massifs forestiers	Sous-bois chêne liège-broussaille
73	<i>Ulmaceae</i>	<i>Celtis australis</i>	Micocoulier	Berrahal	Artificiel
74		<i>Ulmus campestris</i>	Orme champêtre	Edough	Forêts
75	<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica pilulifens</i>	Ortie	Région de Annaba	Plaines

Tableau 6 : Répartition de la superficie forestière par commune et par espèce (en ha) (D.G.F. 2013)

Espèces	<i>Eucalyptus</i>	Pin maritime	Pin pignon	Chêne zeen	Chêne liège	Oléastre	Cyprés	Broussaille Maquis	Total
Commune									
Annaba	117	63	-	-	141	-	-	1919	2240
Séraïdi	-	33	-	738 ha	3419	-	-	1377	5567
El Hadjar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
El Bouni	488	80	-	-	441	-	-	4027	5036
Sidi Amar	19	115	-	-	-	-	-	800	934
Ain Berda	400	1230	20	-	-	-	-	700	2350
Cheurfa	720	1250	250	-	-	-	-	1000	3220
El Eulma	130	400	-	-	-	-	-	8495	9025
Berrahal	370	350	-	-	690	-	-	2740	4150
Tréat	-	650	-	-	3840	-	-	4868	9358
O.E.Aneb	879	1590	-	-	3070	-	40	5321	10900
Chétabi	211	-	10	-	3708	-	-	5035	8964
Total	3334	5761	280	738	15308	-	40	36282	61 744

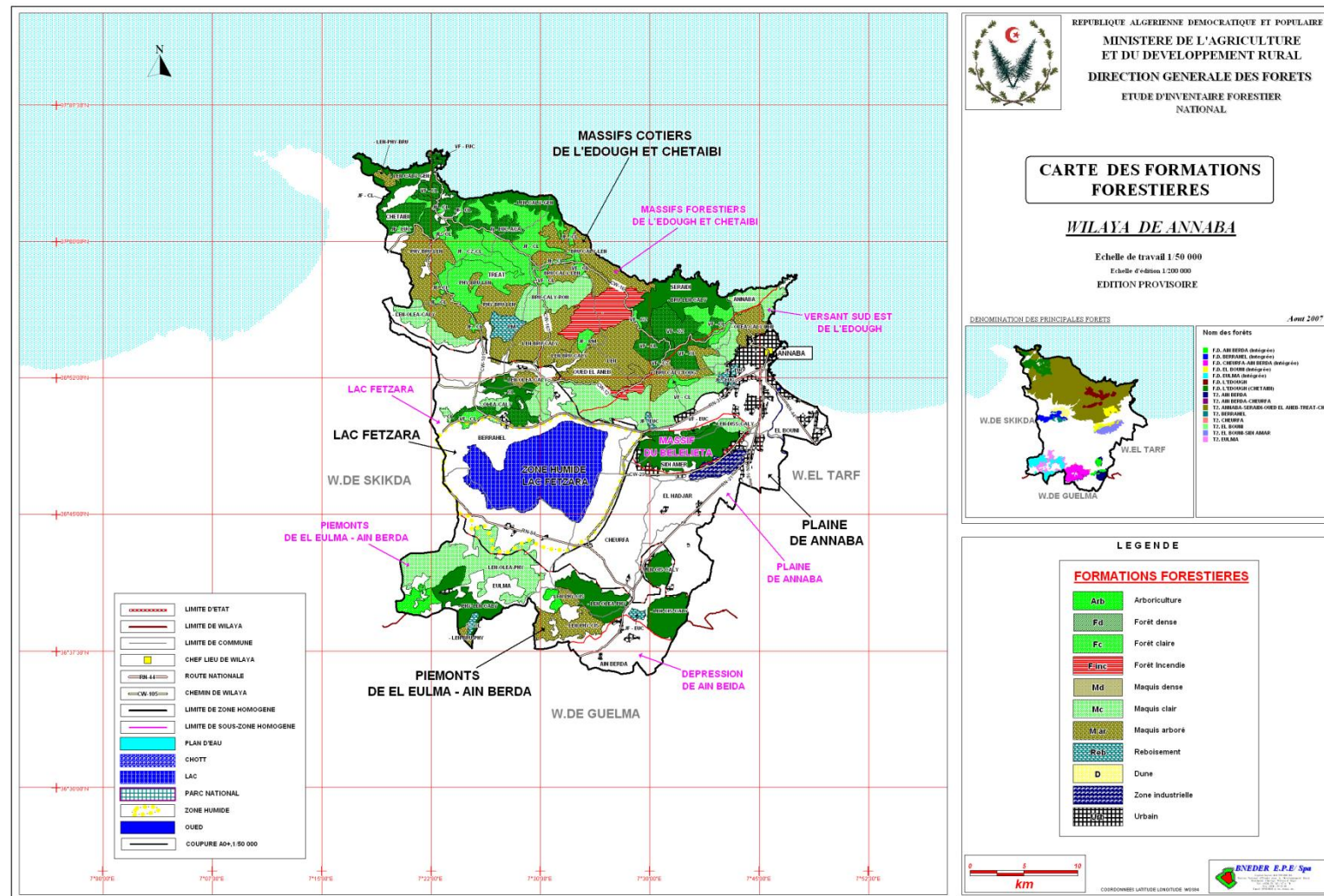


Figure 15 : Carte des formations forestières de la Wilaya de Annaba (D.G.F., 2013)

1.2 Données climatique de la région durant la période d'étude

Les données climatiques concernent les températures : moyennes, maximales et maximales en ($^{\circ}\text{C}$), les précipitations P (mm), la vitesse du vent (m/s) et l'humidité relative (%). Ces données ont été récoltées au niveau de la station météorologiques de Annaba (latitude : $36^{\circ}50'$ N, et longitude : $07^{\circ}49'E$) couvrant une période de 2 ans de juin 2012 à mai 2014.

1.2.1 Températures moyennes:

Les températures moyennes enregistrées durant la période d'étude présentent un maximum de 27°C au mois d'août 2012 et $25,3^{\circ}\text{C}$ en août 2013. Ce mois reste le mois le plus chaud de l'année. Le minimum des températures moyennes est de $5,7^{\circ}\text{C}$. Il est enregistré au mois de février 2013 (Fig. 16).

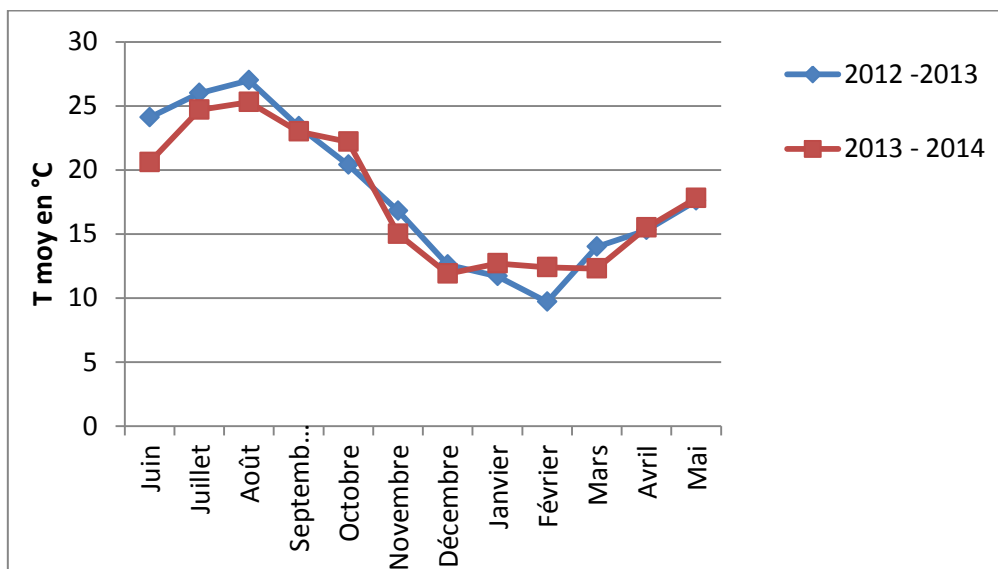


Figure 16 : Tendances mensuelles des températures moyennes à Annaba durant la période d'échantillonnage.

1.2.2 Précipitations :

D'après le graphique (Fig.17), les précipitations tombent entre septembre et avril. Les quantités de précipitations montrent une nette variabilité entre les deux années. Le maximum enregistré en février 2013 est de 125,2 mm. En 2013, le maximum était de 217,8 mm.

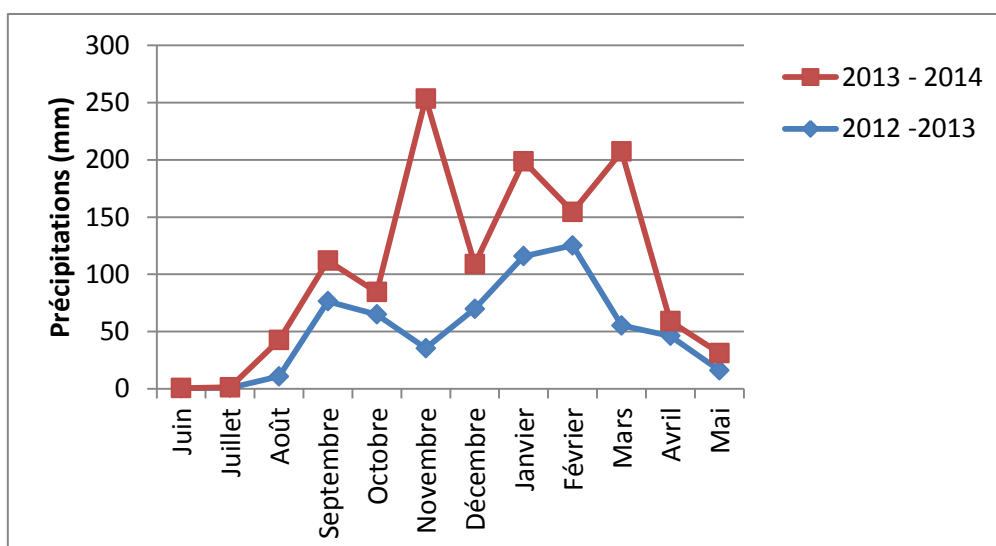


Figure 17 : Les précipitations à Annaba durant la période d'échantillonnage.

1.2.3 Vitesse du vent :

A la station des salines, les vents prédominants soufflent à l'échelle de l'année 2012 à une vitesse moyenne de 3,68 m/s et 3,71 pour l'année 2013 (Fig. 18).

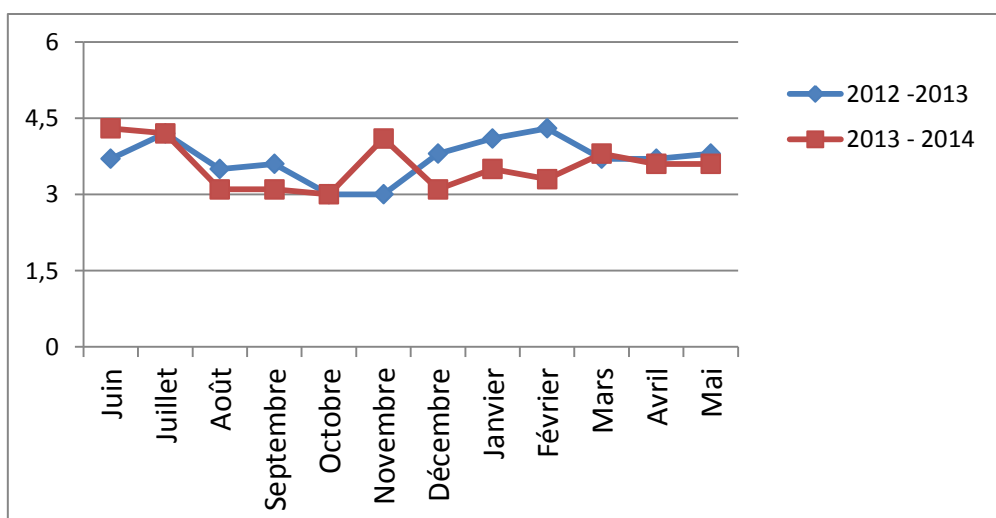


Figure 18 : La vitesse du vent à Annaba durant la période d'échantillonnage.

1.2.4 Humidité relative :

L'humidité est supérieure à 75%, durant les deux années d'étude, sauf le mois d'août 2013. Le maximum est enregistré durant la saison hivernale avec 87% alors que le minimum est observé en août 2013 avec 69% (Fig. 19).

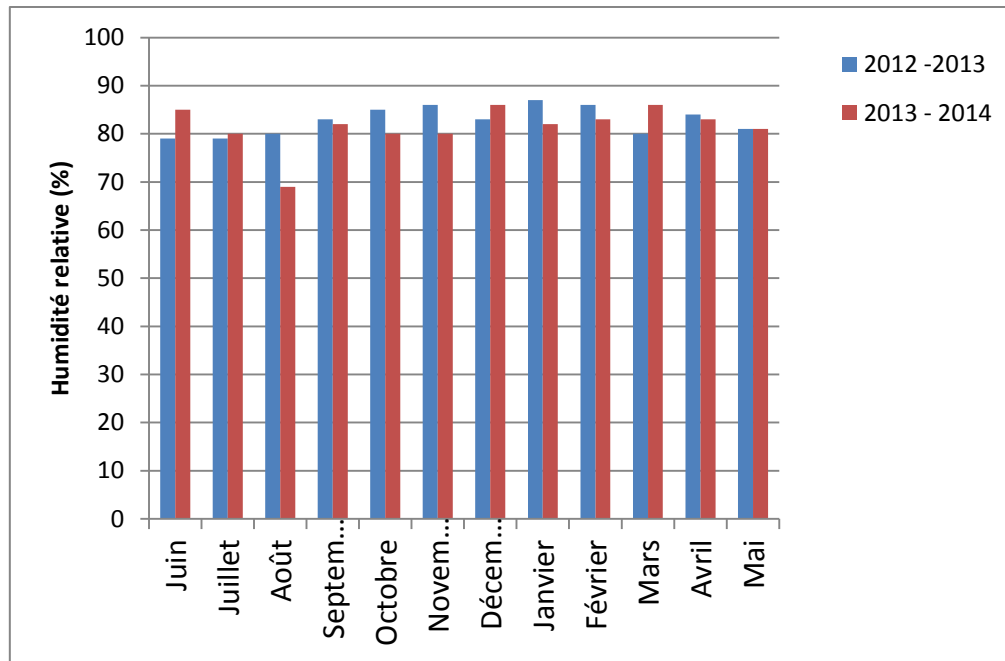


Figure 19 : L'humidité relative à Annaba durant la période d'échantillonnage.

1.3 Sites d'échantillonnage

Nous avons choisi 3 sites pour l'implantation des dispositifs (Fig. 20)

Site I : situé dans la commune de Sidi Amar (Chaiba, UV 12), l'implantation de l'appareil a été réalisée sur une hauteur de 3.5 m (36°49'37.6"N 7°43'29.8"E)

Site II : localisé dans la commune d'El-Hadjar (Cité Attoui Salah) sur une hauteur de 6 m (36°47'46.4"N 7°44'11.4"E).

Site III : l'appareil est placé dans la ville de Annaba (Rue Bouzered Houcine) à 11 m d'altitude (36°53'34.8"N 7°44'45.3"E).

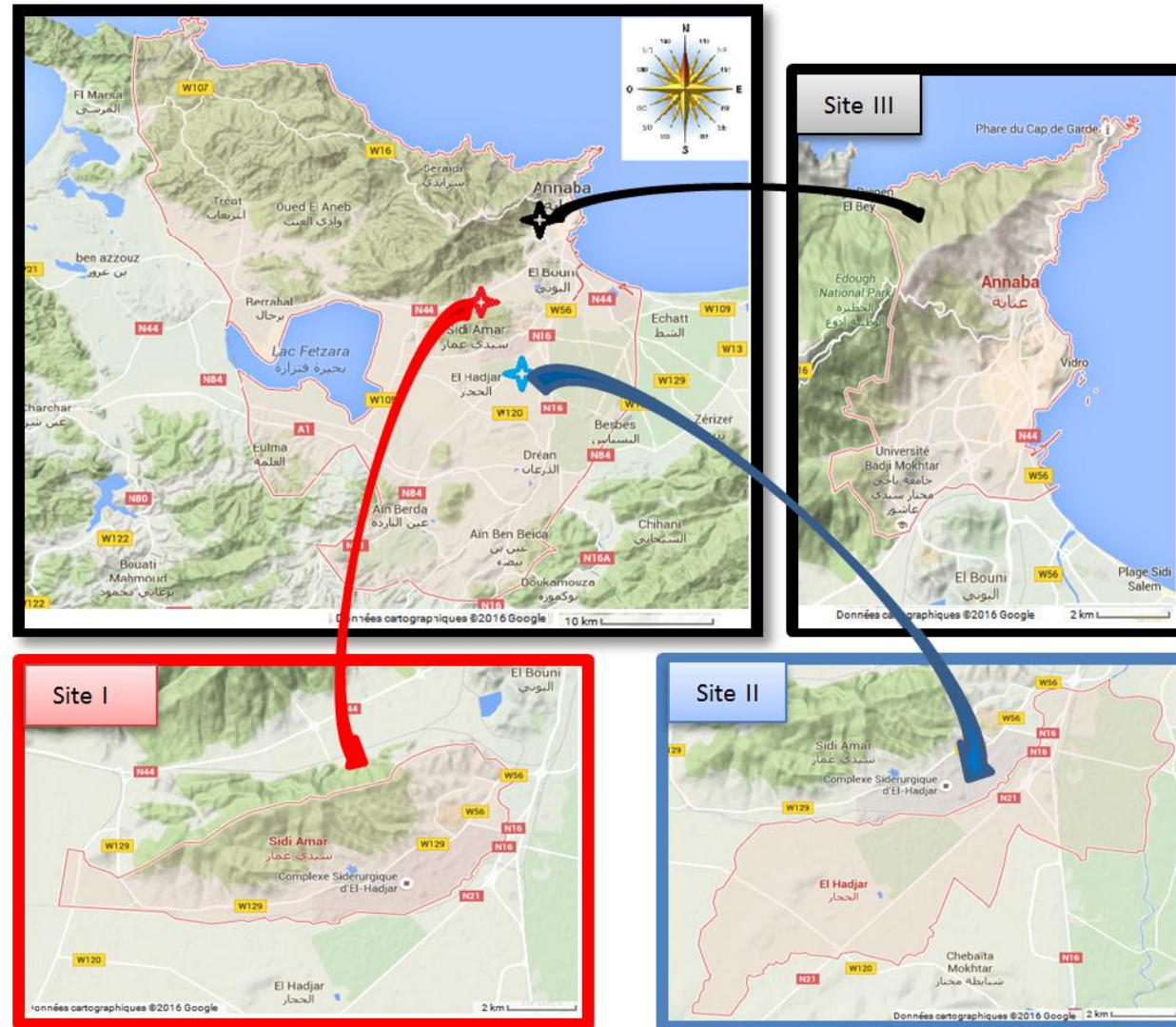


Figure 20 : Localisation de sites d'échantillonnage (Google, 2016)

2. Méthodes

2.1 Procédure de la capture des grains de pollen

2.1.1 Instrument d'échantillonnage

La récolte des échantillons polliniques a été réalisée à l'aide d'un capteur gravimétrique, perfectionné et standardisé par Durham (1946). Le matériel est fondé sur le principe de la sédimentation pollinique, sous l'effet de la pesanteur. Cet instrument est constitué de simples lames enduites de substance adhésive maintenues contre les intempéries entre deux disques métalliques de 22.7 cm de diamètre, distants l'un de l'autre de 11 cm (Fig. 21).



Figure 21 : Le dispositif d'échantillonnage de Durham (1946) (Photo Necib, 2012)

2.1.2 Préparation des lames de capture

La technique consiste à recouvrir une lame en verre par une fine couche de gélatine glycinée colorée par la fuschine basique et l'exposer à l'air libre. Les grains de pollen et les spores qui sédimentent seront captés sur la lame. Ils sont ensuite analysés et dénombrés par examen microscopique. La lame est changée chaque 24 heures et remplacée par une autre précédemment préparée.

2.2 Période d'échantillonnage

La période de prélèvement des échantillons a été effectuée quotidiennement durant deux années successives pour les sites I et II: du 01 juin 2012 au 31 mai 2014 et, durant une année pour le site III: du 01 juin 2012 au 31 mai 2013.

2.3 Identification et dénombrement des grains de pollen et des spores capturés

Après une exposition de 24 heures, les lames sont transportées au Laboratoire de Palynologie (Département de Biologie, Université Badji Mokhtar, Annaba), dans des boîtes de Pétri pour l'analyse microscopique. La lecture des lames est réalisée en utilisant le microscope

photonique de marque Zeiss (Standard 20) au grossissement (400x), sur les parcours horizontaux de toute la longueur et la largeur de la lame (50 mm x 24 mm).

L'identification des grains de pollen capturés est effectuée en se référant à l'Atlas pollinique de Reille (1992), ainsi qu'aux lames de références précédemment préparées au Laboratoire de Palynologie. La détermination pollinique se fait, généralement, au niveau du genre ou de la famille et rarement au niveau de l'espèce, sinon le grain de pollen est considéré comme indéterminé (ID).

2.4 Palynothèque et Atlas pollinique

2.4.1 Préparation des lames de référence

Notre palynothèque comprend 40 espèces appartenant à 29 familles. La procédure de la collecte pollinique a été faite par la cueillette des fleurs, ensuite, les pétales sont coupés et le pollen est récupéré immédiatement en secouant les anthères sur deux lames. La première lame est recouverte directement par une lamelle et lutée avec du vernis d'angles transparent pour l'observation et la conservation, sans traitement, à l'état naturel.

Nous avons appliqué à la deuxième lame la méthode de Wodehouse (1935) qui consiste à ajouter de l'alcool au pollen mis préalablement sur une lame, on répète cette opération plusieurs fois jusqu'au séchage du pollen. Après, on ajoute de la gélatine glycinée colorée au vert de méthyle ou à la fuschine basique. Enfin, on la couvre par une lamelle. Les lames sont conservées à l'état coloré.

Après le montage des lames, une étiquette, mentionnant l'espèce végétale, la famille, la date de récolte et le nom du collecteur, est collée dessus. Toutes les lames préparées sont réunies pour confectionner une palynothèque.

2.4.2 Prise de photos

La collection photographique des lames de référence préparées est réalisée dans le but d'établir un Atlas pollinique. Les observations microscopiques et la prise des photos sont effectuées au grossissement (1000X) à l'aide d'un appareil photo numérique Sony type Carl Zeiss. Des coupes optiques sont aussi prises pour chaque photo.

2.5 Analyses statistiques

Pour l'analyse statistique, le logiciel Minitab (version 17) a été utilisé. Il a fait usage de coefficient de corrélation et l'analyse de la variance à un critère de classification model fixe (ANOVA) (Comparaison deux à deux de TUKEY : AV1) (Gagnélie, 2006).

2.5.1 Coefficient de corrélation

Afin de mettre en évidence les relations entre les données climatiques et la production pollinique des taxons récoltés d'une part et, d'autre part les taxons allergisants, nous avons calculé le coefficient de corrélation «*r*» de Pearson qui sert à mesurer la netteté ou l'intensité de la relation qui existe entre les deux séries de données, pour autant que cette relation soit linéaire ou approximativement linéaire.

La valeur du coefficient de corrélation «*r*» est comprise entre $-1 \leq r \leq +1$. Lorsque «*r*» est proche ou égale à (-1), il y a une très forte corrélation négative entre les deux variables. Lorsque «*r*» est proche ou égal à (+1), il y a une très forte corrélation positive entre les deux variables. Si «*r*» a une valeur nulle ou presque nulle, cela signifie qu'il n'y a pas de corrélation, les deux variables sont indépendantes l'une de l'autre.

Lorsque «*r*» est positif, les valeurs élevées d'une variable correspondent aux valeurs élevées de l'autre variable, et de même pour les valeurs faibles. Lorsqu'il est négatif, les valeurs élevées d'une variable correspondent aux valeurs faibles de l'autre variable et vice versa.

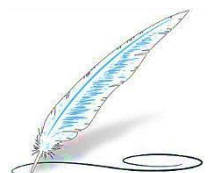
La signification de la corrélation est interprétée à partir de la valeur de probabilité (*p*). Si la valeur de $p > \alpha = 0,05$, il est dit qu'il n'y a pas de différences significatives entre «*r*» et la valeur zéro, donc pas de corrélation entre les deux variables. Par contre :

- Si $p \leq \alpha = 0,05$, il existe des différences significatives entre «*r*» et zéro, il y a donc une corrélation (*) ;
- Si $p \leq \alpha = 0,01$, il existe des différences hautement significatives entre «*r*» et zéro (**);
- Et, si $p \leq \alpha = 0,001$, il existe des différences très hautement significatives entre «*r*» et zéro (***).

2.5.2 Analyse de la variance (ANOVA) : L'analyse de la variance à un critère de classification model fixe consiste à comparer plusieurs moyennes de plusieurs populations normales de même variance à partir des données des échantillons simples, aléatoires et indépendants. Nous avons appliqué l'AV1 pour comparer la production pollinique des taxons entre les 3 sites d'une part, et entre les deux années d'étude d'autre part.

Chapitre II

Résultats et Discussion



1. Recensement global des taxons polliniques aéroportés

Les résultats du recensement pollinique réalisé dans les trois sites durant deux années d'échantillonnage sont les suivants :

1.1 Données polliniques du 1^{er} site : Ville de Sidi Amar

Les pollens atmosphériques ont été recueillis durant 2 saisons successives.

1.1.1. -1^{ère} saison pollinique : 1^{er} juin 2012 - 31 mai 2013.

L'inventaire pollinique du 1^{er} site étudié a permis d'enregistrer un total de 5303,7 GP/cm², mettant en évidence 62 taxons distribués comme suit :

- **22 familles** : *Apiaceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cupressaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Fabaceae*, *Geraniaceae*, *Liliaceae*, *Mimosaceae*, *Oleaceae*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Scrofulariaceae*, *Ulmaceae*, *Urticaceae* et *Vitaceae*.
- **33 genres** : *Alnus*, *Artemisia*, *Asphodelus*, *Betula*, *Borago*, *Buxus*, *Carya*, *Casuarina*, *Convolvulus*, *Echium*, *Ephedra*, *Eucalyptus*, *Fraxinus*, *Galium*, *Juncus*, *Juglans*, *Ligustrum*, *Mercurialis*, *Melia*, *Ononis*, *Papaver*, *Pistacia*, *Plantago*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Ranunculus*, *Rhamnus*, *Rumex*, *Salix*, *Tilia* et *Trifolium*.
- **7 espèces** : *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Olea europaea*, *Quercus ilex*, *Ricinus communis*, *Robinia pseudoacacia* et *Typha angustifolia*.

Les tableaux 7 et 8 donnent pour chaque taxon : le nombre et le pourcentage annuel des pollens recensés (GP/cm²), le pic avec la valeur et le mois d'enregistrement.

Tableau 7: Analyses quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville de Sidi Amar classés par ordre décroissant durant la 1^{ère} saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013)

Taxons d'arbres	Pic			Total annuel		Taxons d'herbes	Pic			Total annuel	
	PG/cm ²	%	Mois	PG/cm ²	%		PG/cm ²	%	Mois	PG/cm ²	%
<i>Olea europaea</i>	567,58	30,03	Mai	599	11,29	<i>Mercurialis</i>	126,42	71,55	Janv	1033	19,48
<i>Pistacia</i>	353,42	25,53	Mars	548	10,33	<i>Poaceae</i>	4,17	33,56	Août	684	12,90
<i>Cupressaceae</i>	59,58	29,73	Fév	376	7,09	<i>Plantago</i>	1,33	2,72	Juil	44	0,83
<i>Quercus</i>	287,58	15,21	Mai	366	6,90	<i>Rumex</i>	26,17	1,38	Mai	36	0,68
<i>Pinaceae</i>	228	21,58	Avr	340	6,41	<i>Urticaceae</i>	1,17	2,38	Juil	32	0,60
<i>Ericaceae</i>	181,67	13,12	Mars	272	5,13	<i>Asteraceae</i>	3,42	6,96	Juil	28	0,53
<i>Ricinus communis</i>	144	7,62	Mai	211	3,98	<i>Chenopodiaceae</i>	2,67	10,09	Oct	26	0,49
<i>Casuarina</i>	79,42	79,35	Nov	163	3,07	<i>Cyperaceae</i>	0,42	3,36	Août	25	0,47
<i>Eucalyptus</i>	58,42	35,93	juin	137	2,58	<i>Boraginaceae</i>	8,25	16,81	Juil	23	0,43
<i>Fraxinus</i>	27,92	30,4	Déc	47	0,89	<i>Brassicaceae</i>	2,5	1,25	Fév	23	0,43
<i>Castanea sativa</i>	19,42	1,03	Mai	20	0,38	<i>Typha angustifolia</i>	8,83	5,43	Juin	16	0,30
<i>Populus</i>	24,08	1,74	Mars	29	0,55	<i>Apiaceae</i>	0,33	0,68	Juil	11	0,21
<i>Quercus ilex</i>	21,42	2,03	Avr	28	0,53	<i>Fabaceae</i>	0,75	6,04	Août	10	0,19
<i>Prunus</i>	0,42	0,26	Juin	17	0,32	<i>Papaver</i>	6,83	0,36	Mai	7	0,13
<i>Rosaceae</i>	0,17	1,34	Août	16	0,30	<i>Geraniaceae</i>	4	0,38	Avr	7	0,13
<i>Vitaceae</i>	13,83	0,73	Mai	15	0,28	<i>Artemisia</i>	2	3,33	Sept	4	0,08
<i>Mimosaceae</i>	5,67	11,54	Juil	12	0,23	<i>Echium</i>	0,42	0,26	Juin	3	0,06
<i>Alnus</i>	4,92	2,78	Janv	11	0,21	<i>Juncus</i>	0,25	0,51	Juin	3	0,06
<i>Salix</i>	7,17	0,68	Avr	8	0,15	<i>Borago</i>	1,17	0,11	Fév	2	0,04
<i>Juglans</i>	1,92	1,18	Juin	7	0,13	<i>Ephedra</i>	0,33	0,68	Juil	2	0,04
<i>Melia</i>	0,33	0,68	Juil	6	0,11	<i>Scrofulariaceae</i>	0,08	0,17	Juil	1	0,02
<i>Arecaceae</i>	0,08	0,32	Oct	6	0,11	<i>Rhamnus</i>	0,5	0,5	Nov	1	0,02
<i>Ulmaceae</i>	2,25	4,58	Juil	4	0,08	<i>Trifolium</i>	0,42	0,26	juin	1	0,02
<i>Carya</i>	0,42	0,85	Juil	4	0,08	<i>Ononis</i>	0,42	0,02	Mai	0,4	0,01
<i>Betula</i>	0,5	0,31	Juin	4	0,08	<i>Galium</i>	0,17	0,02	Avr	0,3	0,01
<i>Corylus avellana</i>	1,17	0,11	Avr	3	0,06	<i>Convovulus</i>	0,17	0,01	Mai	0,2	0,004
<i>Ligustrum</i>	2	0,11	Mai	2	0,04	<i>Ranunculus</i>	0,17	0,02	Avr	0,2	0,004
<i>Platanus</i>	1,83	1,13	Juin	2	0,04	<i>Asphodelus</i>	0,08	0,67	Août	0,1	0,002
<i>Tilia</i>	0,17	0,1	Juin	2	0,04	<i>Liliaceae</i>	0,08	0,05	Juin	0,1	0,002
<i>Oleaceae</i>	0,17	1,34	Août	1	0,02						
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,17	0,01	Mai	0,2	0,004						
<i>Buxus</i>	0,08	0,05	Janv	0,1	0,002						
<i>Rubiaceae</i>	0,08	0,17	Juil	0,1	0,002						
Total	86,75	86,68	Nov	3256,40	61,40	Total	129	73,01	Janv	2023,30	38,15
ID	-	-		24	0,45						
Total pollinique	1890,16	100	Mai	5303,7	100						
Spores	78,92	29	Oct	276,83	100						

Selon les résultats mentionnés dans le tableau 7 et l'annexe 1, nous pouvons distinguer que le mois de mars a présenté le début de la saison pollinique (saison printanière) et la quantité maximale a été marquée au mois de mai avec 1890,16 GP/cm². Une grande diversité pollinique est caractérisée par le déclenchement de la pollinisation de 48 taxons (soit 77 % des taxons identifiés). Le mois d'août a, au contraire, enregistré la quantité mensuelle la plus faible avec 12,43 GP/cm² (Fig. 22).

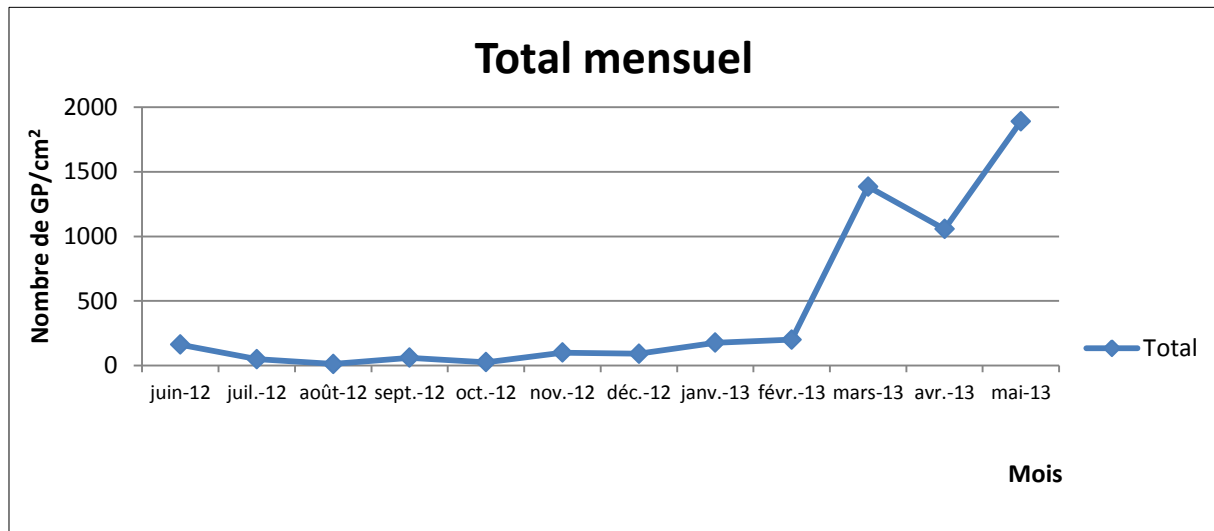


Figure 22 : Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 1^{ère} saison pollinique dans la ville de Sidi Amar (Juin 2012-Mai 2013)

Le pollen arboré recensé dans la zone d'étude représente 61,40 % (Fig. 23). Nous avons noté que le pollen de l'*Olea europaea* marque un pourcentage annuel de 11,29 % et une valeur maximale de 567,58 GP/cm² (soit 30,03 %) captée au mois de mai.

Le genre *Pistacia* apparaît avec un compte pollinique de 10,33 %, ensuite les *Cupressaceae* avec 7,09 % et le *Quercus* avec 6,90 %. Les *Pinaceae* et les *Ericaceae* ont enregistré respectivement 6,41 % et 5,13 %.

Le *Ricinus communis*, *Casuarina* et l'*Eucalyptus* sont représentés, dans l'ordre, par les taux suivants : 3,98 % ; 3,07 % et 2,58 %. Les taxons qui restent présentent des pourcentages inférieurs à 1.

L'apparition du pollen arboré avec des fréquences importantes a été enregistrée au mois de novembre (86,68 %) et septembre (71,43 %) avec la pollinisation du *Casuarina* avec 79,35 % et 68,1 % respectivement.

La production pollinique élevée des taxons arborés selon les mois est la suivante :

Le mois de juin 2012 avec 69,55 % dominé par le pollen de l'*Olea europaea* soit 10,71 %, l'*Eucalyptus* (35,93 %) et les *Pinaceae* (8,61 %).

Le mois de décembre 2012, avec 62,97 %, est caractérisé par la présence du pollen de *Fraxinus* (30,4 %), de *Casuarina* (22,96 %) et des *Cupressaceae* (6,72 %).

Pour le mois de mars 2013, la production a enregistré un pourcentage de 65,43 %. On a marqué la dominance des pollens du *Pistacia* (25,53 %), des *Cupressaceae* (18,33 %) et des *Ericaceae* (13,12 %).

Les mois d'avril et de mai 2013, présentent des pourcentages proches : 63,24 % et 64,09 %. Ces mois sont caractérisés par la présence des *Ericaceae* (21,58 %), de *Pistacia* (18,29 %), l'*Olea europaea* (30,03 %) et le *Quercus* (15,21 %) respectivement.

D'autre part, nous avons trouvé 38,15 % de pollen non arboré, dominé par la présence du *Mercurialis* avec 1033 GP/cm² soit 19,48 % du total collecté. La famille des *Poaceae* occupe la 2^{ème} position avec 684 GP/cm² et un taux de 12,90 %.

Les pollens non arborés présentent un pourcentage élevé au mois de janvier 2013 avec un total de 73,01 %. Cette dominance est due au pollen de *Mercurialis* avec 71,55 %.

Le mois d'août compte 65,77 %. Le maximum est représenté par : les *Poaceae* avec 33,56 %, en suite viennent les *Asteraceae* avec 10,74 %, les *Chenopodiaceae* et les *Fabaceae* avec 6,04 % pour chaque famille.

Les grains de pollen indéterminés, étant des pollens écrasés, déformés ou inconnus, ont contribué avec un nombre de 24 GP/cm² soit 0,45 %.

Les spores et toutes espèces confondues de Champignons, Bryophytes et Ptéridophytes, représentent un total de 276,83 spore/cm² soit un maximum de 78,92 spore/cm² (29%) au mois de novembre 2012.

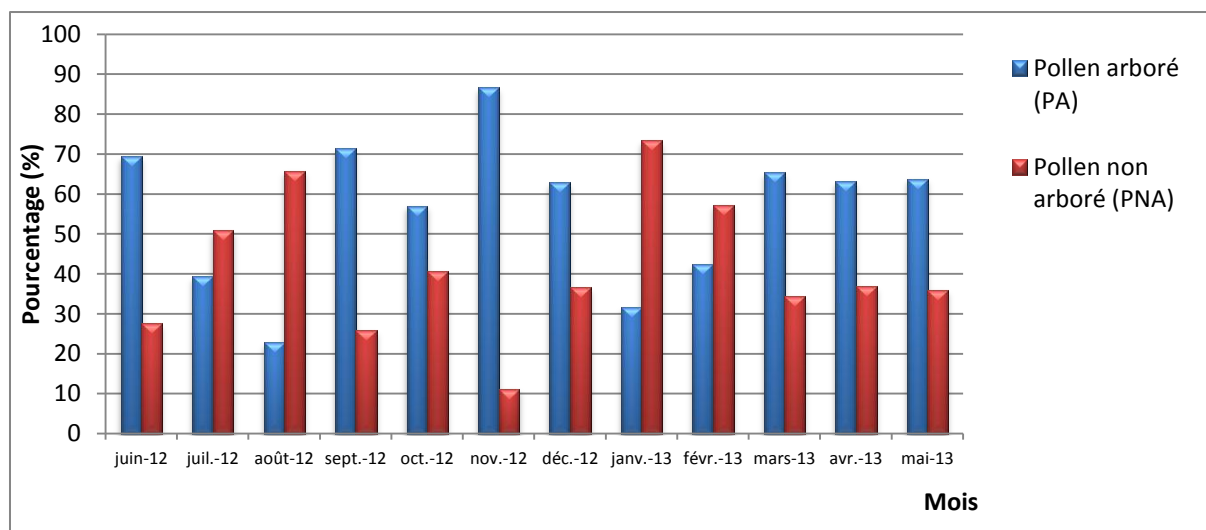


Figure 23 : Variation mensuelle du pourcentage des pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 1^{ère} saison pollinique dans la ville de Sidi Amar (Juin 2012-Mai 2013)

1.1.2 -2^{ème} saison pollinique : 1^{er} juin 2013 au 31 mai 2014

Durant la deuxième année de récolte, nous avons compté 9252 GP/cm² représentant 70 taxons distribués comme suit :

24 familles : *Acanthaceae*, *Apiaceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Crassulaceae*, *Cupressaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Geraniaceae*, *Lamiaceae*, *Mimosaceae*, *Oleaceae*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Scrofulariaceae*, *Ulmaceae*, *Urticaceae* et *Vitaceae*.

38 genres : *Alnus*, *Anchusa*, *Artemisia*, *Betula*, *Borago*, *Buxus*, *Carya*, *Casuarina*, *Convolvulus*, *Cytisus*, *Echium*, *Ephedra*, *Eucalyptus*, *Fraxinus*, *Jasminum*, *Juglans*, *Juncus*, *Lathyrus*, *Ligustrum*, *Lonicera*, *Malva*, *Mercurialis*, *Melia*, *Ononis*, *Papaver*, *Pistacia*, *Plantago*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Ranunculus*, *Rumex*, *Salix*, *Sambucus*, *Silene*, *Tilia* et *Trifolium*.

8 espèces : *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Myrtus communis*, *Olea europaea*, *Quercus ilex*, *Ricinus communis*, *Robinia pseudoacacia* et *Typha angustifolia*.

Tableau 8: Analyse quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville de Sidi Amar classés par ordre décroissant durant la 2^{ème} saison pollinique (Juin 2013-Mai 2014)

Taxons d'arbres	Pic			Total annuel		Taxons d'herbes	Pic			Total annuel	
	PG/cm ²		Mois	PG/cm ²	%		PG/cm ²		Mois	PG/cm ²	%
<i>Cupressaceae</i>	517,17	49,07	Fév	977	10,56	<i>Mercurialis</i>	129,75	56,85	Janv	2230	24,09
<i>Pistacia</i>	428,17	23,75	Mars	729	7,87	<i>Poaceae</i>	30,75	32,86	Juil	884	9,55
<i>Pinaceae</i>	341,42	12,77	Avril	539	5,83	<i>Rumex</i>	76,25	3,31	Mai	159	1,72
<i>Quercus</i>	278,58	12,1	Mai	466	5,04	<i>Fabaceae</i>	3	6,67	Août	59	0,63
<i>Casuarina</i>	109,75	77,74	Nov	443	4,79	<i>Apiaceae</i>	9,75	2,1	Juin	53	0,57
<i>Olea europaea</i>	346,25	15,04	Mai	436	4,71	<i>Urticaceae</i>	34,17	1,28	Avr	52	0,56
<i>Ricinus communis</i>	222,92	9,68	Mai	346	3,74	<i>Chenopodiaceae</i>	0,92	5,14	Sept	51	0,55
<i>Ericaceae</i>	167,83	9,31	Mars	345	3,73	<i>Asteraceae</i>	1,58	8,88	Sept	47	0,51
<i>Fraxinus</i>	204,17	11,33	Mars	335	3,62	<i>Plantago</i>	26,67	1,16	Mai	47	0,51
<i>Eucalyptus</i>	12,42	27,59	Août	151	1,63	<i>Typha angustifolia</i>	34,58	7,44	Juin	46	0,5
<i>Rosaceae</i>	30,42	6,54	Juin	143	1,55	<i>Cyperaceae</i>	0,58	3,27	Sept	35	0,37
<i>Vitaceae</i>	105,83	4,6	Mai	108	1,16	<i>Brassicaceae</i>	1,83	10,28	Sept	31	0,33
<i>Prunus</i>	68,17	2,96	Mai	79	0,86	<i>Artemisia</i>	11	3,48	Déc	19	0,21
<i>Quercus ilex</i>	39,58	1,72	Mai	65	0,7	<i>Myrtus communis</i>	8,58	1,85	Juin	11	0,12
<i>Salix</i>	37,83	1,42	Avr	51	0,55	<i>Trifolium</i>	4,42	0,19	Mai	5	0,05
<i>Castanea sativa</i>	9,42	2,03	Juin	44	0,48	<i>Borago</i>	0,33	0,24	Nov	3	0,04
<i>Populus</i>	11,92	0,52	Mai	30	0,33	<i>Echium</i>	1,42	3,15	Août	3	0,04
<i>Melia</i>	12,33	2,65	Juin	25	0,27	<i>Geraniaceae</i>	0,33	0,74	Août	4	0,04
<i>Ligustrum</i>	9,67	2,08	Juin	22	0,24	<i>Papaver</i>	0,25	0,08	Déc	3	0,04
<i>Betula</i>	1,75	0,38	Juin	17	0,18	<i>Ranunculus</i>	0,25	0,18	Nov	4	0,04
<i>Alnus</i>	3,5	1,53	Jan	13	0,14	<i>Crassulaceae</i>	2,33	0,1	Mai	2	0,03
<i>Arecaceae</i>	4,17	0,9	Juin	13	0,14	<i>Juncus</i>	1,58	0,06	Avr	3	0,03
<i>Oleaceae</i>	11,33	12,11	Juil	12	0,13	<i>Scrofulariaceae</i>	2,92	0,13	Mai	3	0,03
<i>Buxus</i>	7,25	0,69	Fév	8	0,09	<i>Ephedra</i>	0,25	0,56	Août	2	0,02
<i>Corylus avellana</i>	1,67	0,73	Jan	9	0,09	<i>Ononis</i>	1,92	0,08	Mai	2	0,02
<i>Cytisus</i>	3,58	0,77	Mai	7	0,08	<i>Acanthaceae</i>	0,5	0,11	Juin	1	0,01
<i>Tilia</i>	0,08	0,47	Sept	7	0,08	<i>Malva</i>	0,83	0,04	Mai	1	0,01
<i>Juglans</i>	3,58	0,16	Mai	6	0,07	<i>Anchusa</i>	0,17	0,05	Déc	0,17	0,002
<i>Mimosaceae</i>	0,75	0,8	Juil	7	0,07	<i>Boraginaceae</i>	0,17	0,01	Avr	0,17	0,002
<i>Platanus</i>	5	0,22	Mai	6	0,06	<i>Convolvulus</i>	0,08	0,04	Janv	0,33	0,004
<i>Carya</i>	4	0,17	Mai	4	0,05	<i>Lamiaceae</i>	0,08	0,19	Août	0,25	0,003
<i>Ulmaceae</i>	3,83	0,36	Fév	4	0,05	<i>Lathyrus</i>	0,42	0,02	Mai	0,42	0,005
<i>Jasminum</i>	2,42	2,58	Juil	2	0,03	<i>Silene</i>	0,25	0,01	Mai	0,25	0,003
<i>Sambucus</i>	2,08	0,09	Mai	2	0,02						
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,83	0,04	Mai	1	0,01						
<i>Euphorbiaceae</i>	0,08	0,04	Janv	0,42	0,005						
<i>Lonicera</i>	0,08	0,04	Janv	0,08	0,001						
Total annuel	278,66	88,16	Déc	5452,5	58,96	Total annuel	141,66	62,08	Janv	3761,59	40,64
ID	-	-	-	38	0,41						
Total pollinique	2302,42	100	Mai	9252	100						
Spores	138,67	24,14	Nov	574,50	100						

Le tableau 8 et l'annexe 2 représentent les résultats de l'analyse pollinique de la 2^{ème} saison d'échantillonnage. Nous avons noté un total de 9252 GP/cm² avec un maximum de 2672,67 GP/cm² enregistré au mois d'avril et une valeur minimale au mois de septembre avec 17,83 GP/cm² (Fig. 24).

Les pollens indéterminés donnent un pourcentage de 0,41% représentant un nombre de 38 GP/cm².

Le nombre des spores est de 574,5 spore/cm². Le maximum a été observé au mois de novembre avec 138,67 spore/cm².

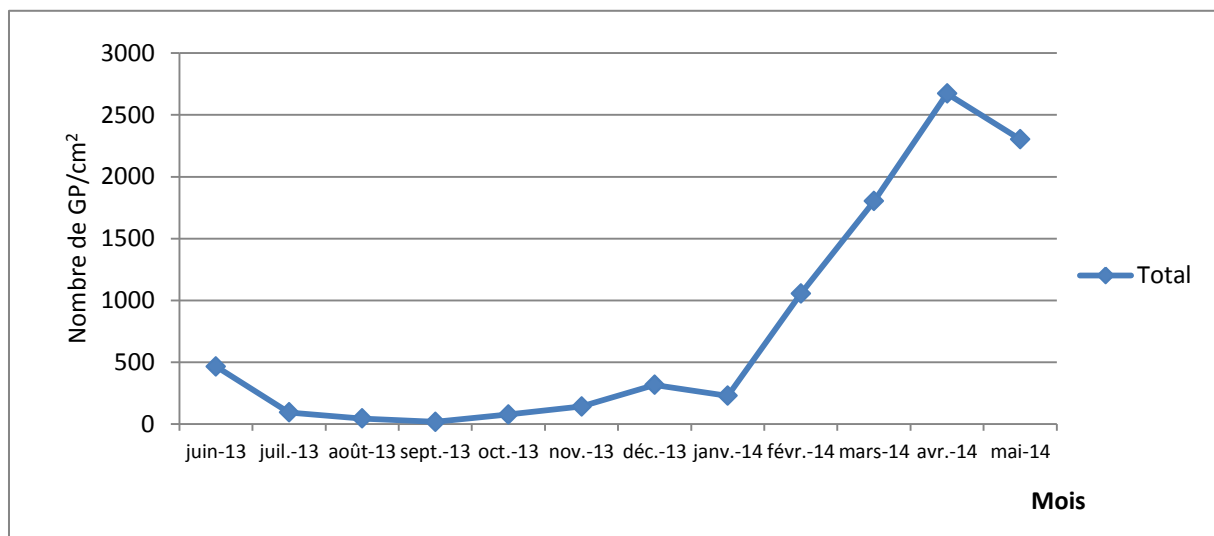


Figure 24 : Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 2^{ème} saison pollinique dans la ville de Sidi Amar (Juin 2013-Mai 2014)

Le début de la saison a été remarqué pendant le mois de février avec 1054 GP/cm². La composition pollinique de l'atmosphère est la suivante:

Nous avons compté un taux de 58,96 % pour le pollen arboré (Fig. 25). La famille des *Cupressaceae*, est la plus représentative avec 10,56 % suivi par le *Pistacia* avec 7,87 % (Tab.8).

Les valeurs les plus importantes ont été enregistrées durant les mois d'octobre, novembre et décembre avec 82,13%, 87,47 % et 88,16 % respectivement. La pollinisation de *Casuarina* a été la plus abondante et dépasse 75 % durant ces 3 mois.

Le mois de février est caractérisé par la présence du pollen des *Cupressaceae* avec 49,07 %, tandis que le mois de mars enregistre l'existence des pollens du *Pistacia* (23,75 %), des *Cupressaceae* (16,41 %), du *Fraxinus* (11,33 %) et des *Ericaceae* avec 9,31 %.

Les *Pinaceae* et le *Pistacia* ont marqué les taux suivants au mois d'avril 12,77 % et 10,72 %.

L'*Olea europaea*, le *Quercus* et le *Ricinus communis* sont représentés par les pourcentages suivants au mois de mai : 15,04 %, 12,3 % et 9,68 %.

Concernant le pollen non arboré, le taux enregistré est de 40,64 %, dominé principalement par le pollen du *Mercurialis* représentant la valeur la plus importante avec 24,09 %, suivi par le pollen des *Poaceae* 9,55 %.

En plus de ces deux taxons, nous avons noté la présence du pollen de *Typha angustifolia* avec 7,44 % en juin et les *Fabaceae* avec 6,67 % en août.

Les familles des *Brassicaceae*, *Asteraceae* et *Chenopodiaceae* ont marqué les taux suivants au mois de septembre : 10,28 % ; 8,88 % et 5,14 %.

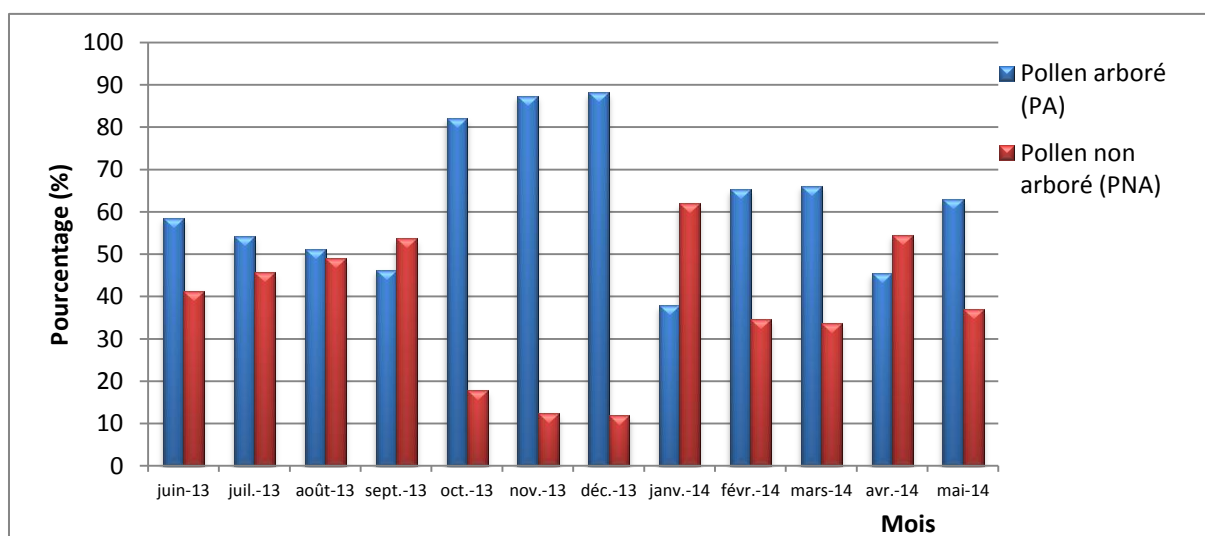


Figure 25 : Variation mensuelle du pourcentage des pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 2^{ème} saison pollinique dans la ville de Sidi Amar (Juin 2013-Mai 2014)

1.1.3 Comparaison interannuelle entre les deux saisons polliniques :

Un total de 9065,39 GP/cm² appartenant à 75 taxons a été enregistré à Sidi Amar pendant les deux saisons d'étude. En 2012-2013, 5303,7 GP/cm² répartis en 62 taxons ont été identifiés et comptés. En 2013-2014, les quantités ont diminué. Le nombre total de grains de pollen enregistré est de 3761,69 GP/cm², par contre le nombre des taxons a augmenté jusqu'à 70.

La figure 26 montre que le total maximal mensuel des grains de pollen a été enregistré au mois mai durant la 1^{ère} saison avec 1890,16 GP/cm² et avec 2672,67 GP/cm² au mois d'avril durant la 2^{ème} saison pollinique. La période entre juillet et octobre présente les valeurs mensuelles les plus faibles pour les deux années d'échantillonnage.

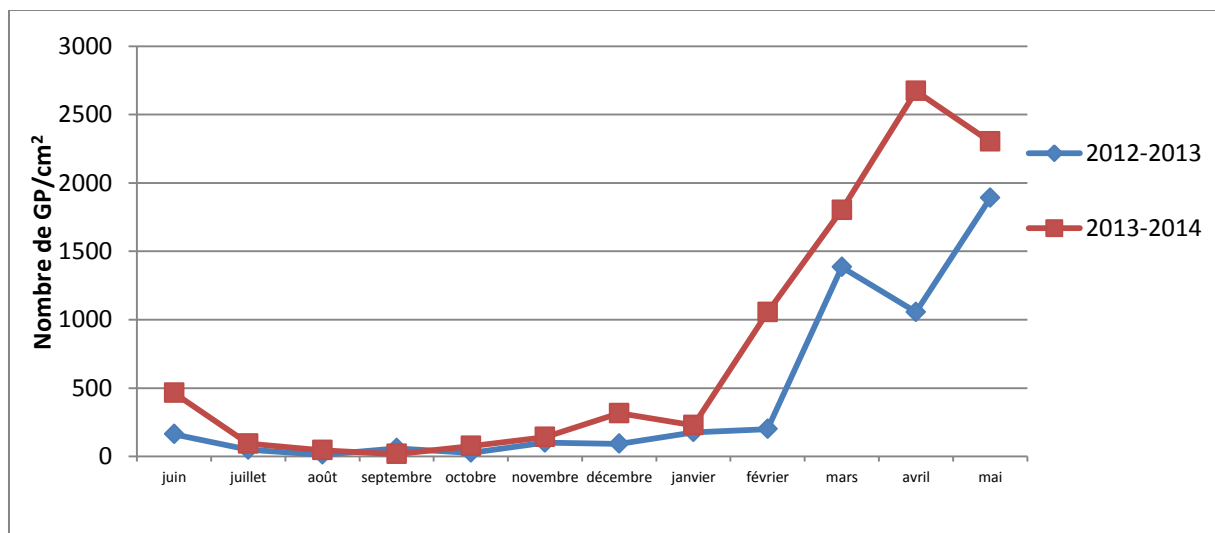


Figure 26 : Variation interannuelle du nombre de pollens recensés durant les deux saisons d'étude dans la ville de Sidi Amar (Juin 2012-Mai 2014)

Les taxons identifiés ont été divisés en deux groupes: les arbres et les herbes (Tab. 7 et 8 ; Fig. 27). Les taxons d'arbres les plus courants sont : les *Cupressaceae*, *Ericaceae*, *Pinaceae*, *Casuarina*, *Fraxinus*, *Pistacia*, *Quercus*, *Olea europaea* et *Ricinus communis*.

Les herbes ont été représentées par la famille des *Poaceae* et le genre *Mercurialis* qui ont marqué le pourcentage le plus élevé durant les 2 années.

Au cours de la première période d'étude, les grains de pollen des arbres ont contribué avec 61,40 %. Les pollens d'*Olea europaea* représentent 11,29 % et *Pistacia* 10,33 %.

Durant la 2^{ème} année, nous avons noté une diminution générale (58,96 %) et aussi pour les pollens des *Cupressaceae* (10,56 %) et de *Pistacia* (7,87 %). Les pollens des herbes présentent un taux de 40,64 %.

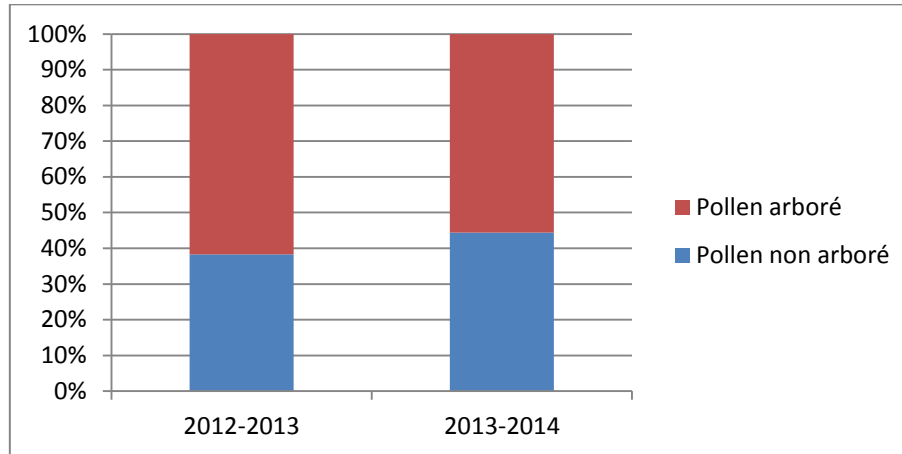


Figure 27 : Variation interannuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la période d'étude dans la ville de Sidi Amar (Juin 2012-Mai 2014)

1.2 Données polliniques du 2^{ème} site : Ville d'El-Hadjar

L'étude aéropalynologique de l'atmosphère d'El-Hadjar a été réalisée durant 2 années, du 1^{er} juin 2012 au 31 mai 2014.

1.2.1 -1^{ère} saison pollinique : (1^{er} juin 2012- 31 mai 2013)

Le recensement pollinique pendant la période d'échantillonnage a permis de compter 2729 GP/cm² grains de pollen appartiennent à 52 taxons, répartis comme suit :

- **20 familles:** *Apiaceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cupressaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Mimosaceae*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Scrofulariaceae*, *Ulmaceae*, *Urticaceae* et *Vitaceae*.
- **24 genres:** *Alnus*, *Artemisia*, *Betula*, *Borago*, *Carya*, *Casuarina*, *Echium*, *Ephedra*, *Eucalyptus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Juncus*, *Ligustrum*, *Mercurialis*, *Melia*, *Pistacia*, *Plantago*, *Platanus*, *Populus*, *Quercus*, *Rumex*, *Salix*, *Tilia* et *Trifolium*.
- **6 espèces:** *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Olea europaea*, *Quercus ilex*, *Ricinus communis* et *Typha angustifolia*.

Tableau 9: Analyse quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar classés par ordre décroissant durant la 1^{ère} saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013)

Taxons d'arbres	Pic			Total annuel		Taxons d'herbes	Pic			Total annuel	
	PG/cm ²	%	Mois	PG/cm ²	%		PG/cm ²	%	Mois	PG/cm ²	%
<i>Cupressaceae</i>	237,83	64,28	Fév	354	12,84	<i>Poaceae</i>	30,17	58,20	Juin	593	21,49
<i>Olea europaea</i>	134,83	18,86	Avr	192	6,95	<i>Mercurialis</i>	60,83	48,09	Janv	324	11,75
<i>Eucalyptus</i>	155,08	35,03	Juin	161	5,85	<i>Cyperaceae</i>	21,67	31,29	Août	53	1,94
<i>Casuarina</i>	46,25	86,31	Nov	158	5,71	<i>Plantago</i>	21,25	2,97	Avr	44	1,58
<i>Ericaceae</i>	26,42	7,14	Fév	104	3,76	<i>Typha angustifolia</i>	32,83	12,43	Mai	44	1,58
<i>Fraxinus</i>	80,75	64,64	Déc	98	3,54	<i>Apiaceae</i>	29,92	6,76	Juin	41	1,48
<i>Ligustrum</i>	71,75	16,21	Juin	79	2,87	<i>Chenopodiaceae</i>	7,00	5,90	Sept	25	0,91
<i>Quercus</i>	48,58	6,79	Avr	68	2,47	<i>Urticaceae</i>	6,08	8,78	Août	24	0,87
<i>Vitaceae</i>	66,08	9,24	Avr	68	2,47	<i>Asteraceae</i>	5,42	2,05	Mai	20	0,74
<i>Pinaceae</i>	4,00	7,72	Juil	64	2,31	<i>Brassicaceae</i>	5,33	4,22	Janv	19	0,7
<i>Rosaceae</i>	19,17	2,68	Avr	22	0,78	<i>Rumex</i>	14,42	2,02	avr	19	0,68
<i>Populus</i>	15,25	3,95	Mars	17	0,62	<i>Boraginaceae</i>	8,83	2,29	Mars	9	0,34
<i>Carya</i>	10,17	1,42	Avr	12	0,43	<i>Mimosaceae</i>	2,42	4,66	Juil	9	0,32
<i>Alnus</i>	6,17	4,87	Janv	8	0,27	<i>Fabaceae</i>	1,42	1,19	Sept	6	0,22
<i>Ulmaceae</i>	2,92	0,79	Fév	7	0,24	<i>Borago</i>	1,58	0,41	Mars	2	0,08
<i>Arecaceae</i>	2,67	2,11	Janv	6	0,21	<i>Artemisia</i>	0,83	2,31	Oct	2	0,07
<i>Ricinus communis</i>	4,92	1,11	juin	5	0,18	<i>Juncus</i>	1,08	0,15	Avr	2	0,07
<i>Tilia</i>	3,83	0,54	Avr	5	0,18	<i>Trifolium</i>	0,50	0,19	Mai	1	0,04
<i>Echium</i>	1,33	0,50	Mai	3	0,12	<i>Ephedra</i>	0,33	0,26	Janv	1	0,02
<i>Platanus</i>	1,83	0,26	Avr	3	0,12	<i>Caryophyllaceae</i>	0,08	0,03	Mai	0,08	0,003
<i>Quercus ilex</i>	2,00	0,45	Juin	2	0,07	<i>Lamiaceae</i>	0,08	0,02	Juin	0,08	0,003
<i>Betula</i>	1,08	0,24	Juin	2	0,06	<i>Scrofulariaceae</i>	0,08	0,01	Avr	0,08	0,003
<i>Corylus avellana</i>	0,58	0,15	Mars	2	0,06						
<i>Melia</i>	0,42	0,16	Mai	2	0,05						
<i>Castanea sativa</i>	1,00	0,23	juin	1	0,04						
<i>Juglans</i>	0,67	0,15	Juin	1	0,04						
<i>Ostrya</i>	1,00	0,14	Avr	1	0,04						
<i>Salix</i>	0,50	0,11	Juin	1	0,03						
<i>Pistacia</i>	0,08	0,02	Juin	0,08	0,003						
Total annuel	48,50	90,51	Nov	1446,08	52,31	Total annuel	44,75	86,33	Juil	1238,24	44,89
ID	-	-		78	2,81						
Total pollinique	715,00	100,00	Avr	2759	100						
Spores	237,83	31,05	Juin	766,08	100						

Le tableau 9 et la figure 28, indiquent que la concentration pollinique maximale a été enregistrée en mois d'avril avec 715 GP/cm² et la valeur minimale au mois d'octobre avec 36,08 GP/cm².

Au début de cette saison, nous avons observé un déclin du nombre de pollen suivi par une petite augmentation allant de juillet à septembre, ensuite une autre diminution pendant le mois d'octobre.

Le nombre des grains de pollen commence à augmenter progressivement dès le mois de novembre, puis, au mois de janvier, nous avons noté une remontée considérable de 126,5 à 370 GP/cm². Une deuxième remontée a été enregistrée durant le mois de mars allant de 380 à 715 GP/cm². Enfin, une chute brusque a lieu au mois de mai.

Un taux de 2,81 % représente les pollens indéterminés. Les spores ont enregistré une valeur de 766,08 spore/cm² avec un pourcentage maximal de 31,05 au mois de juin.

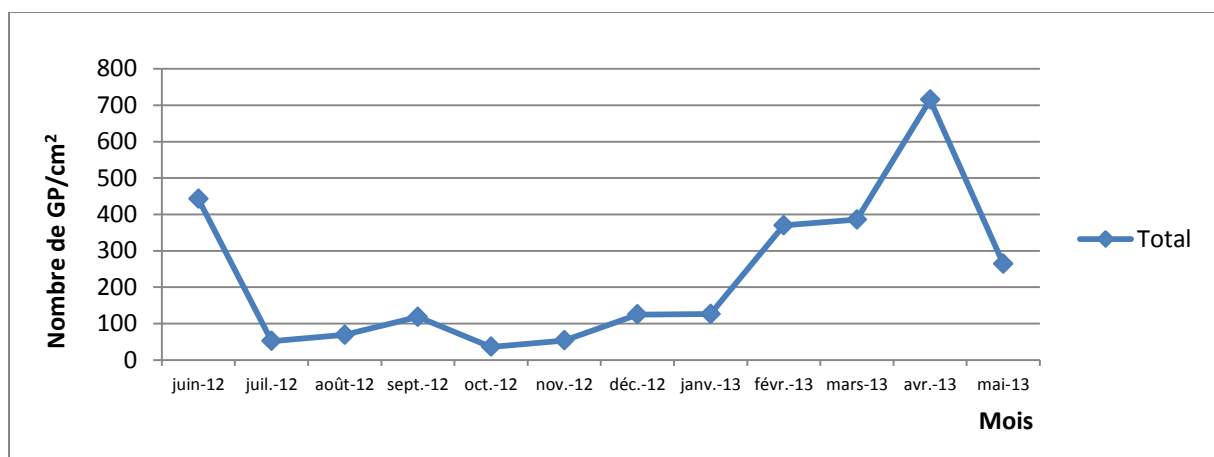


Figure 28 : Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 1^{ère} saison pollinique dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2012-Mai 2013)

Le spectre pollinique présente un pourcentage de 52,31 % de pollens arborés (Fig. 29). La famille des *Cupressaceae* a contribué avec 12,84 %, l'*Olea europaea* avec 6,95 %, l'*Eucalyptus* et le *Casuarina* avec 5,85 et 5,71 %.

Le pourcentage le plus élevé de ce type de pollen a lieu au mois de novembre avec 90,51 %, il s'agit particulièrement des pollens de *Casuarina* avec 86,31 %.

Les concentrations les plus élevées des taxons arborés se présentent comme suit : l'*Eucalyptus* (35,03 %) et *Ligustrum* (16,21 %) au mois de juin. *Fraxinus* avec 64,64 % en décembre,

Ericaceae 17,42 % au mois de mars ; l'*Olea europaea* et le *Quercus* au mois d'avril avec 18,86 % et 6,79 % respectivement.

Les pollens des herbes présentent 44,89 %. Ils sont caractérisés par la présence majeure des *Poaceae* et du *Mercurialis* avec les pourcentages suivants : 21,49 % et 11,75 %.

Il semble que les mois de juillet (86,33 %) et août (80,14 %) marquent les pourcentages les plus élevés des pollens non arborés. On note la présence des familles suivantes : les *Poaceae*, les *Cyperaceae*, les *Mimosaceae*, les *Urticaceae* et les *Chenopodiaceae* (Annexe 3).

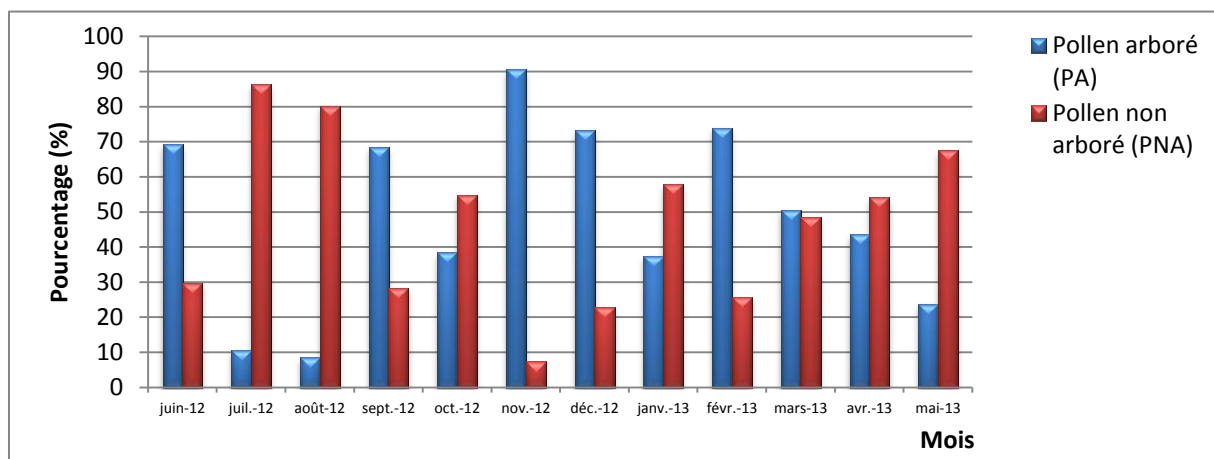


Figure 29 : Variation mensuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 1^{ère} saison pollinique dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2012-Mai 2013)

1.2.2 -2^{ème} saison pollinique

Pour la 2^{ème} année d'échantillonnage, nous avons recensé 8354 GP appartiennent à 75 taxons:

- **29 familles** : *Anacardiaceae*, *Apiaceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cupressaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Fabaceae*, *Geraniaceae*, *Lamiaceae*, *Mimosaceae*, *Oleaceae*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Rutaceae*, *Scrofulariaceae*, *Solanaceae*, *Ulmaceae*, *Urticaceae*, *Verbinaceae*, *Vitaceae* et *Zygophyllaceae*.
- **38 genres** : *Alnus*, *Artemisia*, *Asphodelus*, *Betula*, *Borago*, *Buxus*, *Carya*, *Casuarina*, *Colchicum*, *Cytisus*, *Echium*, *Ephedra*, *Eucalyptus*, *Euphorbia*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Juncus*, *Ligustrum*, *Lythrum*, *Malva*, *Mercurialis*, *Melia*, *Ononis*, *Papaver*, *Pistacia*, *Plantago*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Pyrus*, *Quercus*, *Ranunculus*, *Rhamnus*, *Rumex*, *Salix*, *Silene*, *Tilia* et *Trifolium*.

- 8 espèces : *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Euphrasia pulchella*, *Olea europaea*, *Quercus ilex*, *Ricinus communis*, *Robinia pseudoacacia* et *Typha angustifolia*.

Tableau 10: Analyse quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar classés par ordre décroissant durant la 2^{ème} saison pollinique (Juin 2013-Mai 2014)

Taxons d'arbres	Pic			Total annuel		Taxons d'herbes	Pic			Total annuel	
	PG/cm ²	Mois		PG/cm ²	%		PG/cm ²	Mois		PG/cm ²	%
<i>Cupressaceae</i>	599,83	51,6	Janv	1710,75	20,48	<i>Mercurialis</i>	1799,83	63,93	Avr	3596,92	43,06
<i>Fraxinus</i>	159,25	9,05	Mars	255,67	3,06	<i>Poaceae</i>	603,25	42,96	Mai	827,67	9,91
<i>Pistacia</i>	121,17	6,89	Mars	223,25	2,67	<i>Plantago</i>	52,33	3,73	Mai	123,83	1,48
<i>Olea europaea</i>	193,25	13,76	Mai	218,92	2,62	<i>Urticaceae</i>	22,33	1,27	Mars	64,75	0,78
<i>Ericaceae</i>	66,5	7,58	Fév	199,75	2,39	<i>Rumex</i>	27,17	1,93	Mai	58,33	0,7
<i>Pinaceae</i>	86,08	3,06	Avr	173,5	2,08	<i>Fabaceae</i>	2,83	50,75	Sept	30,5	0,37
<i>Quercus</i>	125,83	8,96	Mai	164,58	1,97	<i>Chenopodiaceae</i>	0,42	9,8	Août	28,67	0,34
<i>Casuarina</i>	65,67	51,57	Nov	82,83	0,99	<i>Brassicaceae</i>	4,92	0,56	Fév	24,83	0,3
<i>Eucalyptus</i>	21,83	66,33	Juil	53,17	0,64	<i>Asteraceae</i>	1,83	4,16	Oct	23,92	0,29
<i>Arecaceae</i>	38,67	38,06	Juin	52,58	0,63	<i>Cyperaceae</i>	1,83	1,8	Juin	16,83	0,2
<i>Prunus</i>	38,33	2,73	Mai	47,58	0,57	<i>Papaver</i>	8	0,28	Avr	9,92	0,12
<i>Rosaceae</i>	32,42	2,31	Mai	45,25	0,54	<i>Scrofulariaceae</i>	0,42	0,33	Nov	10,25	0,12
<i>Quercus ilex</i>	19,92	1,42	Mai	39,08	0,47	<i>Typha angustifolia</i>	1,42	1,39	Juin	9,75	0,12
<i>Carya</i>	20,42	1,45	Mai	25,17	0,3	<i>Apiaceae</i>	3,42	3,36	Juin	8,33	0,1
<i>Melia</i>	15,42	1,1	Mai	23,58	0,28	<i>Echium</i>	5	4,92	Juin	7	0,08
<i>Castanea sativa</i>	0,92	21,57	Août	17,25	0,21	<i>Ephedra</i>	4,75	0,17	Avr	4,83	0,06
<i>Mimosaceae</i>	1,25	1,23	Juin	14,92	0,18	<i>Borago</i>	0,08	0,19	Oct	4,17	0,05
<i>Betula</i>	11,75	0,42	Avril	14	0,17	<i>Ononis</i>	3	0,11	Avr	3,42	0,04
<i>Ricinus communis</i>	0,42	0,95	Oct	13,5	0,16	<i>Silene sp.</i>	2,25	0,08	Avr	3,5	0,04
<i>Vitaceae</i>	5,25	0,37	Mai	11,75	0,14	<i>Artemisia</i>	0,08	1,96	Août	1,58	0,02
<i>Buxus</i>	3,17	0,27	Janv	9,58	0,11	<i>Asphodelus</i>	1,5	0,11	Mai	1,58	0,02
<i>Platanus</i>	1	0,98	Juin	9,25	0,11	<i>Juncus</i>	1,75	0,12	Mai	2,08	0,02
<i>Salix</i>	8,58	0,3	Avr	8,83	0,11	<i>Trifolium</i>	0,33	0,33	Juin	1,42	0,02
<i>Tilia</i>	3,67	0,26	Mai	7,42	0,09	<i>Zygophyllaceae</i>	1,92	0,07	Avr	1,92	0,02
<i>Alnus</i>	3,17	0,27	Janv	5	0,06	<i>Euphorbia</i>	0,83	0,05	Mars	0,92	0,01
<i>Ligustrum</i>	2,5	2,46	Juin	5,25	0,06	<i>Geraniaceae</i>	0,42	0,01	Avr	0,5	0,01
<i>Pyrus</i>	3,83	0,27	Mai	3,83	0,05	<i>Rhamnus</i>	0,92	0,07	Mai	1	0,01
<i>Corylus avellana</i>	2,33	0,13	Mars	3	0,04	<i>Boraginaceae</i>	0,08	0,01	Mars	0,08	0,01
<i>Ulmaceae</i>	2,58	0,15	mars	3,33	0,04	<i>Colchicum</i>	0,08	0,01	Fév	0,08	0,01
<i>Populus</i>	1,25	0,04	Avr	1,83	0,02	<i>Euphrasia pulchella</i>	0,08	0,01	Mai	0,17	0,02
<i>Cytisus</i>	0,5	0,04	Mai	0,5	0,01	<i>Lamiaceae</i>	0,08	0,42	Déc	0,33	0,04
<i>Juglans</i>	0,83	0,06	Mai	1,08	0,01	<i>Malva</i>	0,25	0,02	Mai	0,25	0,03
<i>Oleaceae</i>	0,25	4,48	Sept	0,92	0,01	<i>Polygonaceae</i>	0,17	0,16	Juin	0,25	0,03
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,58	0,03	Mars	0,67	0,01	<i>Ranunculus</i>	0,08	0,19	Oct	0,42	0,05
<i>Anacardiaceae</i>	0,25	0,02	Mai	0,25	0,03	<i>Solanaceae</i>	0,08	0,01	Mai	0,08	0,01
<i>Caryophyllaceae</i>	0,42	0,01	Avr	0,42	0,05						
<i>Lythrum</i>	0,33	0,02	Mai	0,33	0,04						
<i>Rubiaceae</i>	0,25	0,01	Avr	0,33	0,04						
<i>Rutaceae</i>	0,17	0,16	Juin	0,17	0,02						
<i>Verbenaceae</i>	0,08	0,01	Mai	0,08	0,01						
Total annuel	23,49	71,39	Juil	3449,15	41,47	Total annuel	17,08	86,13	Déc	4870,08	58,49
ID	-	-	-	35	0,41						
Total pollinique	2815,25	100	Avr	8354	100						
Spores	129,42	38,32	Nov	337,74	100						

Les analyses aéropalynologiques effectuées dans l'atmosphère d'El-Hadjar au cours de la 2^{ème} saison pollinique (2013-2014) révèlent l'enregistrement d'un maximum de 2815,25 GP/cm² au mois d'avril et un minimum de 4,25 GP/cm² au mois d'août.

Les grains de pollen indéterminés représentent 0,41% des pollens identifiés, et les spores avec un maximum de 129,42 spore/cm² marqué au mois de novembre.

Les périodes estivale et automnale ont marqué des concentrations polliniques faibles (de juin à novembre). Ensuite, le nombre augmente graduellement jusqu'à l'apparition du premier pic au mois de janvier 2014. Après une petite diminution, nous avons une reprise d'augmentation du nombre des grains de pollen, constituant un autre pic au mois d'avril, suivi, enfin, par un deuxième déclin au mois de mai (Fig. 30).

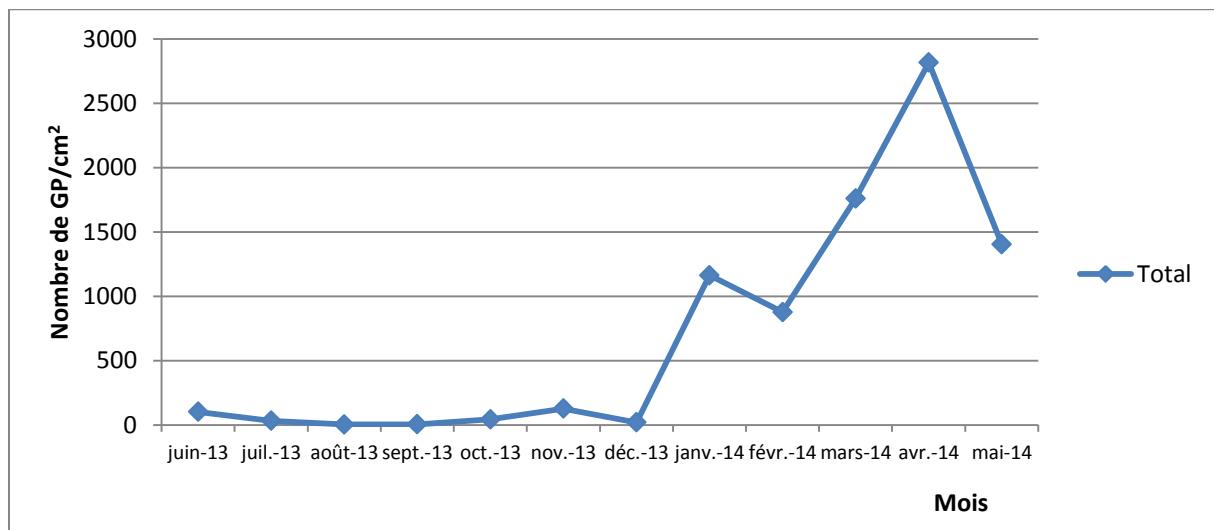


Figure 30 : Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 2^{ème} saison pollinique dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2013-Mai 2014)

L'observation microscopique des grains de pollens captés, montrent que 41,47 % représente les pollens arborés. La famille des *Cupressaceae* domine avec un taux de 20,48 %, vient ensuite, le pollen du *Fraxinus* avec 3,06 %. Le *Pistacia*, l'*Olea europaea*, les *Ericaceae* et les *Pinaceae* sont présents avec les pourcentages suivants : 2,67 %; 2,62 %; 2,39 % et 2,08 %.

Les mois de juillet et de novembre marquent les pourcentages les plus élevés des pollens d'arbres avec 71,39 % et 67,89 % respectivement (Fig. 31). Les taxons responsables de ces hautes concentrations sont l'*Eucalyptus* (66,33 %) et le *Casuarina* (51,57 %).

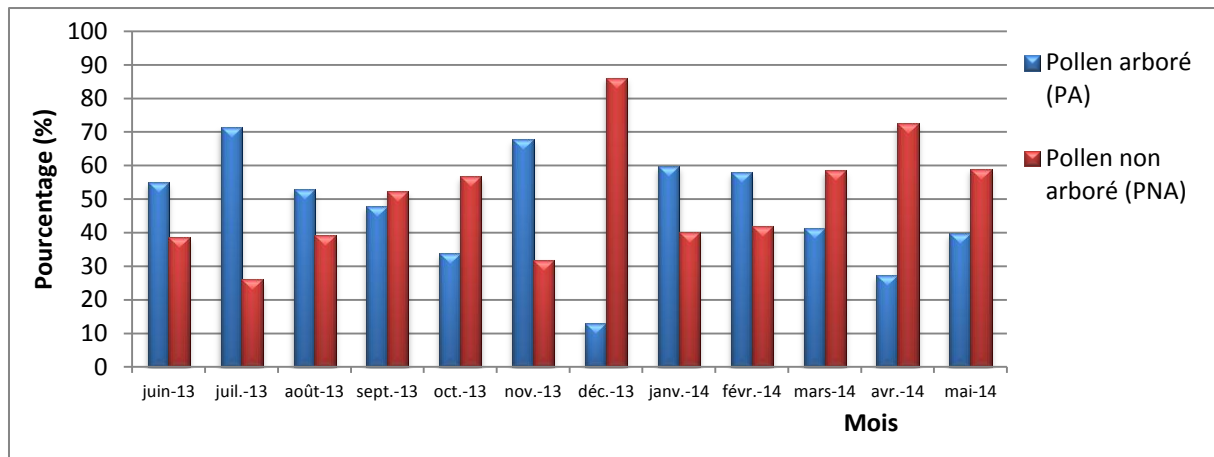


Figure 31 : Variation mensuelle du pourcentage des pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 2^{ème} saison pollinique dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2013-Mai 2014)

Le taux du pollen non arboré représente 58,48 % dominé par le *Mercurialis* (43,05 %) et les *Poaceae* (9,91%). Les taux maximaux des mois de décembre (86,13 %) et d'avril (72,48 %), sont représentés essentiellement par ces deux taxons.

Parmi les herbes qui existent dans les relevés polliniques, nous avons : les *Chenopodiaceae* (9,80 %), l'*Echium* (4,92 %), les *Asteraceae* (4,16 %), les *Apiaceae* (3,36 %), *Plantago* *Rumex* (1,93 %), les *Cyperaceae* (1,80 %) et les *Urticaceae* (1,27 %) (Tab. 9, annexe 4).

1.2.3 Comparaison interannuelle entre les deux saisons polliniques :

Les deux années comptabilisent un total de 11112,92 grains de pollen/cm² appartenant à 81 taxons soit 2759 GP/cm² en 2012-2013 et 8353,92 GP/cm² en 2013-2014.

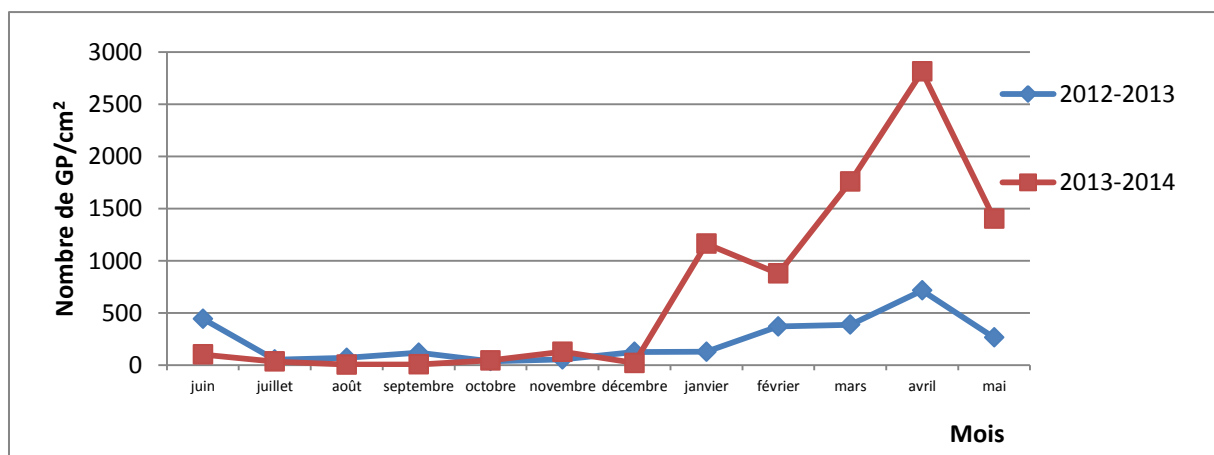


Figure 32 : Variation interannuelle du nombre de pollens recensés durant la période d'étude dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2012-Mai 2014)

La figure 32 indique que sur l'ensemble de la période d'étude, le nombre total de grains de pollens recueillis durant la 1^{ère} année est plus faible, alors qu'il est plus élevé en 2^{ème}. Ce total présente une variation interannuelle très importante, par exemple, entre avril 2013 (715 GP/cm²) et avril 2014 (2815,25 GP/cm²), soit une différence de 2100,25 GP/ cm².

Le taux de grains de pollen arborés présente lors de la 1^{ère} année (43,05 %) et il augmente en 2^{ème} année jusqu'à 52,31 % (Fig. 33).

Les pollens des plantes herbacées ont marqué une fréquence considérable dans l'atmosphère d'El-Hadjar pendant la 2^{ème} année, allant jusqu'à 58,48 % du total pollinique.

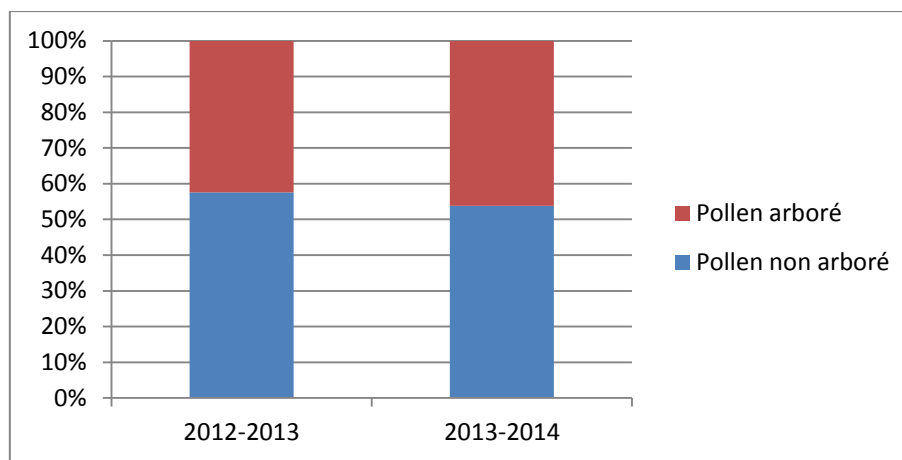


Figure 33 : Variation interannuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la période d'étude dans la ville d'El-Hadjar (Juin 2012-Mai 2014)

1.3 Données polliniques du 3^{ème} site : Ville de Annaba

L'échantillonnage a été réalisé au cours d'une seule année de récolte, du 1 juin 2012 au 31 mai 2013. L'analyse pollinique de l'air de la ville de Annaba nous a permis de révéler le recensement de 11538 GP/cm² appartenant à 59 taxons. Nous avons pu identifier la liste suivante :

- **22 familles** : représentées par : les *Apiaceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cupressaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Fabaceae*, *Geraniaceae*, *Lamiaceae*, *Mimosaceae*, *Oleaceae*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Rutaceae*, *Scrofulariaceae*, *Ulmaceae*, *Urticaceae* et *Vitaceae*.
- **31 genres** : qui sont l'*Alnus*, *Artemisia*, *Asphodelus*, *Betula*, *Borago*, *Buxus*, *Carya*, *Casuarina*, *Echium*, *Ephedra*, *Eucalyptus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Juncus*, *Ligustrum*, *Malva*, *Mercurialis*, *Melia*, *Ononis*, *Papaver*, *Pistacia*, *Plantago*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Ranculus*, *Rumex*, *Salix*, *Tilia* et *Trifolium*.

- Et 6 espèces : *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Olea europaea*, *Quercus ilex*, *Ricinus communis* et *Typha angustifolia*.

Tableau 11: Analyse quantitative et qualitative des taxons polliniques récoltés de l'atmosphère de la ville de Annaba classés par ordre décroissant durant la saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013)

Taxons d'arbres	Pic			Total annuel		Taxons d'herbes	Pic			Total annuel	
	PG/cm ²	%	Mois	PG/cm ²	%		PG/cm ²	%	Mois	PG/cm ²	%
<i>Quercus</i>	2583,00	38,49	Mai	2966	25,71	<i>Poaceae</i>	9,58	40,35	Août	1261	10,93
<i>Olea europaea</i>	2329,75	34,71	Mai	2477	21,47	<i>Mercurialis</i>	10,33	26,27	Fév	348	3,02
<i>Ericaceae</i>	664,58	27,50	Mars	878	7,61	<i>Urticaceae</i>	47,00	3,87	Avr	165	1,43
<i>Eucalyptus</i>	557,58	67,70	Juin	615	5,33	<i>Plantago</i>	3,33	12,62	Oct	102	0,88
<i>Pistacia</i>	463,42	19,18	Mars	599	5,19	<i>Rumex</i>	22,17	1,82	Avr	80	0,69
<i>Cupressaceae</i>	9,17	23,31	Fév	565	4,90%	<i>Chenopodiaceae</i>	7,67	29,02	Oct	49	0,42
<i>Pinaceae</i>	221,17	18,20	Avr	487	4,22	<i>Brassicaceae</i>	2,33	5,93	Fév	48	0,42
<i>Casuarina</i>	64,58	77,97	Nov	112	0,97	<i>Cyperaceae</i>	2,08	6,10	Juil	48	0,42
<i>Fraxinus</i>	39,50	46,47	Déc	84	0,73	<i>Typha angustifolia</i>	17,92	2,18	Juil	40	0,35
<i>Castanea sativa</i>	1,25	5,26	Août	67	0,58	<i>Apiaceae</i>	19,42	2,36	Juin	36	0,31
<i>Ricinus communis</i>	6,00	17,56	Juil	52	0,45	<i>Asteraceae</i>	1,42	5,96	Août	25	0,22
<i>Arecaceae</i>	0,42	0,50	Nov	47	0,41	<i>Fabaceae</i>	0,58	2,21	Oct	22	0,19
<i>Betula</i>	40,17	0,60	Mai	47	0,41	<i>Scrofulariaceae</i>	13,17	0,54	Mars	13	0,11
<i>Rosaceae</i>	0,25	0,64	Fév	43	0,37	<i>Echium</i>	0,17	0,20	Nov	12	0,10
<i>Salix</i>	0,75	2,20	Juil	36	0,31	<i>Geraniaceae</i>	11,33	0,17	Mai	11	0,10
<i>Quercus ilex</i>	15,33	1,26	Avr	27	0,23	<i>Juncus</i>	2,17	0,26	Juin	9	0,08
<i>Carya</i>	22,58	0,34	Mai	24	0,21	<i>Boraginaceae</i>	2,00	0,16	Avr	2	0,02
<i>Vitaceae</i>	12,33	0,18	Mai	15	0,13	<i>Ononis</i>	1,42	0,02	Mai	1	0,01
<i>Ligustrum</i>	8,58	1,04	Juin	14	0,12	<i>Asphodelus</i>	0,17	0,32	Sept	1	0,01
<i>Populus</i>	8,75	0,36	Mars	13	0,11	<i>Ephedra</i>	0,42	1,75	Août	1	0,01
<i>Corylus avellana</i>	7,58	0,62	Avr	10	0,09	<i>Papaver</i>	1,17	0,10	Avr	1	0,01
<i>Alnus</i>	2,17	7,47	Janv	8	0,07	<i>Borago</i>	0,08	0,29	Janv	1	0,01
<i>Juglans</i>	4,17	0,34	Avr	7	0,06	<i>Trifolium</i>	0,17	0,70	Août	1	0,01
<i>Mimosaceae</i>	0,25	1,05	Août	6	0,05	<i>Ranunculus</i>	0,58	0,02	Mars	1	0,01
<i>Melia</i>	0,08	0,10	Déc	6	0,05	<i>Lamiaceae</i>	0,17	0,32	Sept	1	0,01
<i>Artemisia</i>	1,42	5,36	Oct	5	0,04	<i>Malva</i>	0,17	0,01	Avr	0,3	0,003
<i>Prunus</i>	3,75	0,06	Mai	5	0,04						
<i>Tilia</i>	2,17	0,18	Avr	4	0,03						
<i>Oleaceae</i>	2,08	6,10	Juil	3	0,03						
<i>Buxus</i>	1,92	4,87	Fév	3	0,03						
<i>Ulmaceae</i>	0,17	0,57	Janv	3	0,03						
<i>Rutaceae</i>	0,75	0,06	Avr	1	0,01						
<i>Platanus</i>	0,25	1,05	Août	0,3	0,003						
Total annuel	70,08	84,61	Nov	9229,3	80	Total annuel	1300,75	19,38	Mai	2279,3	19,75
ID	-	-	-	31	0,02%						
Total pollinique	6711,25	100,00	Mai	11538	100						
Spores	33,58	27,95	Nov	120,16	100						

D'après le tableau 11 et la figure 34, on constate que la saison pollinique dans ce site commence au mois de mars où nous avons remarqué l'apparition de la majorité des taxons polliniques recensés au nombre de 36 soit 61%. En outre, on observe que le taux le plus élevé de pollen atmosphérique est recueilli au mois de mai avec un nombre de 1300 GP/cm² soit un pourcentage de 58% de l'ensemble des pollens identifiés, suivi par le mois de mars avec 453 GP/cm² (21%). Le mois d'août a marqué le taux le plus faible durant cette saison pollinique avec 13 GP/cm² soit 0,21%.

Les grains de pollen non identifiés présentent un total de 374 grains (0,02 %). Les spores ont marqué un taux maximal de 27,95 % au mois de novembre.

La figure 33 montre que la concentration pollinique a enregistré une valeur de 823 GP/cm² au mois de juin, puis, cette valeur diminue de juillet jusqu'au février où elle n'a pas dépassé le seuil de 100 GP/cm². Ensuite, on remarque une remontée relativement considérable au mois de mars (2416 GP/cm²), suivi par une 2^{ème} diminution jusqu'à 1215 GP/cm² en avril. Enfin, on observe une autre forte augmentation de concentration pollinique au mois de mai avec un pic maximal de la période d'étude (6711 GP/cm²).

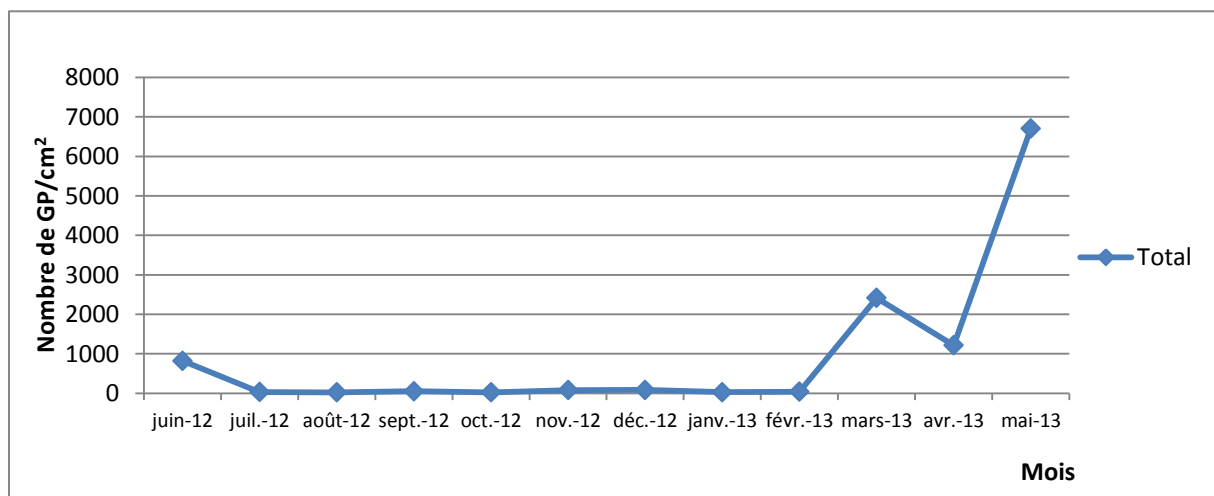


Figure 34: Variation mensuelle du nombre de pollens recensés dans la ville de Annaba (Juin 2012-Mai 2013)

Les pollens de l'atmosphère de la ville de Annaba sont également caractérisés par l'importance majeure des pollens arborés avec 79%. Ils sont représentés essentiellement par le genre *Quercus* qui figure dans les récoltes polliniques avec 2966 GP/cm² soit un pourcentage de 26%. Sa fréquence pollinique maximale enregistrée est de 2583 GP/cm² au mois de mai, suivi par l'*Olea europaea* avec 2477 GP/cm² (21%). Puis, on note les *Ericaceae*, l'*Eucalyptus*,

Pistacia les *Cupressaceae* et les *Pinaceae* avec 878 GP/cm² (8%), 615 GP/cm² (5%), 599 GP/cm² (5%), 565 GP/cm² (5%), 487 GP/cm² (4%) respectivement.

Ce taux élevé des pollens arborés est dû à la forte pollinisation des arbres, qui sont tous ; des plantes anémophiles et qui pollinisent toute l'année. Le mois de juin compte un pourcentage de 83,32 %. Il coïncide avec la pollinisation d'*Eucalyptus* (67,70 %). Le mois de novembre est caractérisé par la fréquence du pollen de *Casuarina* (77,79 %). Au mois de décembre, le *Casuarina* compte 23,53 % et le *Fraxinus* 46,47%.

La saison printanière, du mars au mai, a connu la grande pollinisation de plusieurs arbres tels que : les *Ericaceae* (27,50 %), *Pistacia* (19,18 %), *Cupressaceae* (21,30 %). Le mois de mars débute avec le *Quercus* (26,41 %). Les *Pinaceae* avec 18,20 % caractérisent le mois d'avril. Pendant le mois de mai : le *Quercus* continu son apparition (38,49 %) accompagné de l'*Olea europaea* avec 34,71 % (Fig. 35).

Les pollens non arborés présentent un taux de 20,80 %. Ils sont représentés par les *Poaceae* qui marquent un total de 1261 GP/cm² (11%) et le *Mercurialis* (3%). Les autres taxons apparaissent en faibles quantités, inférieures ou égales à 1%.

Il apparait que le mois d'octobre a enregistré le pourcentage le plus élevé des pollens non arborés (74,13 %) suivi par le mois d'août (58,25 %) (Fig. 35). Les *Poaceae* comptent pendant ces 2 mois 25,55 % et 40,35 % respectivement. En plus de cette famille, d'autres herbes ont marqué des valeurs polliniques importantes : *Mercurilis* (26,37 %) et les *Brassicaceae* (5,93 %). Au mois de février, le *Plantago* montre 12,62 % et les *Chenopodiaceae* 29,02 %. Au mois d'octobre, les *Cyperaceae* comptent 6,10 % en juillet et les *Asteraceae* (5,96 %) en août. Les *Urticaceae*, enfin, se présentent avec 3,87 % pendant le mois d'avril (Annexe 5).

Concernant les spores, elles sont enregistrées avec un taux de 0,01 % par rapport au nombre total des pollens capturés. Elles correspondent à une valeur de 120 spore/cm². Le maximum a été enregistré au mois de novembre avec 33 spore/cm².

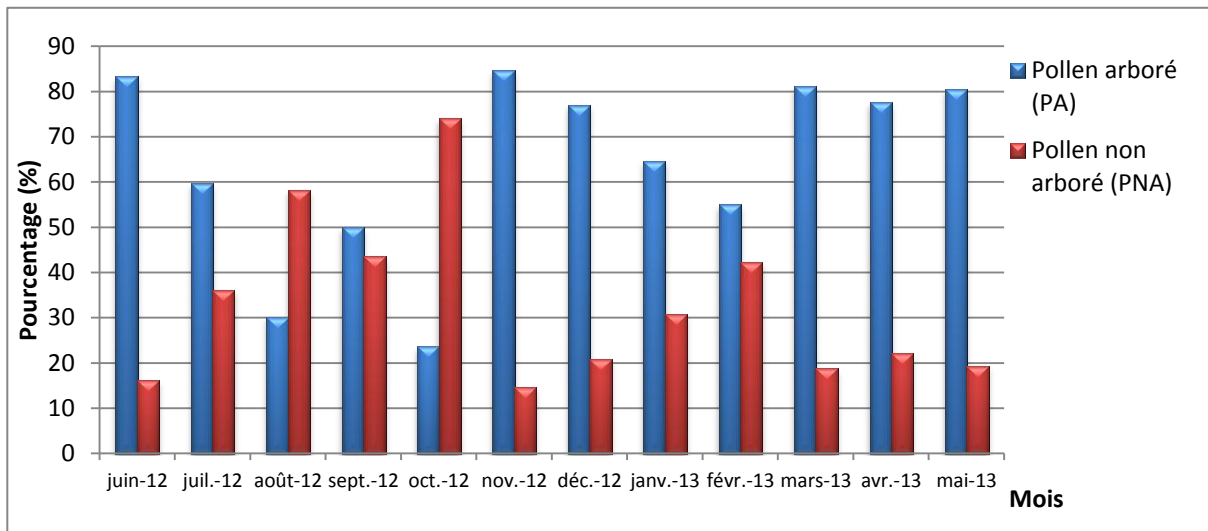


Figure 35 : Variation mensuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés dans la ville de Annaba (Juin 2012-Mai 2013)

1.4. Comparaison annuelle entre les sites étudiés

1.4.1 -1^{ère} saison pollinique

La figure 36 représente les courbes de la variation annuelle du nombre des grains de pollen dans les trois sites étudiés.

Selon le graphique, nous pouvons distinguer qu'il y a une variabilité géographique marquée en nombre de grains recueillis entre les trois sites. La valeur la plus élevée est celle du 3^{ème} site (Annaba), suivi par le 1^{er} site (Sidi Amar), puis intervient en dernière position le site 2 (El-Hadjar). En plus, nous remarquons qu'il existe une très grande différence entre le 3^{ème} site et les deux autres, particulièrement durant le mois de mai.

Malgré cet écart, les mesures des comptes polliniques, soit de juin à février de chaque site, présentent les mêmes variations saisonnières. Les courbes ont tendance à une allure similaire, où le nombre des pollens commence à diminuer, puis, il se stabilise dans des valeurs faibles (de juillet à février). Ensuite, il augmente pendant la période printanière.

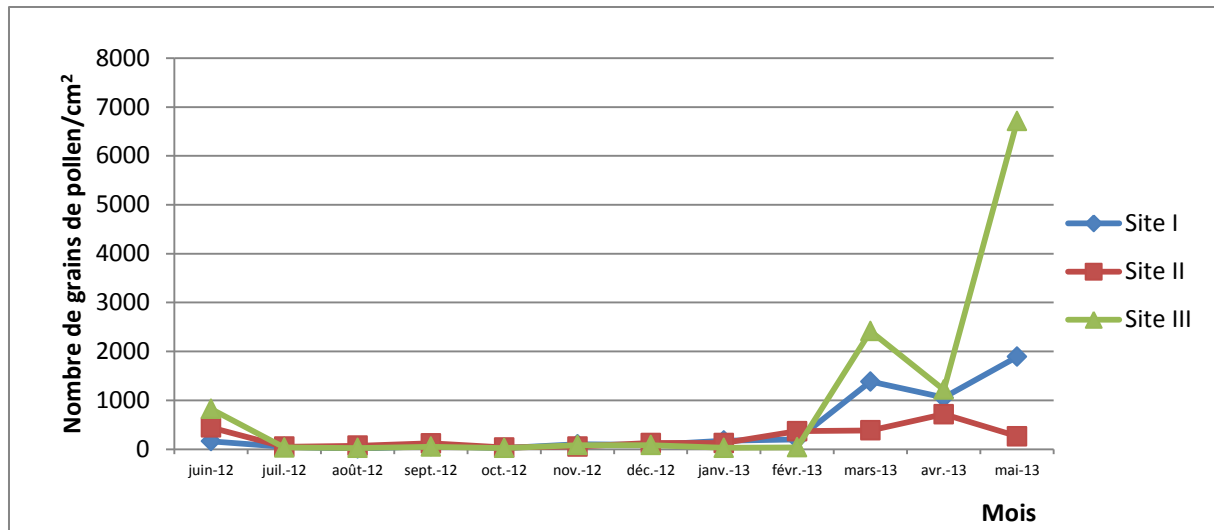


Figure 36 : Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 1^{ère} saison pollinique dans les trois sites étudiés (Juin 2012-Mai 2013)

La figure 36 indique que l'atmosphère du 3^{ème} site est caractérisée par l'abondance du pollen arboré, par rapport aux 1^{er} et 2^{ème} sites qui ont des pourcentages relativement proches.

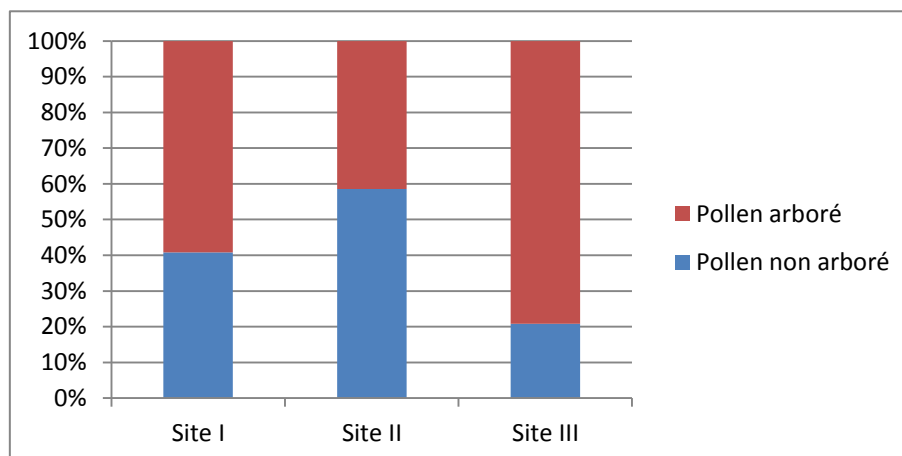


Figure 37: Variation mensuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 1^{ère} saison pollinique dans les trois sites étudiés (Juin 2012-Mai 2013)

La composition de l'air pollinique selon le type des taxons qui le compose, nous explique les différences remarquables au niveau du nombre de pollens, où, les arbres à des productions polliniques importantes ont été dominants (Fig. 37). Par exemple, durant le mois de mai, le *Quercus* avec 2583 GP/cm² et l'*Olea europaea* avec 2477 GP/cm² dans le 3^{ème} site. Tandis que le nombre a été 567,58 GP/cm² et 287,58 GP/cm² pour l'*Olea europaea* et le *Quercus* dans le site 1, et, les valeurs 28,33 GP/cm² et 13,83 GP/cm² pour les mêmes taxons respectivement, dans le 2^{ème} site.

En outre, l'emplacement du capteur influe sur les types de pollens capturés, dont on a implanté le dispositif sur 11 m d'hauteur dans le 3^{ème} site. Selon Besancenot (1989), l'emplacement du capteur gravimétrique conditionne en grande partie la récolte : il recueille surtout des pollens d'arbres lorsqu'il est placé en hauteur, et des pollens d'herbacées en situation basse.

1.4.2 -2^{ème} saison pollinique

Pour la deuxième année d'échantillonnage, la comparaison entre les deux sites nous permet de distinguer que contenu pollinique aie des variations très semblables sur la période de juin à novembre et de février à avril et le nombre de pollen atteint son maximum dans la même période (mois d'avril) (Fig. 38). Néanmoins, durant les mois de décembre et janvier, nous avons remarqué un comportement inverse ; en mois de janvier, la valeur augmente progressivement dans le site 1 (316,17 GP/cm²), et diminue dans le site 2 (19,83 GP/cm²), ensuite, en février, et contrairement au mois précédent, le nombre de pollen dans le site 2 augmente jusqu'à la valeur 1162,5 GP/cm².

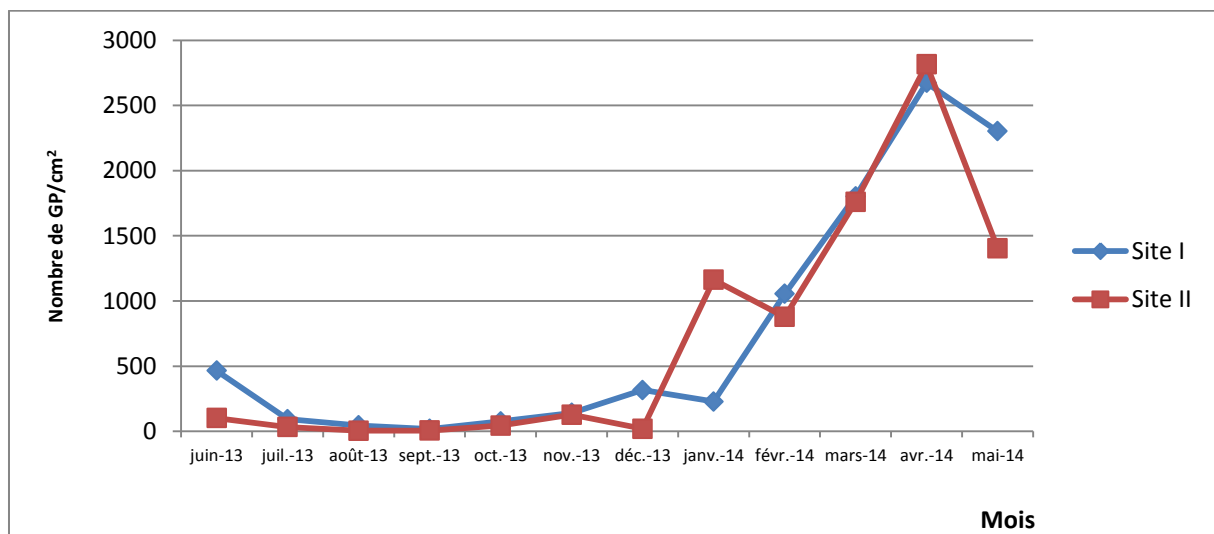


Figure 38 : Variation mensuelle du nombre de pollens recensés durant la 2^{ème} saison pollinique dans les deux sites étudiés (Juin 2013-Mai 2014)

La composition pollinique est opposée dans les deux sites, où nous avons noté que le pollen arboré est le dominant dans le site de Sidi Amar (58,96 %) (Fig. 39), par contre le pollen non arboré est le dominant dans le site d'El-Hadjar. Cette différence due essentiellement à la composition du couvert végétal entourant, dans lequel, nous notons l'existence en abondance, des taxons arborés, citons les familles et les espèces suivantes: Les *Pinaceae*, les

Cupressaceae, l'*Olea europaea*, *Ricinus communis*, *Melia azedarach*, l'*Eucalyptus*, les *Mimosaceae*.....

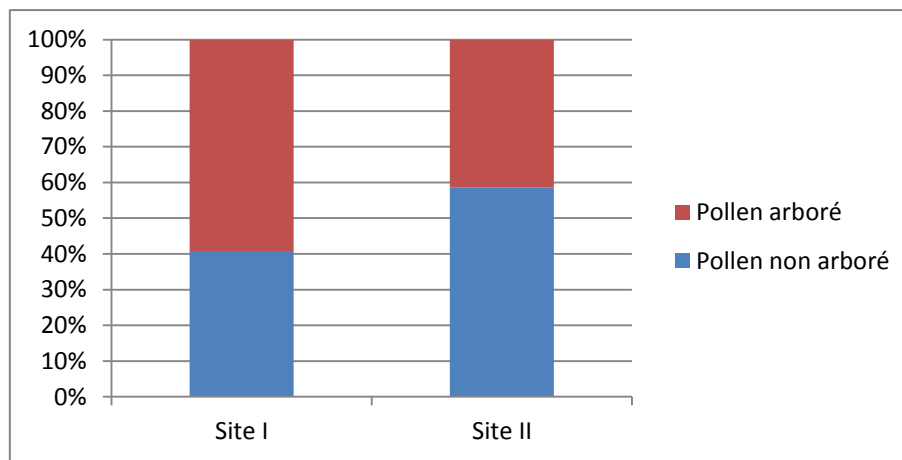


Figure 39 : Variation mensuelle du pourcentage de pollens arborés et non arborés des taxons recensés durant la 1^{ère} saison pollinique dans les deux sites étudiés (Juin 2013-Mai 2014).

1.4.3 Calendriers polliniques

Les tableaux (12-16) représentent les calendriers polliniques annuels des sites étudiés. Il apparaît qu'il existe des différences annuelles et interannuelles. Les différences sont, d'une part, dans les dates d'apparition des taxons, et d'autre part, dans l'intensité pollinique entre les années et les sites.

A titre d'exemple, la famille des *Cupressaceae*, dans le site I, a enregistré une apparition toute l'année, mais avec un total maximal en mars 2013 (100-500 GP/cm²) et (> 500 GP/cm²) en février 2014 (Tab. 12 et 13). Cette famille, par contre, a marqué au niveau du 2^{ème} site, une intensité au mois de février 2013 (100-500 GP/cm²) et au mois de janvier 2014 (> 500 GP/cm²) (Tab. 14 et 15). Le site 3, a marqué, une valeur maximale (> 500 GP/cm²) au mois de mars 2013 (Tab. 16).

Ces variations sont, probablement, aux conditions climatiques qui changent d'une année à l'autre.

Tableau 12 : Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville de Sidi Amar durant la 1^{ère} saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013)

Taxons		Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai
Arbres	<i>Alnus</i>												
	<i>Arecaceae</i>												
	<i>Betula</i>												
	<i>Carya</i>												
	<i>Castanea sativa</i>												
	<i>Casuarina</i>												
	<i>Corylus avellana</i>												
	<i>Cupressaceae</i>												
	<i>Fraxinus</i>												
	<i>Juglans</i>												
	<i>Ligustrum</i>												
	<i>Mimosaceae</i>												
	<i>Olea europaea</i>												
	<i>Oleaceae</i>												
	<i>Pinaceae</i>												
	<i>Platanus</i>												
	<i>Populus</i>												
	<i>Quercus ilex</i>												
	<i>Quercus</i>												
	<i>Robinia pseudoacacia</i>												
	<i>Salix</i>												
	<i>Tilia</i>												
	<i>Ulmaceae</i>												
Herbes	<i>Artemisia</i>												
	<i>Asteraceae</i>												
	<i>Brassicaceae</i>												
	<i>Chenopodiaceae</i>												
	<i>Fabaceae</i>												
	<i>Mercurialis</i>												
	<i>Plantago</i>												
	<i>Poaceae</i>												
	<i>Rumex</i>												
	<i>Trifolium</i>												
	<i>Urticaceae</i>												
	Spores												

< 50 grains/cm ²	50-100 grains/cm ²	100-500 grains/cm ²	> 500 grains/cm ²
-----------------------------	-------------------------------	--------------------------------	------------------------------

Tableau 13 : Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville de Sidi Amar durant la 2^{ème} saison pollinique (Juin 2013-Mai 2014)

Taxons		Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai
Arbre	<i>Cupressaceae</i>												
	<i>Alnus</i>												
	<i>Arecaceae</i>												
	<i>Betula</i>												
	<i>Carya</i>												
	<i>Castanea sativa</i>												
	<i>Casuarina</i>												
	<i>Corylus avellana</i>												
	<i>Cytisus</i>												
	<i>Euphorbiaceae</i>												
	<i>Fraxinus</i>												
	<i>Jasminum</i>												
	<i>Juglans</i>												
	<i>Ligustrum</i>												
	<i>Mimosaceae</i>												
	<i>Olea europaea</i>												
	<i>Oleaceae</i>												
	<i>Pinaceae</i>												
	<i>Platanus</i>												
	<i>Populus</i>												
	<i>Quercus ilex</i>												
	<i>Quercus</i>												
	<i>Robinia pseudoacacia</i>												
	<i>Salix</i>												
	<i>Sambucus</i>												
	<i>Tilia</i>												
	<i>Ulmaceae</i>												
Herbe	<i>Artemisia</i>												
	<i>Asteraceae</i>												
	<i>Brassicaceae</i>												
	<i>Chenopodiaceae</i>												
	<i>Fabaceae</i>												
	<i>Mercurialis</i>												
	<i>Plantago</i>												
	<i>Poaceae</i>												
	<i>Rumex</i>												
	<i>Trifolium</i>												
	<i>Urticaceae</i>												
	Spores												

< 50 grains/cm ²	50-100 grains/cm ²	100-500 grains/cm ²	> 500 grains/cm ²
-----------------------------	-------------------------------	--------------------------------	------------------------------

Tableau 14 : Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar durant la 1^{ère} saison pollinique (Juin 2012-Mai 2013)

	Taxons	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai
Arbre	<i>Alnus</i>												
	<i>Arecaceae</i>												
	<i>Betula</i>												
	<i>Carya</i>												
	<i>Castanea sativa</i>												
	<i>Casuarina</i>												
	<i>Corylus avellana</i>												
	<i>Cupressaceae</i>												
	<i>Fraxinus</i>												
	<i>Juglans</i>												
	<i>Ligustrum</i>												
	<i>Olea europaea</i>												
	<i>Pinaceae</i>												
	<i>Platanus</i>												
	<i>Populus</i>												
	<i>Quercus ilex</i>												
	<i>Quercus</i>												
	<i>Salix</i>												
	<i>Tilia</i>												
	<i>Ulmaceae</i>												
Herbe	<i>Artemisia</i>												
	<i>Asteraceae</i>												
	<i>Brassicaceae</i>												
	<i>Chenopodiaceae</i>												
	<i>Fabaceae</i>												
	<i>Mercurialis</i>												
	<i>Mimosaceae</i>												
	<i>Plantago</i>												
	<i>Poaceae</i>												
	<i>Rumex</i>												
	<i>Trifolium</i>												
	<i>Urticaceae</i>												
	Spores												

< 50 grains/cm²

50-100 grains/cm²

100-500 grains/cm²

> 500 grains/cm²

Tableau 15 : Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar durant la 2^{ème} saison pollinique (Juin 2013-Mai 2014)

	Taxons	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai
Arbre	<i>Alnus</i>												
	<i>Arecaceae</i>												
	<i>Betula</i>												
	<i>Carya</i>												
	<i>Castanea sativa</i>												
	<i>Casuarina</i>												
	<i>Corylus avellana</i>												
	<i>Cupressaceae</i>												
	<i>Cytisus</i>												
	<i>Fraxinus</i>												
	<i>Juglans</i>												
	<i>Ligustrum</i>												
	<i>Mimosaceae</i>												
	<i>Olea europaea</i>												
	<i>Oleaceae</i>												
	<i>Pinaceae</i>												
	<i>Platanus</i>												
	<i>Populus</i>												
	<i>Quercus ilex</i>												
	<i>Quercus</i>												
	<i>Robinia pseudoacacia</i>												
	<i>Rosaceae</i>												
	<i>Salix</i>												
	<i>Tilia</i>												
	<i>Ulmaceae</i>												
Herbe	<i>Artemisia</i>												
	<i>Asteraceae</i>												
	<i>Brassicaceae</i>												
	<i>Chenopodiaceae</i>												
	<i>Euphorbia</i>												
	<i>Fabaceae</i>												
	<i>Mercurialis</i>												
	<i>Plantago</i>												
	<i>Poaceae</i>												
	<i>Polygonaceae</i>												
	<i>Rumex</i>												
	<i>Trifolium</i>												
	<i>Urticaceae</i>												
	Spores												

< 50 grains/cm²

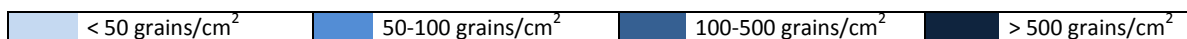
50-100 grains/cm²

100-500 grains/cm²

> 500 grains/cm²

Tableau 16 : Calendrier pollinique des taxons allergisants récoltés de l'atmosphère de la ville de Annaba (Juin 2012-Mai 2013)

	Taxons	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai
Arbre	<i>Alnus</i>												
	<i>Arecaceae</i>												
	<i>Artemisia</i>												
	<i>Betula</i>												
	<i>Carya</i>												
	<i>Castanae sativa</i>												
	<i>Casuarina</i>												
	<i>Corylus avellana</i>												
	<i>Cupressaceae</i>												
	<i>Fraxinus</i>												
	<i>Juglans</i>												
	<i>Ligustrum</i>												
	<i>Mimosaceae</i>												
	<i>Olea europaea</i>												
	<i>Oleaceae</i>												
	<i>Pinaceae</i>												
	<i>Platanus</i>												
	<i>Populus</i>												
	<i>Quercus ilex</i>												
	<i>Quercus</i>												
	<i>Salix</i>												
	<i>Tilia</i>												
	<i>Ulmaceae</i>												
Herbe	<i>Asteraceae</i>												
	<i>Brassicaceae</i>												
	<i>Chenopodiaceae</i>												
	<i>Fabaceae</i>												
	<i>Mercurialis</i>												
	<i>Plantago</i>												
	<i>Poaceae</i>												
	<i>Rumex</i>												
	<i>Trifolium</i>												
	<i>Urticaceae</i>												
	Spores												



2. Recensement des principaux taxons allergisants

Parmi la liste des taxons identifiés, 39 présentent un intérêt allergénique prouvé (Guérin et Michel, 1993) dont 24 arborés et 15 non arborés :

Les pollens des taxons arborés : *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Castanea sativa*, *Casuarina*, *Corylus avellana*, *Cupressaceae*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Ligustrum*, *Mimosaceae*, *Olea europaea*, *Oleaceae*, *Pinaceae*, *Platanus*, *Populus*, *Quercus* (*Quercus ilex* et *Quercus*), *Robcinia pseudoacacia*, *Rosaceae*, *Salix*, *Sambucus*, *Tilia* et *Ulmaceae*.

Les pollens des taxons non arborés : *Artemisia*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cytisus*, *Euphorbia*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Mercurialis*, *Plantago*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Rumex*, *Trifolium* et *Urticaceae*

Dans cette partie, nous nous limitons à étudier le comportement pollinique des taxons à pollen allergisant, que nous considérons comme majeurs, et qui ont été observés de façon régulière et dénombrés en quantité importante. Les taxons sont les suivants :

- 9 taxons non arborés : *Artemisia*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Mercurialis*, *Plantago*, *Poaceae*, *Rumex* et *Urticaceae*.
- 10 taxons arborés : *Alnus*, *Betula*, *Casuarina*, *Cupressaceae*, *Fraxinus*, *Olea europaea*, *Pinaceae*, *Populus*, *Quercus* (*Quercus ilex* et *Quercus*) et *Salix*.

2.1 Taxons allergisants herbacés

2.1.1 La famille des *Asteraceae*

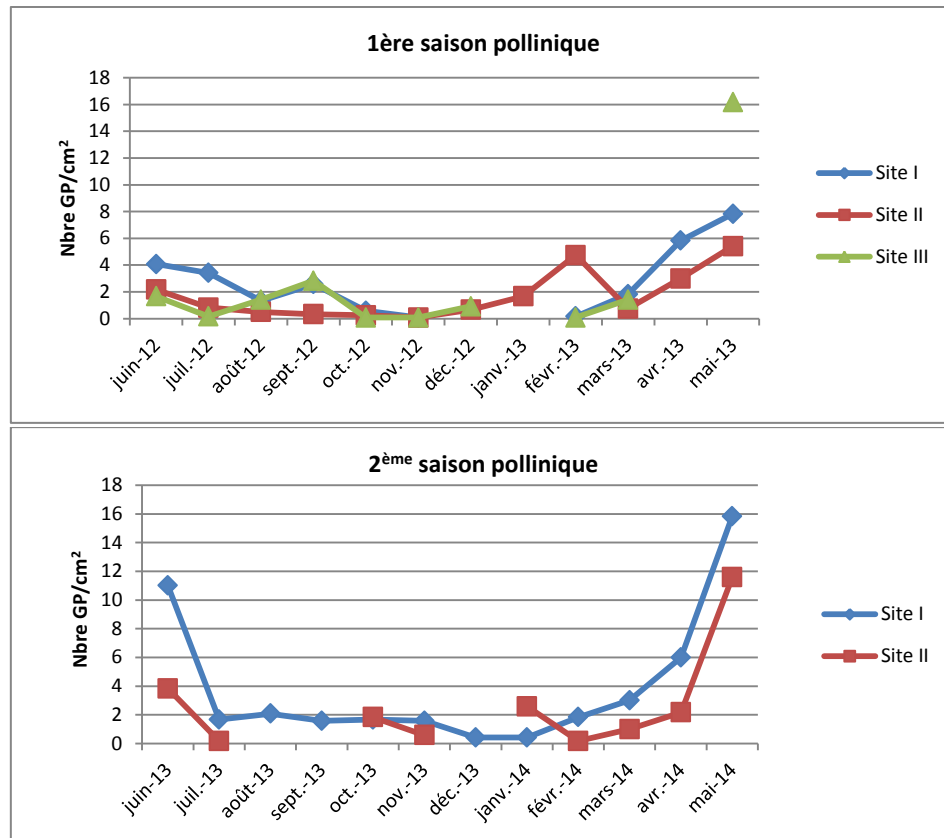
2.1.1.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 40)

2.1.1.1.1 -1^{ère} saison pollinique

La présence du pollen des *Asteraceae* a été marquée dès le début de juin dans les 3 sites. Les concentrations sont différentes d'un site à l'autre, mais les pics ont été enregistrés durant les mêmes mois pour les trois sites (en juin 2012 et en mai 2013) avec un troisième pic dans le site 2 en mois de février.

2.1.1.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Le premier site a marqué le total le plus élevé avec une présence annuelle et deux pics importants : 11 GP/cm² en juin 2013 et 15,83 GP/cm² en mai 2014. Le site 2 a enregistré les pics durant les mêmes mois avec 3,83 GP/cm² et 11,58 GP/cm² respectivement.

Figure 40: Variation pollinique annuelle de la famille des *Asteraceae*

2.1.1.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 41)

2.1.1.2.1 -1^{er} site

L'allure de la courbe est relativement similaire, sauf qu'elle s'arrête au mois de novembre et recommence au mois de février durant la 1^{ère} saison. Deux pics ont été enregistrés dans les mêmes mois, mais avec des valeurs différentes : les premiers : en juin 2012 avec 4,08 GP/cm² ; et 11 GP/cm² en juin 2013. Les deuxièmes : mai 2013 avec 7,83 GP/cm² et avec une valeur double 15,83 GP/cm² en mai 2014.

2.1.1.2.2 -2^{ème} site

La présence du pollen des *Asteraceae* a été marquée durant toute l'année de 1^{ère} saison (2012-2013) avec 2 pics en février et mai. Pour la 2^{ème} saison, nous avons observé une absence totale de cette famille entre les mois d'août et septembre 2013, ainsi que le mois de décembre 2013. Les pics ont été enregistrés en juin 2013 avec 3,83 GP/cm² et mai 2014 avec 11,58 GP/cm².

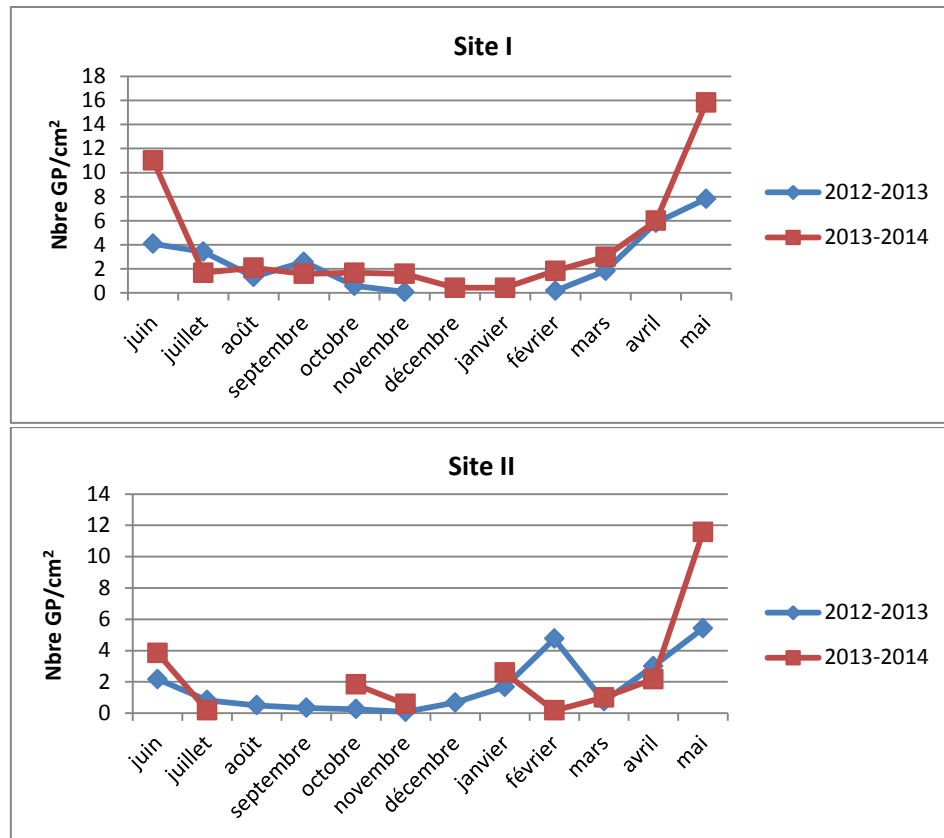


Figure 41 : Variation pollinique interannuelle de la famille des *Asteraceae*

Selon Chafai-Ketfi et Boughediri (2015), le pollen des *Asteraceae* a été trouvé dans l'atmosphère de Annaba à partir de la 3^{ème} semaine de janvier jusqu'à la fin d'août. Les valeurs les plus élevées ont été trouvées dans la 3^{ème} semaine d'avril et la 1^{ère} semaine de mai. Les mêmes auteurs (Chafai-Ketfi et Boughediri, 2006) ont indiqué que, dans l'atmosphère d'El-Hadjar, la famille des *Asteraceae* a été dominante au mois de mai avec 98 GP/cm².

Selon Kiared-Ould-Amara et *al.* (2015), le pollen de la famille des *Asteraceae* est en neuvième position dans le spectre pollinique de l'atmosphère d'Oran. La majorité du pollen d'*Asteraceae* est de type échinulées (Liguliflorae), par rapport aux *Asteraceae* fênestrées (Tubuliflorae) et *Artemisia*. Le pollen du genre *Centaurea* a été le plus dominant. La pollinisation a duré de la deuxième semaine de février jusqu'à la dernière semaine de décembre et les concentrations les plus élevées étaient au mois d'avril.

2.1.2 Le genre *Artemisia*

2.1.2.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 42)

2.1.2.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Généralement, les concentrations polliniques de l'*Artemisia* ont été très faibles, où les valeurs n'ont pas dépassé 2 GP/cm² dans les 3 sites étudiés.

Deux pics ont été observés au niveau du 1^{er} et 3^{ème} site. Pour le site 1, les pics ont été observés au mois de septembre et novembre. Le site 3, ils ont été enregistrés en octobre 2012 et avril 2013.

Le 2^{ème} site a marqué le nombre le plus faible qui varie entre 0,83 et 0,08 GP/cm².

2.1.2.1.2 -2^{ème} saison pollinique

L'apparition du pollen d'*Artemisia* dans le site 2, durant la 2^{ème} saison étudiée a été presque nulle. En revanche, au niveau du site 1, elle a enregistré deux pics avec des valeurs plus importantes (Fig. 42).

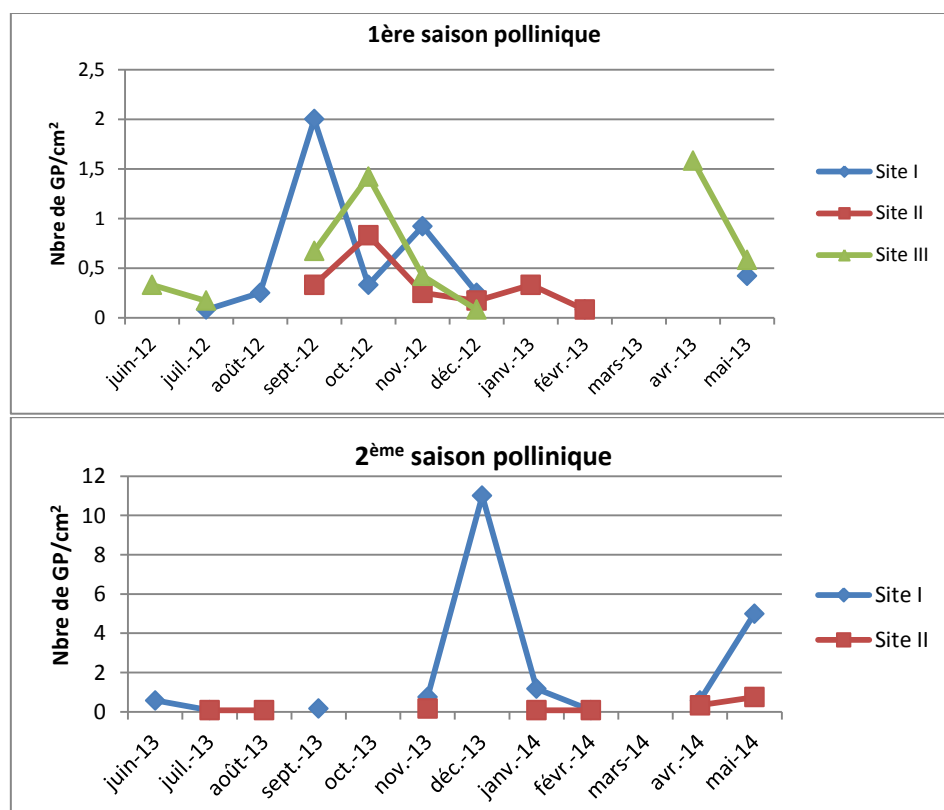


Figure 42 : Variation pollinique annuelle du genre *Artemisia*

2.1.2.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 43)

2.1.2.2.1 -1^{er} site

Durant la 2^{ème} saison, les valeurs ont été plus élevées que la 1^{ère}. Deux pics de concentration ont été remarqués, le premier au mois de décembre (11 GP/cm²) et le deuxième, en mois de mai avec 5 GP/cm². Le pic de la 1^{ère} saison a été moins important (2 GP/cm²) en mois de septembre 2012.

2.1.2.2.2 -2^{ème} site

Comme il est indiqué par la figure 43, les concentrations de l'*Artemisia* dans l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar sont faibles, spécialement pendant la deuxième saison sauf en mois de mai où nous avons noté un pic pollinique.

La première saison a marqué la présence de 2 pics, en octobre 2013 et en janvier 2014.

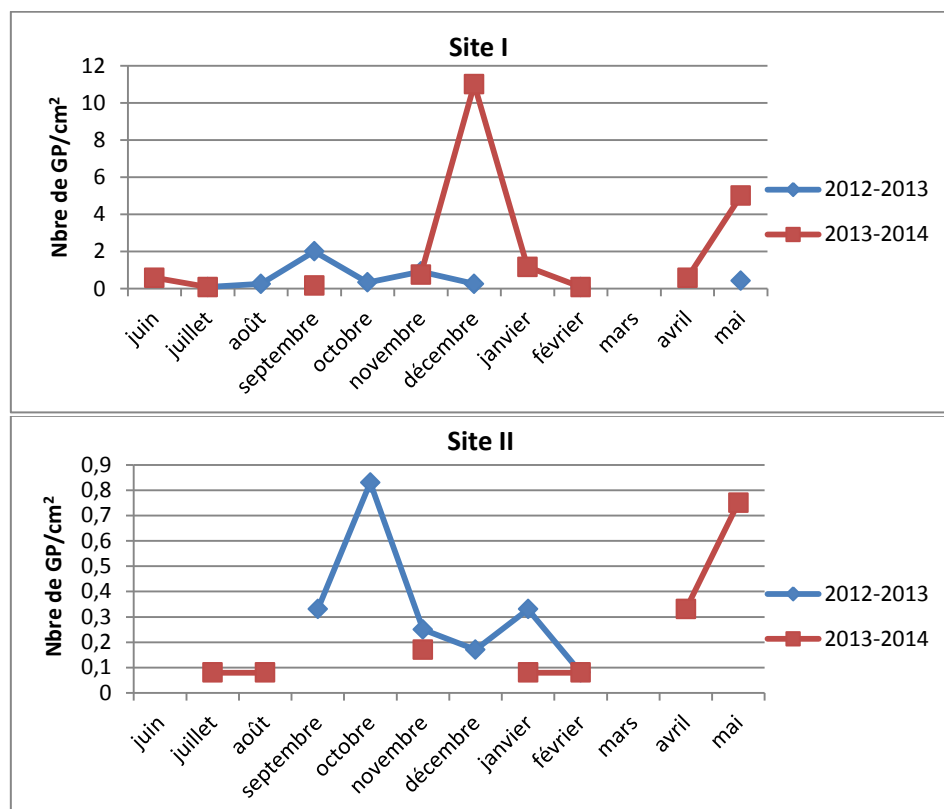


Figure 43 : Variation pollinique interannuelle du genre *Artemisia*

D'après une étude sur les variations temporelles et spatiales des concentrations polliniques de l'*Artemisia* (2000-2009) portant sur 13 sites situés dans différentes zones biogéographiques de l'Europe centrale et orientale, les auteurs ont montré que les saisons d'*Artemisia* ont été effectuées entre la mi-juillet et septembre. Ainsi, ils ont signalé qu'il n'y a aucune explication

des variations de l'intensité du pollen. La situation géographique ou le degré d'urbanisation n'a pas influencé, positivement ou négativement, la saison pollinique.

En plus, ils ont noté que les deuxièmes pics polliniques d'*Artemisia* peuvent influencer de manière significative la saison pollinique, contribuant à plus de 50% de la saison d'*Artemisia* enregistrée sur un site. Ces pics peuvent être dus à la pollinisation des espèces d'*Artemisia* à floraison tardive (Grewling et al., 2012).

Spieksma et al. (1989) ont montré que les saisons polliniques d'*Artemisia* ont commencé environ 10 jours plus tard, dans les régions méditerranéennes par rapport aux Pays-Bas. Les auteurs ont trouvé des corrélations positives significatives entre les dates de début de la saison pollinique d'*Artemisia* et des températures maximales en juillet et juin-juillet.

Contrairement à nos résultats, l'étude réalisée par Spieksma et al. (1989) a montré que, généralement, les dates de début de pollinisation d'*Artemisia* en Europe, ne varient pas beaucoup d'une année à l'autre dans certains sites. Cette stabilité indique que la floraison d'*Artemisia* au niveau de certains sites n'est pas particulièrement sensible aux changements des variables climatiques (Spieksma et al., 2003).

2.1.3 La famille des *Brassicaceae*

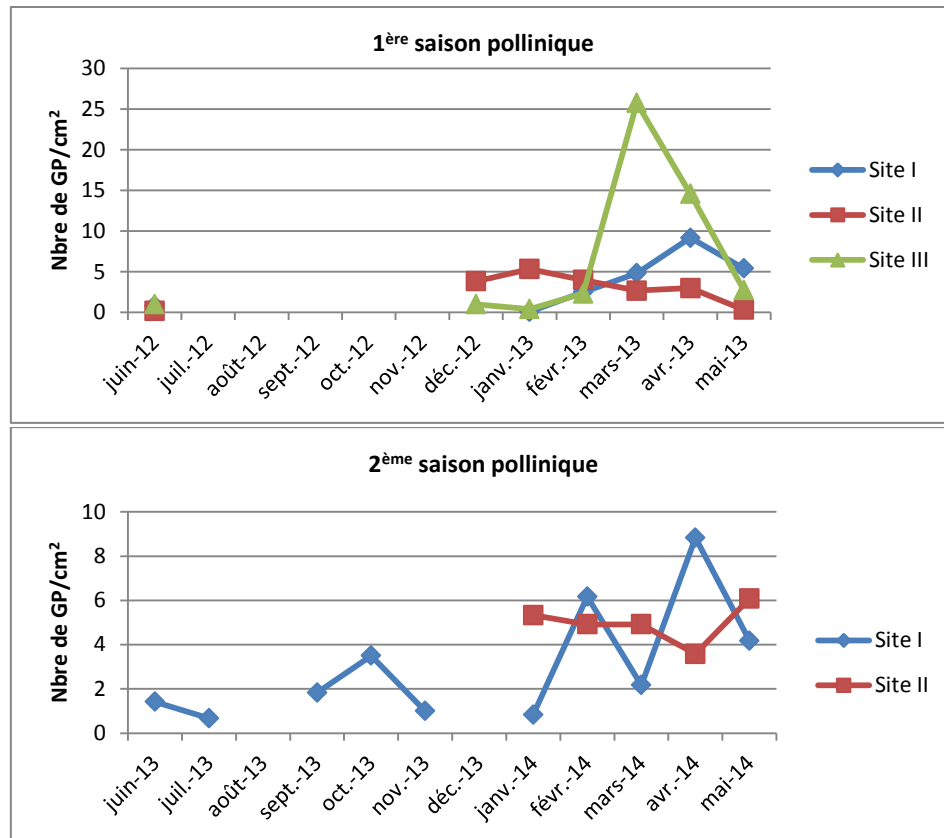
2.1.3.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 44)

2.1.3.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Des concentrations très faibles ont été enregistrées au mois de juin 2013. La saison pollinique a commencé en décembre 2012 dans les sites 2 et 3, et en janvier dans le site 1. Le pic le plus élevé a été marqué au mois de mars au niveau du 3^{ème} site (25,75 GP/cm²), suivi par le site 1 au mois d'avril (9,17 GP/cm²) et le site 2 au mois de janvier (5,33 GP/cm²).

2.1.3.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Les pollens sont apparus sur plusieurs périodes et des valeurs plus élevées dans le 1^{er} site, en enregistrant 3 pics : octobre 2013 (3,5 GP/cm²), février 2014 (6,17 GP/cm²) et avril 2014 (8,83 GP/cm²). En revanche, la période de pollinisation dans le site 2 a eu lieu entre janvier 2014 et mai 2014 où nous avons marqué un seul pic en ce dernier mois (6,08 GP/cm²).

Figure 44 : Variation pollinique annuelle de la famille des *Brassicaceae*

2.1.3.1 Variation pollinique interannuelle (Fig. 45)

2.1.3.1.1 -1^{er} site

La quantité pollinique de la 2^{ème} saison a été plus élevée et plus variée que la 1^{ère}, mais le pic des deux saisons a été enregistré durant le même mois : avril 2013 et avril 2014 avec la même valeur 8,83 GP/cm².

2.1.3.1.2 -2^{ème} site

La 1^{ère} saison pollinique était précoce par rapport à la 2^{ème} où nous avons enregistré les premiers grains de pollen en décembre 2012, alors qu'en 2014, c'était au mois de janvier.

Le mois de mai 2013 a marqué la valeur la plus faible, contrairement au mois de mai 2014 où nous avons enregistré le nombre maximal (6,08 GP/cm²).



Figure 45 : Variation pollinique interannuelle de la famille des *Brassicaceae*

Chafai-Ketfi et Boughediri (2015), le pollen de la famille des *Brassicaceae* a été dominant dans l'atmosphère de la région de Annaba de la 2^{ème} semaine de février jusqu'à la dernière semaine de juillet. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au cours de la 3^{ème} semaine d'avril.

Dans une autre étude réalisée à El-Hadjar et à Dréan (Chafai-Ketfi et *al.*, 2009), les auteurs ont trouvé que les premiers grains de pollen des *Brassicaceae* ont également été recueillis en janvier à El-Hadjar et en mars à Dréan.

Selon Guérin et Michel (1993), en raison du grand nombre d'espèces, la période principale de dissémination des pollens de *Brassicaceae* s'étale sur plusieurs mois en régions méditerranéennes.

A Oran (Nord-ouest algérien), la famille des *Brassicaceae* est classée à la onzième position dans le spectre pollinique de l'air. La pollinisation est produite à partir de la deuxième semaine de février à la quatrième semaine de juillet (Kiared-Ould-Amara et *al.*, 2015).

2.1.4 La famille des *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*:

2.1.4.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 46)

2.1.4.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Au niveau des trois sites, la pollinisation a commencé au mois de juin et atteint son maximum au mois de septembre avec 10,42 GP/cm² dans le site 3, 7 GP/cm² pour le site 2 et, 1,17 GP/cm² pour le site 1. La fin de la saison a été marquée au mois de janvier et la reprise au mois de mars jusqu'au mois de mai. Les 2^{ème} pics sont enregistrés au niveau du site 3 (19 GP/cm²) et le site 1 (11,17 GP/cm²). La période de pollinisation dans le site 2 a duré 2 mois (avril et mai 2013).

2.1.4.1.2 -2^{ème} saison pollinique

La courbe représente la même allure avec des valeurs relativement proches, sauf qu'au mois de septembre aucun grain de pollen n'a été capté dans le site 2.

Les mois de juin 2013 et mai 2014 ont enregistré les pics polliniques au niveau des sites 2 et 3 durant le mois de mars.

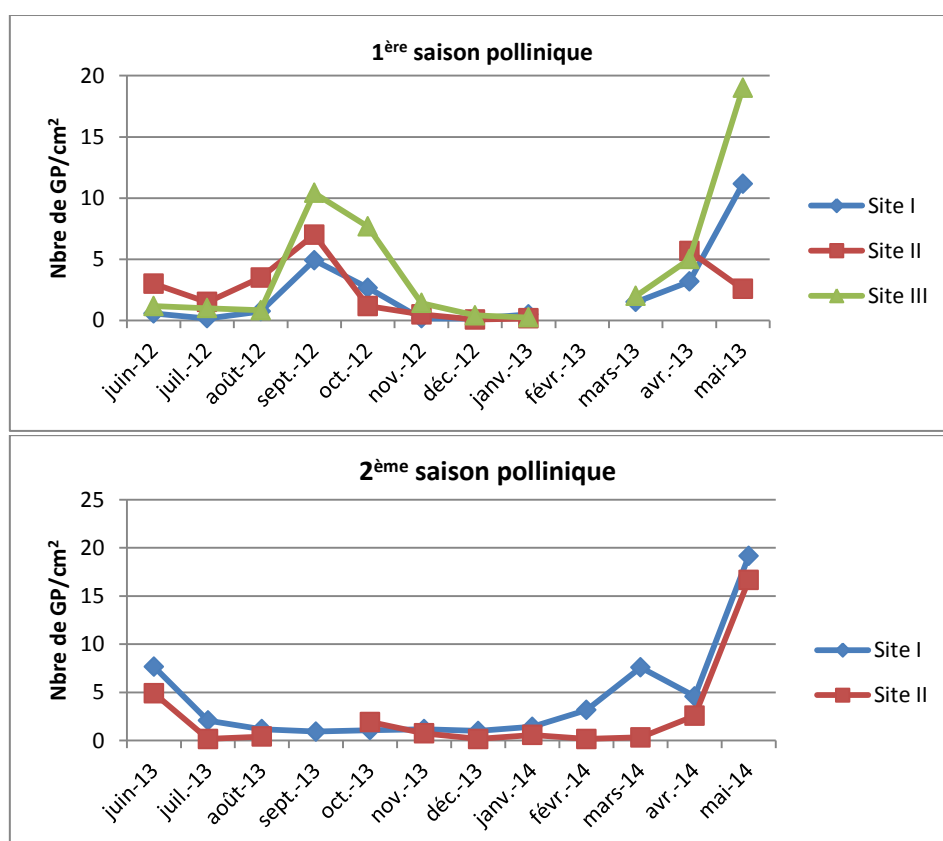


Figure 46 : Variation pollinique annuelle de la famille des *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*

2.1.4.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 47)

2.1.4.2.1 -1^{er} site

La première saison a marqué 2 pics : septembre 2012 (4,92 GP/cm²) et mai 2013 (11,17 GP/cm²). La production pollinique de la deuxième saison a été plus élevée que la première, où nous avons marqué 3 pics : juin 2013 (7,67 GP/cm²), mars 2014 (7,58 GP/cm²) et mai 2014 (19,17 GP/cm²).

2.1.4.2.2 -2^{ème} site

Comme le site 1, la concentration des pollens a enregistré 7 GP/cm² en septembre 2012 pour la 1^{ère} saison et, un maximum, plus élevé, de 16,67 GP/cm² en mai 2014 durant la 2^{ème} saison.

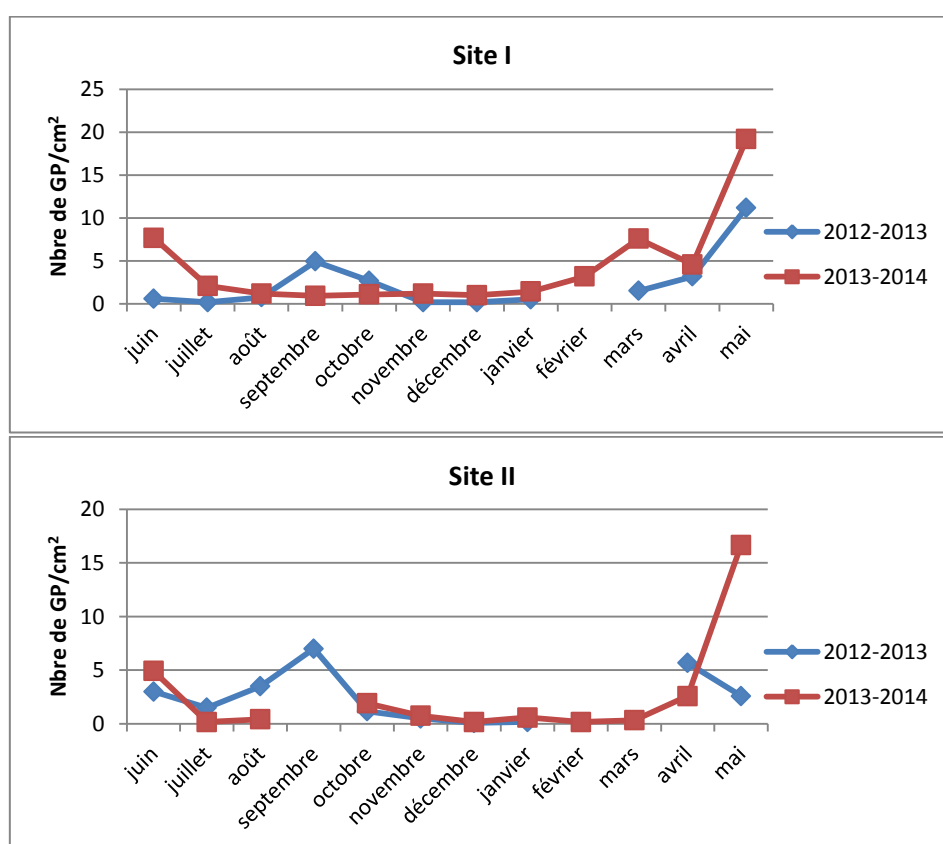


Figure 47 : Variation pollinique interannuelle de la famille des *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*

Dans une étude à Timisoara (Roumanie) pendant 4 ans (2000-2004), les résultats montrent que la saison pollinique de la famille des *Chenopodiaceae/Amaranthaceae* a été effectuée dans des intervalles réguliers entre juin et octobre de chaque année. Ainsi, des petites concentrations ont été enregistrées sur chaque saison (Ianovici, 2008).

À Salamanque (Espagne), ce type de pollen apparaît à la fin avril. Les niveaux quotidiens augmentent à partir du début juin jusqu'à la première semaine d'août, où il atteint la valeur la

plus élevée. Les plus hauts comptes sont, généralement, entre la fin de juillet et la mi-août. La valeur la plus élevée est marquée en août et la plus basse en juin et juillet (Rodríguez de la Cruz et *al.*, 2012).

D'après une étude aérobiologique sur les pollens des *Amaranthaceae* effectuée sur une période de 21 ans, dans la partie sud de la péninsule ibérique, les résultats ont montré que le pollen des *Amaranthaceae* était présent dans l'atmosphère pendant plus de 6 mois ; du début du printemps jusqu'au début de l'automne avec des valeurs annuelles qui varient de 200 à 2000 grains de pollen/m³. Les pics ont été enregistrés en août-septembre au cours des années de l'étude, mais aussi, en mai-juin dans les années où plus de 50% des précipitations annuelles ont été enregistrées dans les mois avant la floraison (Cariñanos et *al.*, 2014).

2.1.5 Le genre *Mercurialis*

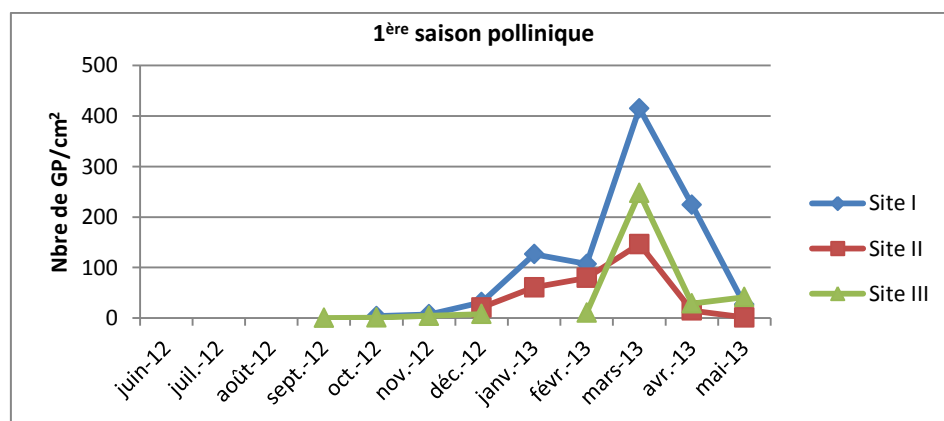
2.1.5.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 48)

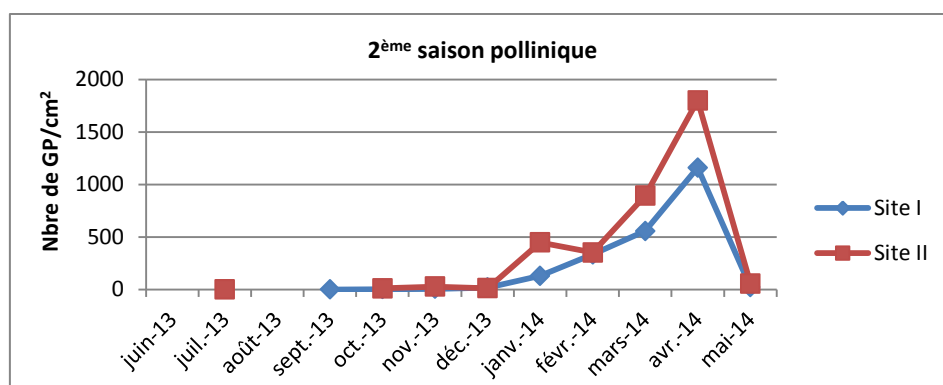
2.1.5.1.1 -1^{ère} saison pollinique

La pollinisation du *Mercurialis* a tout d'abord débuté à Sidi Amar et Annaba en octobre avec des quantités de pollens plutôt faible, puis à El-Hadjar en décembre. C'est à Sidi Amar qu'apparaissent les quantités importantes de pollens ; en mars 2013 (415 GP/cm²), suivi par Annaba (247,42 GP/cm²) et El-Hadjar (146,42 GP/cm²).

2.1.5.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Le pollen de *Mercurialis* était plus abondant dans le deuxième site avec 2 pics en janvier 2014 (447,58 GP/cm²) et en avril 2014 (1799,83 GP/cm²). Le seul pic du 1^{er} site était au mois d'avril avec 1160,17 GP/cm².



Figure 48 : Variation pollinique annuelle du genre *Mercurialis*

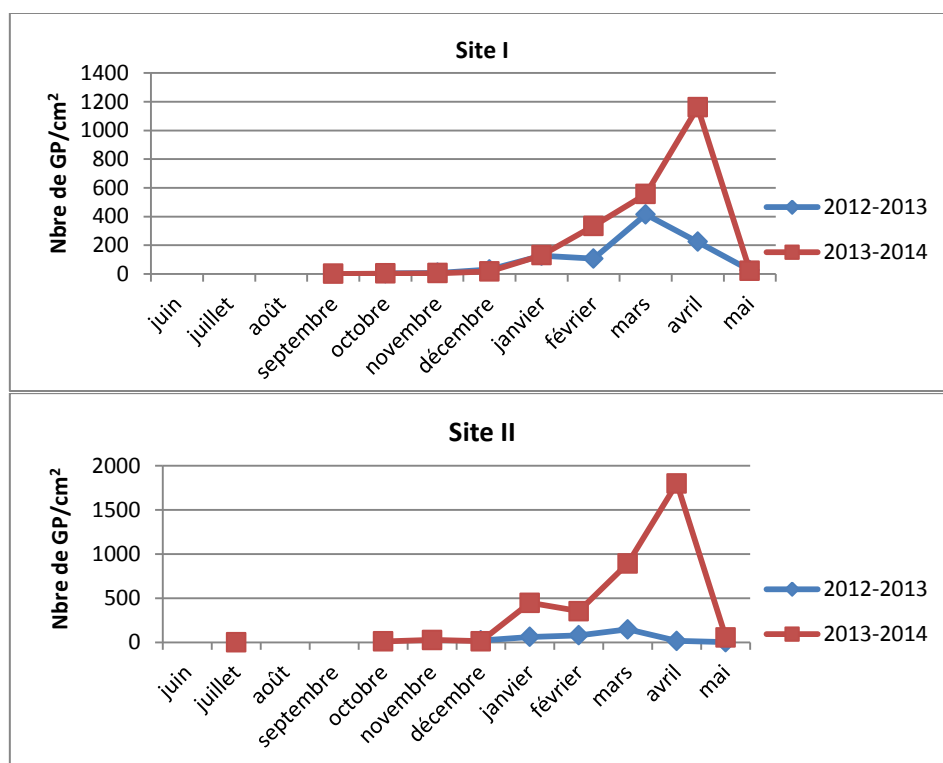
2.1.5.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 49)

2.1.5.2.1 -1^{er} site

Les concentrations polliniques étaient plus importantes durant la deuxième année d'échantillonnage que la première, où nous avons collecté 1160,17 GP/cm² en avril 2014 contre 415 GP/cm² en mars 2013.

2.1.5.2.2 -2^{ème} site

Les quantités de grains de pollens étaient nettement plus importantes pendant la deuxième saison en marquant 1799,83 GP/cm² en avril 2014. Pour la 1^{ère} saison, le maximum était 146,42 GP/cm².

Figure 49 : Variation pollinique interannuelle du genre *Mercurialis*

D'après nos résultats, le genre *Mercurialis* est classé en deuxième position après les *Poaceae*. Les valeurs les plus élevées ont été recueillies entre les mois de janvier et mars pour les deux années d'étude. Les fortes concentrations dues essentiellement à l'existence de cette plante dans le couvert végétal en grandes quantités.

Contrairement à nos résultats, García-Mozo et al. (2006), ont indiqué que le pollen du *Mercurialis* été parmi les taxons les moins abondants. Il est présent dans l'atmosphère de Toledo (Espagne) toute l'année. Des concentrations plus élevées ont été enregistrées au printemps.

D'après Gadermaier et al. (2014), L'espèce *Mercurialis annua* est une source d'allergène important dans les régions méditerranéennes, l'Espagne et de l'Italie. (Mer a 1) a été décrit comme une molécule allergénique. Des niveaux élevés de sensibilisation à *Mercurialis* allant de 28% à 56% ont été décrites dans plusieurs régions d'Espagne.

2.1.6 Le genre *Plantago*

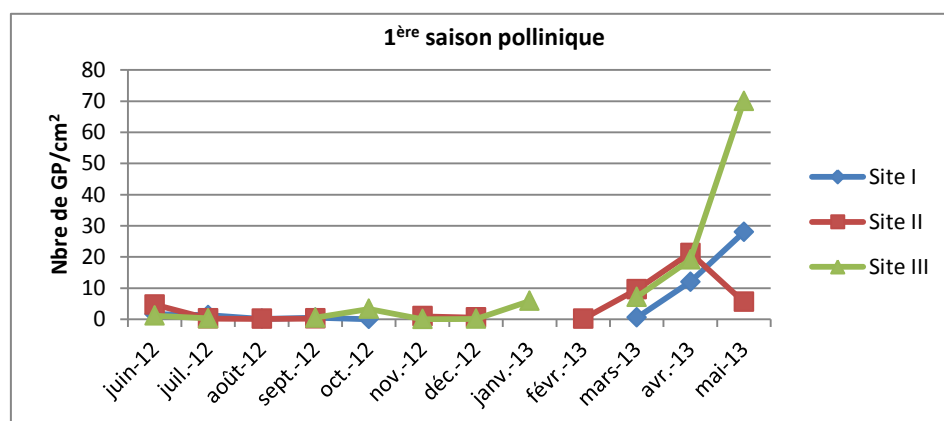
2.1.6.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 51)

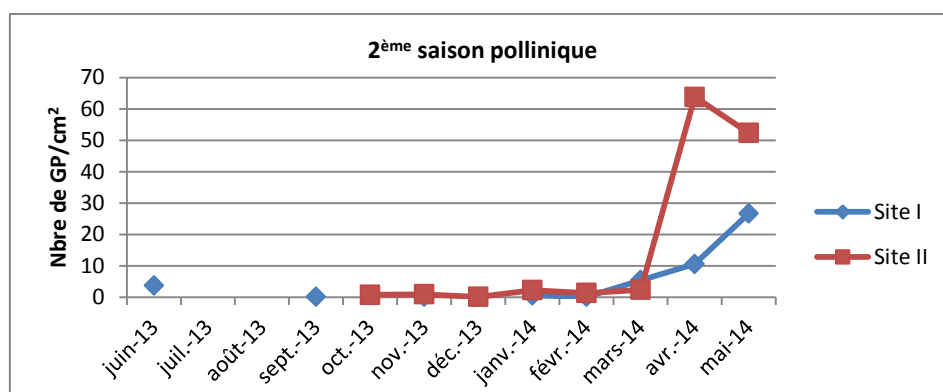
2.1.6.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Le site 3 a enregistré le maximum en mai 70 GP/cm², suivi par le site 1, durant le même mois avec 28 GP/cm². Le site 2 a marqué sa valeur maximale avec 21,25 GP/cm² en avril.

2.1.6.1.2 -2^{ème} saison pollinique

La saison pollinique du *Plantago* a commencé dans le deuxième site en octobre 2013, et atteint son maximum en avril 2014 avec 63,83 GP/cm². Pour le site 1, les pollens ont été présents en novembre 2013, et le pic a été atteint en mai 2014 avec une valeur de 26,67 GP/cm².



Figure 50 : Variation pollinique annuelle du genre *Plantago*

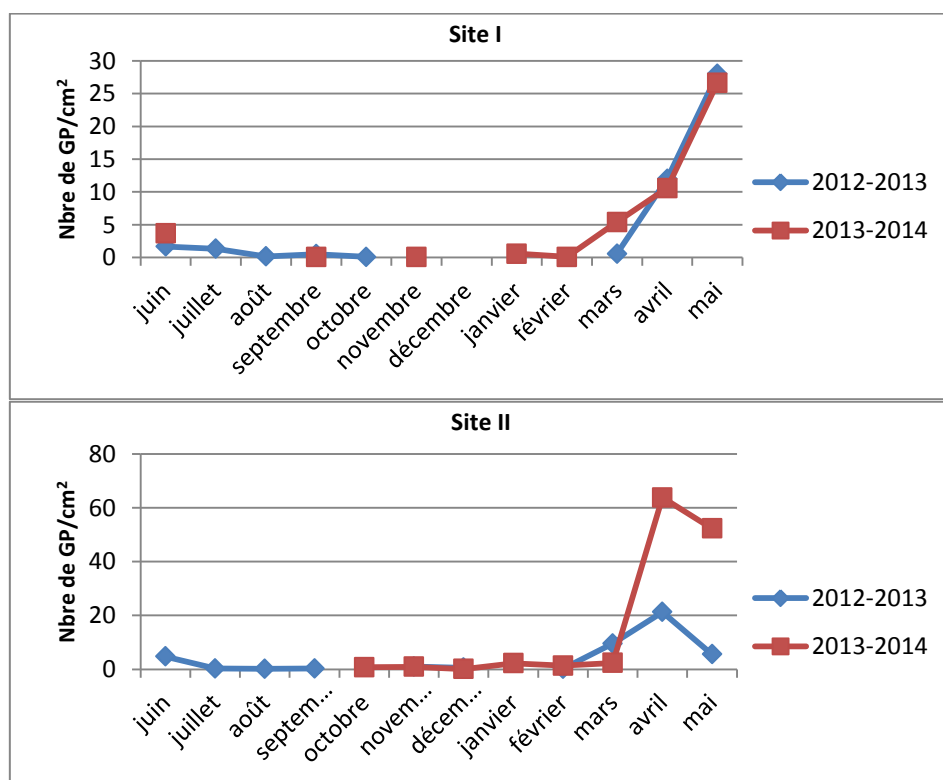
2.1.6.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 51)

2.1.6.2.1 -1^{er} site

La deuxième saison était plus précoce avec 2 mois où nous avons noté l'apparition du pollen en janvier 2014, contrairement à la 1^{ère} saison, la pollinisation a débuté en mars 2013. Les pics en été marqués durant le mois de mai au cours des deux saisons étudiées avec 26 GP/cm².

2.1.6.2.2 -2^{ème} site

La pollinisation du *Plantago* a été précoce et plus importante pendant la 2^{ème} saison par rapport à la première. Cette dernière a débuté en octobre. Les deux pics polliniques ont eu lieu en avril pour les deux saisons (avril 2013 : 21,25 GP/cm² ; avril 2014 : 63,83 GP/cm²).

Figure 51 : Variation pollinique interannuelle du genre *Plantago*

D'après Erkan et *al.* (2011), la saison pollinique du *Plantago* a commencé dans l'atmosphère de Kırklareli (Turquie) dans la 1^{ère} semaine de mai et se termine à la 3^{ème} semaine de septembre. Les valeurs les plus élevées ont été notées entre la 21^{ème} semaine et la 22^{ème} semaine. Les grains de pollen de ce genre constituaient 2,60% de pollen totale.

En Espagne, selon Subiza et *al.* (2007), les plus fortes concentrations du pollen de *Plantago* ont été enregistrées en avril, mai et juin. Ce pollen peut déclencher des symptômes dans 25-75% des personnes souffrant d'allergie au pollen.

Vaquero et *al.* (2013), ont indiqué que les pics polliniques du *Plantago* ont été notés en avril et mai à Toledo (Espagne).

2.1.7 La famille des *Poaceae*

2.1.7.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 52)

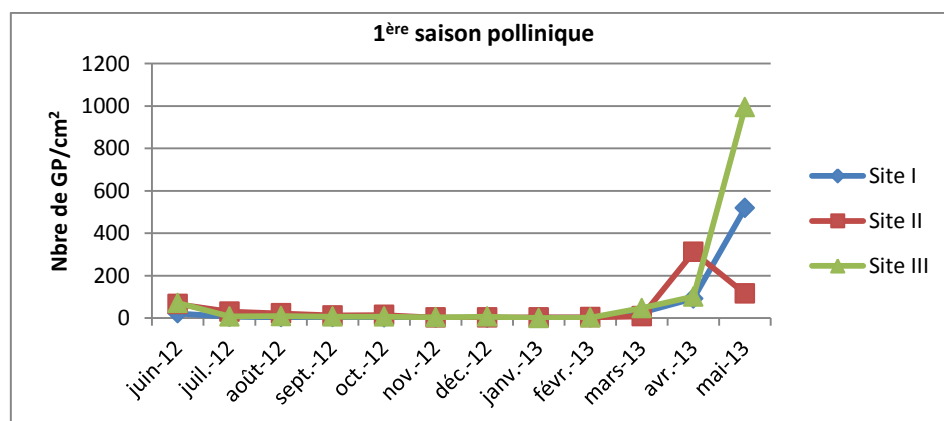
2.1.7.1.1 -1^{ère} saison pollinique

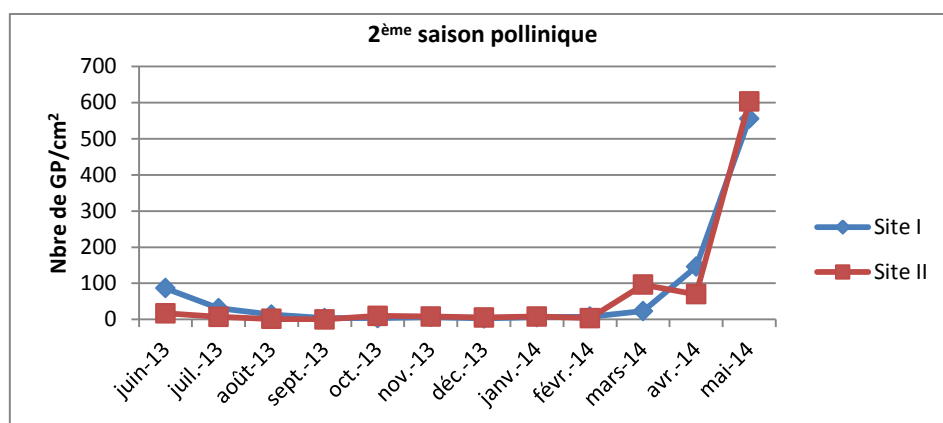
Les résultats de cette étude indiquent que les pollens des *Poaceae* ont été recueillis au cours de tous les mois de l'année dans les trois sites étudiés.

Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées dans le site 3 avec un pic 995 GP/cm² au mois de mai, suivi par le site 1 avec 518,83 GP/cm² durant le même mois. Le site 2 a enregistré un total de 312,25 GP/cm² pendant le mois d'avril.

2.1.7.1.2 -2^{ème} saison pollinique

L'aspect des courbes de variation pollinique des deux sites est semblable, les valeurs maximales ont été observées au mois de mai 2014 avec 603,21 GP/cm² pour le site 2 et 555 GP/cm² dans le site 1.



Figure 52 : Variation pollinique annuelle de la famille des *Poaceae*

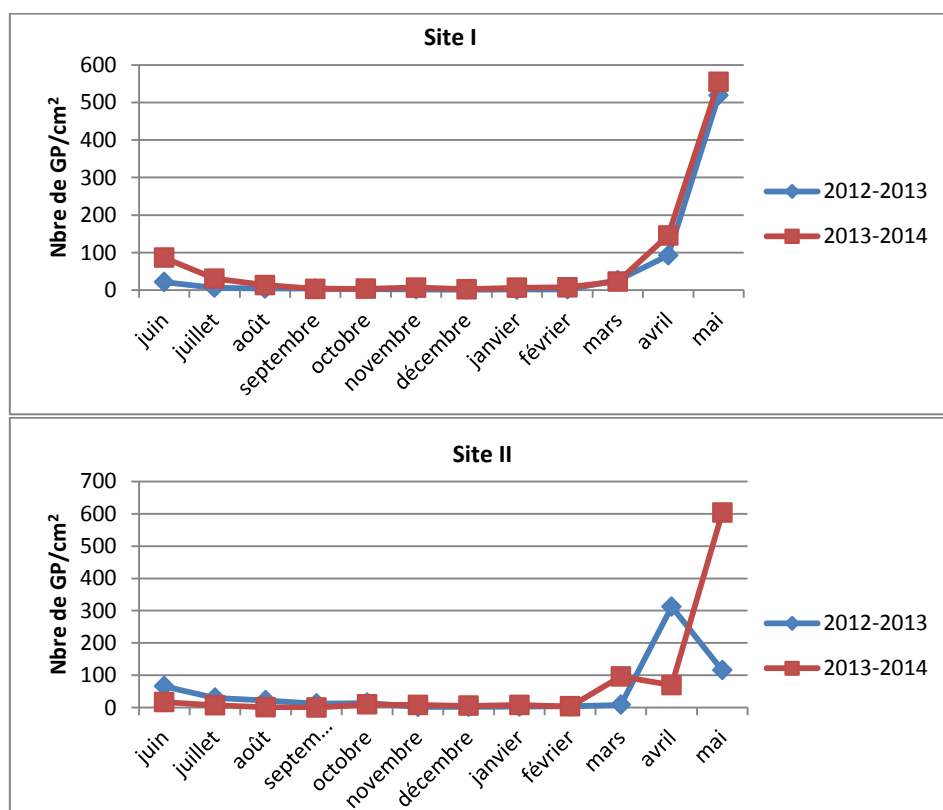
2.1.7.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 53)

2.1.7.2.1 -1^{er} site

La courbe de variation des *Poaceae* de la première année est identique à celle de la deuxième année. Un seul pic pour les deux saisons avec des valeurs très importantes : mai 2013 (555 GP/cm²) et mai 2014 (518,83 GP/cm²).

2.1.7.2.2 -2^{ème} site

Le 2^{ème} site a enregistré un pic en avril 2013 (312,25GP/cm²), et deux pics pendant le 2^{ème} échantillonnage : le premier, le moins important avec 96 GP/cm² en mars 2014 et le deuxième en mai 2014 avec 603,25 GP/cm².

Figure 53 : Variation pollinique interannuelle de la famille des *Poaceae*

Selon les données d'étude similaire réalisée dans la région d'El-Hadjar par Chaffai-Ketfi et *al.* (2009), les pollens des *Poaceae* ont été classés en première position avec 1520 PG/cm² (23,77%). La valeur maximale a été observée en avril et en mi-mai. Les auteurs ont expliqué cette dominance par la présence d'une grande superficie des prairies située dans la région d'El-Hadjar.

A cause de leur pollen allergisant, les graminées sont la cause la plus importante de la pollinose dans toute l'Espagne. La plus forte concentration des pollens des graminées dans l'atmosphère varie de 40 à 75 grains/m³ d'air, ce qui est le niveau le plus fréquent dans la zone côtière méditerranéenne espagnole, et de 200 à 400 grains/m³ dans certains domaines centre de l'Espagne tels que Badajoz ou Salamanque (Subiza et *al.*, 1995).

Selon Tosunoğlu et *al.* (2013), les grains de pollen de cette famille constituaient 13,62% du pollen totale dans l'atmosphère de Kırklareli (Turquie). La production de pollen a débuté à partir de la 3^{ème} semaine de mars à la dernière semaine de novembre (Erkan et *al.*, 2011). Le pollen des *Poaceae* a été le seul type non-arboré majeur observé dans l'atmosphère de Kusadasi avec un comptage de 480 GP/cm². Ces plantes représentent 3,70% du pollen totale dans la zone d'étude.

Les allergènes des pollens de graminées sont une cause majeure de maladie respiratoire allergique (Davies et *al.*, 2012). Dans la région méditerranéenne, les allergies respiratoires dues aux pollens des *Poaceae* ont augmenté au cours des dernières décennies, malgré la baisse des niveaux de pollen d'herbe atmosphériques enregistrées dans certaines villes (Recio et *al.*, 2010).

2.1.8 Le genre *Rumex*

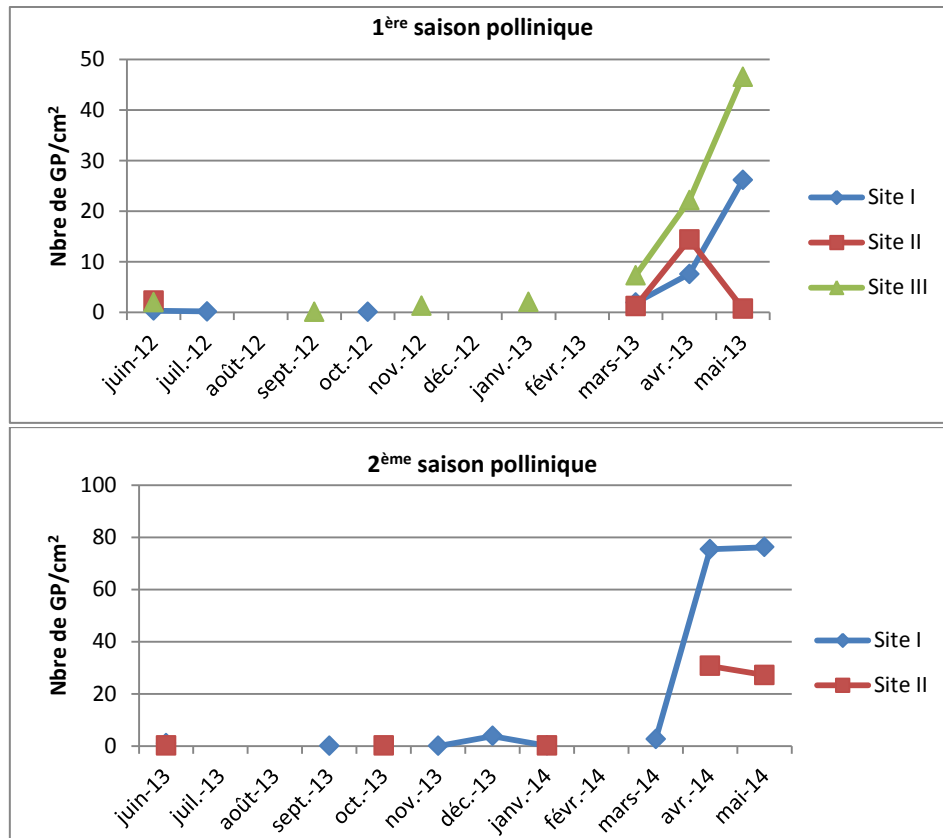
2.1.8.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 54)

2.1.8.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Le pollen du *Rumex* était abondant au niveau du site 3 avec un pic de 46,58 GP/cm² en mai. Durant le même mois, le site 1 a marqué son maximum de 26,17 GP/cm². Un total de 14,42 GP/cm² a caractérisé le site 2 pendant le mois d'avril.

2.1.8.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Le site 1 a marqué des valeurs plus élevées que le site 2. Un pic de 76,25 GP/cm² en mai a été observé dans le site 1, et 30,67 GP/cm², en avril, dans le site 2.

Figure 54 : Variation pollinique annuelle du genre *Rumex*

2.1.8.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 55)

2.1.8.2.1 -1^{er} site

La deuxième saison a noté des quantités polliniques plus importantes que la première. Les pics ont été effectués durant le mois de mai avec des différentes (avril 2013 : 26,17 GP/cm² ; avril 2014 : 76,25 GP/cm²).

2.1.8.2.2 -2^{ème} site

La deuxième saison pollinique des pollens de *Rumex* a été plus courte (1 mois) que celle de la première saison, qui a commencé en avril 2014 avec un maximum de 30,67 GP/cm². La première saison a duré 2 mois (de mars à mai) avec un pic de 14,42 GP/cm² en avril 2013.

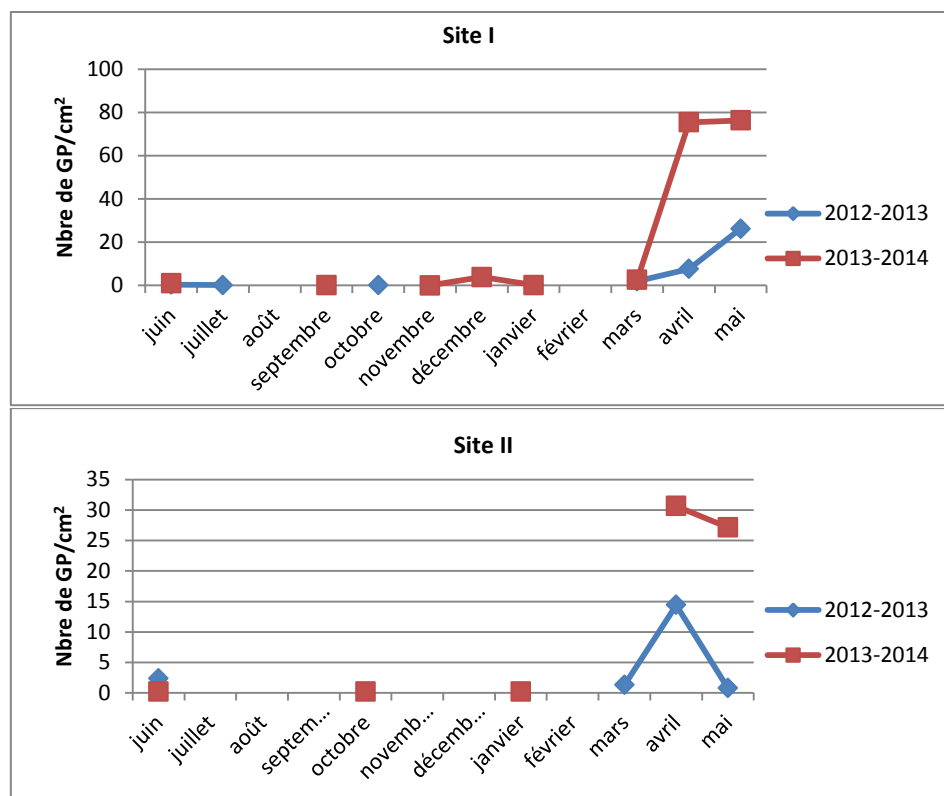


Figure 55 : Variation pollinique interannuelle du genre *Rumex*

Selon un travail réalisé à Lublin (Pologne), Piotrowska (2012) a trouvé qu'en moyenne, la saison pollinique de *Rumex* a commencé le 13 mai, et a terminé le 7 Septembre. La durée de la saison est de quatre mois. Cependant, les concentrations élevées de pollen ont été enregistrées en juin et juillet. En plus, et pendant les saisons les plus courtes, un nombre plus élevé de pollen a été enregistré. Une corrélation négative significative a été trouvée entre la durée de la saison pollinique et la concentration de pollen. Ce dernier était fortement corrélé avec l'humidité et la température moyenne de l'air.

2.1.9 La famille des *Urticaceae*

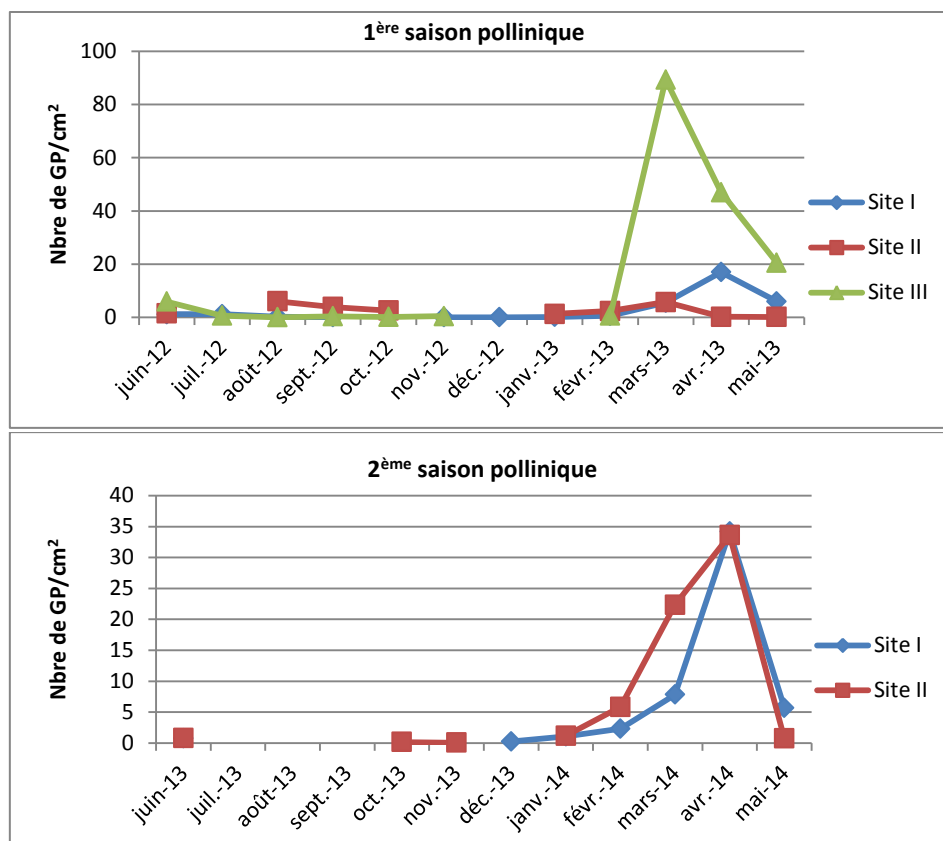
2.1.9.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 56)

2.1.9.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Le 3^{ème} site a marqué pendant le mois de mars le total le plus élevé 89,33 GP/cm², suivi par le 1^{er} site avec une valeur moins importante en avril (17 GP/cm²). Le 2^{ème} site a enregistré, en mars, les concentrations les plus faibles avec un maximum de 5,75 GP/cm².

2.1.9.1.2 -2^{ème} saison pollinique

La saison pollinique a commencé en décembre 2013 dans le site 1, en revanche, elle a débuté en janvier 2014 dans le 2^{ème} soit un décalage d'un mois. Les pics ont été enregistrés en avril avec des valeurs proches : 34,17 GP/cm² pour le site 1 et 33,58 GP/cm² pour le site 2.

Figure 56 : Variation pollinique annuelle de la famille des *Urticaceae*

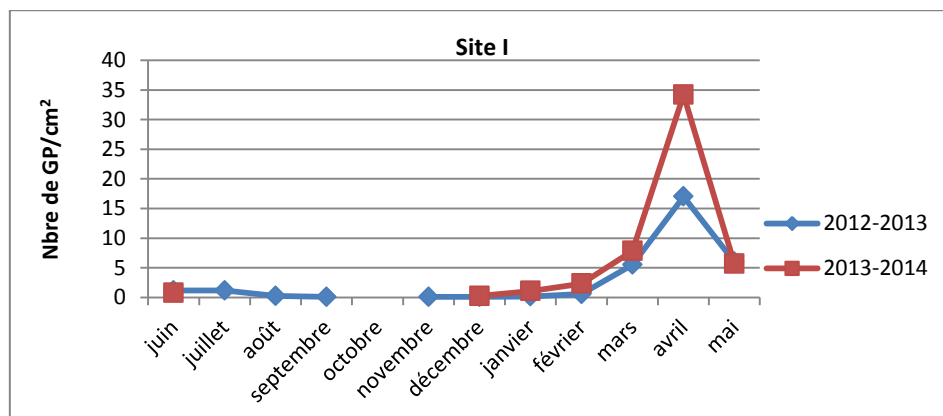
2.1.9.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 57)

2.1.9.2.1 -1^{er} site

La production pollinique de cette famille a été importante durant la 2^{ème} saison avec 34,17 GP/cm² en avril 2014, et moins importante pendant la 1^{ère} (17 GP/cm² en avril 2013).

2.1.9.2.2 -2^{ème} site

Pour le site 2, la pollinisation a débuté en janvier pour les deux saisons. Cependant, il est à noter que les quantités de pollen en 2013-2014 étaient supérieures aux quantités de l'année qui précède (33,58 GP/cm² en avril 2014 et 5,75 GP/cm² en mars 2013).



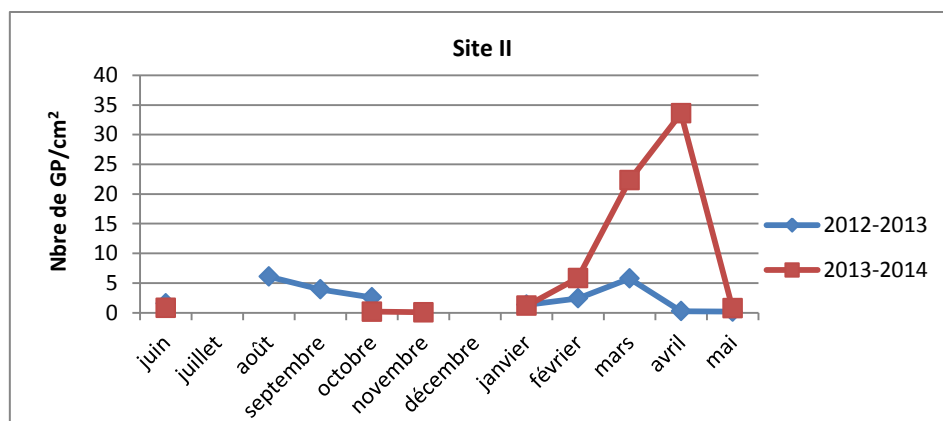


Figure 57 : Variation pollinique interannuelle de la famille des *Urticaceae*

Le genre *Parietaria* est la principale source d'allergène de la famille des *Urticaceae*. Les espèces les plus importantes sont : *Parietaria judaica* et *Parietaria officinalis*. Ces herbes ont une très longue saison de floraison, en commençant au début du printemps jusqu'à l'été, ainsi qu'une courte période de pollinisation qui a lieu entre la fin août et octobre. La longue persistance extraordinaire dans l'atmosphère du pollen de *Parietaria* dans la région méditerranéenne est responsable d'une symptomatologie multi-saisonnière (D'Amato et al., 2007, Gadermaier et al., 2014). *Parietaria judaica* (Pj) est considérée comme l'une des principales sources d'allergènes dont la composition allergénique a été étudiée en détail (Bonura et al., 2013).

Selon Kiared-Ould-Amara et al. (2015), le pollen de la famille des *Urticaceae* occupe la sixième position dans le spectre de pollen à Oran. Ce type de pollen présente la plus longue période de pollinisation annuelle.

2.2 Taxons allergisants arborés

2.2.1 Le genre *Alnus*

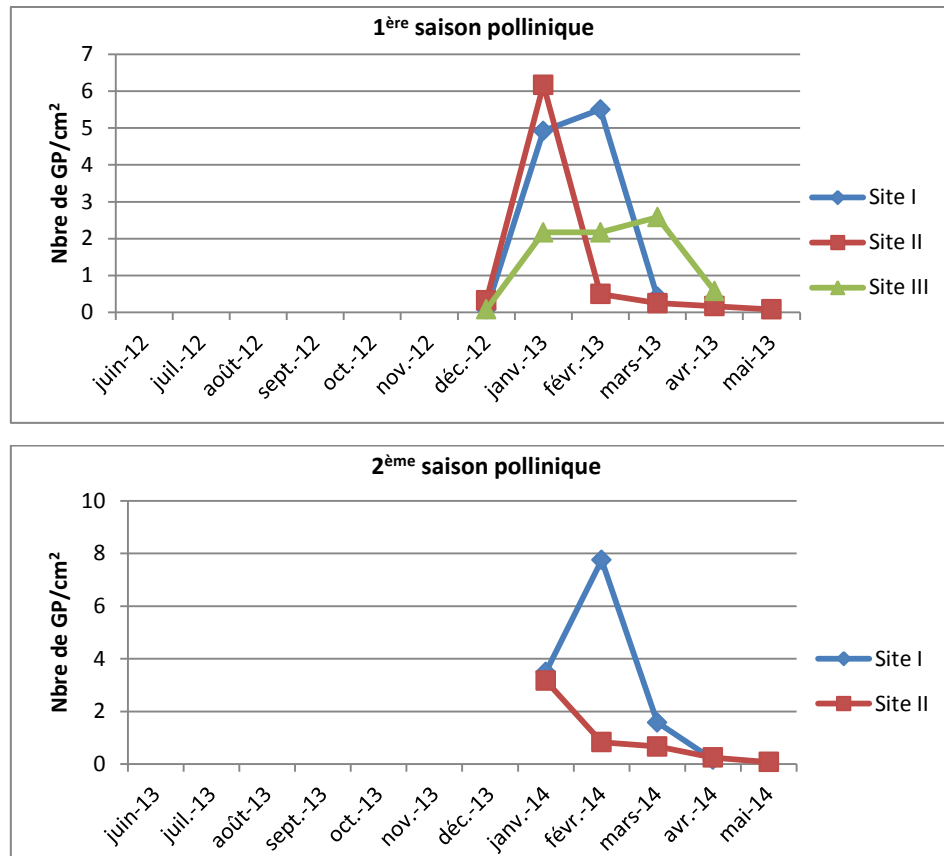
2.2.1.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 58)

2.2.1.1.1 -1^{ère} saison pollinique

La production pollinique a débuté en décembre en marquant des pics dans des périodes différentes. Le site 2 : en janvier avec 6,17 GP/cm² ; le site 1 : en février avec 5,5 GP/cm² et le site 3 a deux pics : janvier avec 2,17 GP/cm² et mars avec 2,58 GP/cm².

2.2.1.1.2 -2^{ème} saison pollinique

La saison pollinique d'*Alnus* a commencé en janvier 2014 dans les deux sites avec des valeurs proches. Nous avons enregistré une augmentation dans le site 1 jusqu'à un pic de 7,75 GP/cm² en février, et un déclin au niveau du 2^{ème} site.

Figure 58 : Variation pollinique annuelle du genre *Alnus*

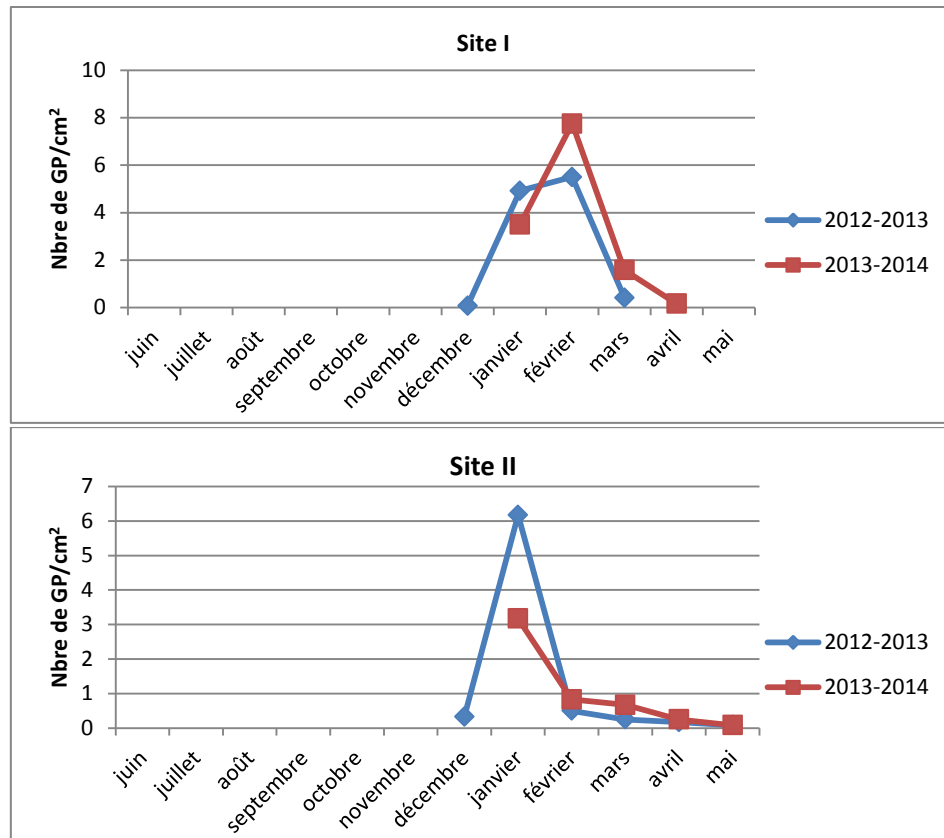
2.2.1.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 59)

2.2.1.2.1 -1^{er} site

Les deux saisons ont marqué une différence entre le début et la fin. La première saison a commencé en décembre 2012 et se termine en mars 2013 avec un pic de 5,5 GP/cm² enregistré en mois de février 2013. La deuxième a débuté en janvier 2014 et a terminé en avril 2014 avec un pic de 7,75 GP/cm² marqué en février 2014.

2.2.1.2.2 -2^{ème} site

La première saison a débuté, aussi, un mois avant la deuxième. Les pics ont été enregistrés au mois de janvier : janvier 2013 avec 6,17 GP/cm² ; janvier 2014 avec 3,17 GP/cm².

Figure 59 : Variation pollinique interannuelle du genre *Alnus*

A Worcester (Royaume-Uni), le pollen du genre *Alnus* a marqué un total annuel compris entre 770 et 2344 GP/m³. La moyenne du début de la saison était en mars. La concentration quotidienne la plus élevée a enregistré 433 grains/m³ au mois de février 2011. Il y avait un total de 38 jours de pollinisation du genre *Alnus* au cours de la période d'étude de 8 ans (Skjøth et al., 2015).

En Pologne, des séries de données polliniques d'*Alnus* ont été analysées dans deux régions, durant les années (1998-2007) à Roztocze et les années (2001-2007) à Lublin. De grandes variations annuelles ont été notées. Le comptage annuel d'*Alnus* à Lublin a enregistré la valeur de 5372 GP/m³, et à Roztocze, 1647 GP/cm² ont été collectés (Kaszewski et al., 2008).

Dans la région de Münster (Allemagne), le pollen d'*Alnus*, représenté par *A. glutinosa*, a marqué une valeur annuelle allant de 1782 GP/m³ en 2005 à 3133 GP/m³ en 2004. La saison de pollinisation a été effectuée entre les mois de février et mars (Melgar et al., 2012).

A Ulsan (Sud-est de la Corée du Sud), les premiers grains de pollen d'*Alnus* ont été observés en janvier. La pollinisation a commencé en février et terminé au mois de mai. La valeur du pic a été enregistrée durant le mois de mars avec 134,9 grains/cm² (Choi et al., 2011).

2.2.2 Le genre *Betula*

2.2.2.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 60)

2.2.2.1.1 -1^{ère} saison pollinique

L'apparition des pollens de *Betula* a été notée au mois d'avril, avec des faibles quantités dans le site 1 et 2. Dans le site 3, la quantité a augmenté jusqu'à 40,17 GP/cm² au mois de mai.

2.2.2.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Les pollens sont apparus dans l'atmosphère au cours du mois d'avril avec des valeurs différentes : 11,75 GP/cm² pour le site 2 et 9 GP/cm² pour le site 1. Puis, des diminutions ont été enregistrées au mois de mai.

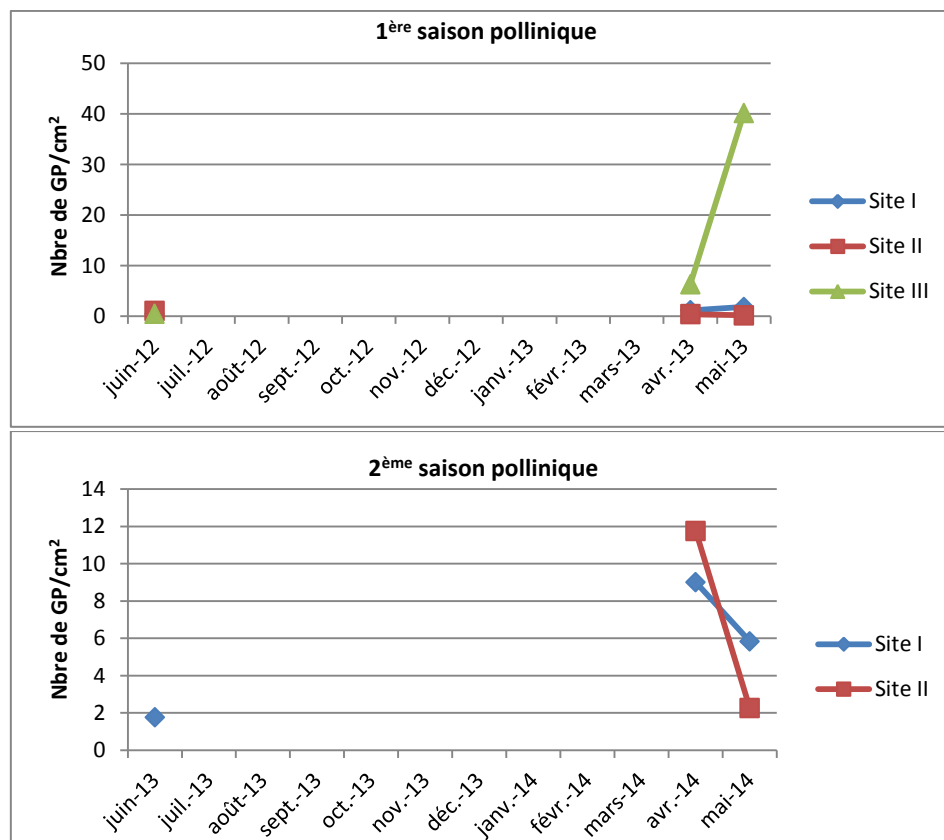


Figure 60 : Variation pollinique annuelle du genre *Betula*

2.2.2.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 61)

2.2.2.2.1 -1^{er} site

La deuxième saison a marqué un total annuel plus élevé que la première : 16,83 GP/cm² contre 3,5 GP/cm².

2.2.2.2.2 -2^{ème} site

Comme le site 1, la quantité pollinique de la deuxième saison a été plus que la première. Nous avons enregistré 11,75 GP/cm² en avril 2014 et 0,42 GP/cm² en avril 2013.

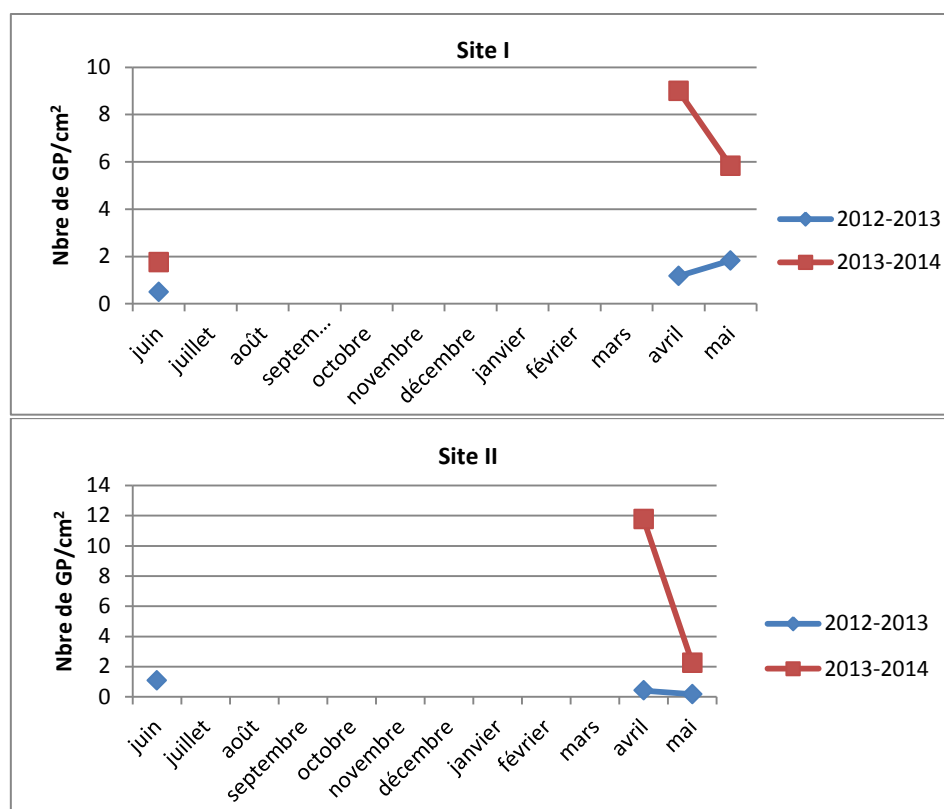


Figure 61 : Variation pollinique interannuelle du genre *Betula*

Nous avons trouvé des grains de pollen de la famille des *Betulaceae* du genre *Betula* sur les lames. Alors que, d'après Quézel et Santa (1962-1963), ce genre n'existe pas dans notre région, et même sur le territoire algérien. Notre hypothèse considère que ces pollens sont venus du Sud de l'Europe, car les quantités ont été très faibles et variables. Cette production pollinique n'a pas de début comme les autres taxons ni augmentation ni diminution. Ces pollens ne sont pas, donc, de la végétation locale, et leur apparition est due, probablement, aux courants d'air venant du Nord.

Nous avons contacté Mr. Thibaudon (Directeur du Réseau National de la Surveillance Aérobiologique « RNSA », France) durant l'année 2014, pour lui demander une explication à ce phénomène. Sa réponse était comme suit : « Effectivement ce sont bien des *Betulaceae* et certainement du genre *Betula*, par contre je ne m'explique pas trop leur présence chez vous! Votre hypothèse sur le fait qu'ils viennent de France est tout à fait possible. En effet, cette année, nous avons retrouvé des *Betula* en dehors de la pollinisation normale (des phénomènes dus au climat certainement). Mr. Thibaudon a rajouté : « J'ai discuté, aussi de ce phénomène, avec Carmen Galán (Département de Botanique, Ecologie et Physiologie des Plantes, Université de Cordoba, Espagne) qui m'a confirmé les mêmes observations en Andalousie. Il

s'agit bien de pollens venant de zones au Nord de l'Espagne ou même de France voire le Nord de l'Italie ».

Nous avons, donc, émis l'hypothèse que l'atmosphère pollinique d'une région donnée n'est pas influencée seulement par sa propre végétation, mais aussi, par la végétation d'autres régions ou d'autres pays dans certaines conditions climatiques précises.

2.2.3 Le genre *Casuarina*

2.2.3.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 62)

2.2.3.1.1 -1^{ère} saison pollinique

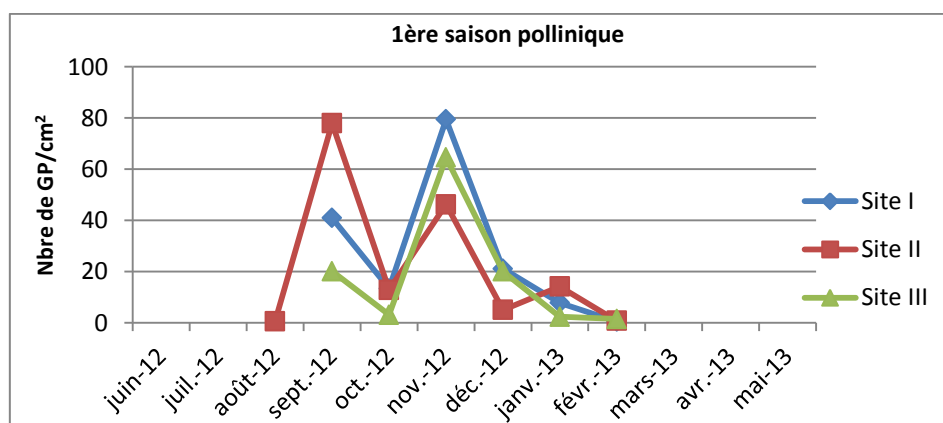
Les premiers grains de pollen sont apparus dans l'atmosphère de la ville d'El-Hadjar au mois d'août où le nombre augmente progressivement jusqu'au pic au mois de septembre. Par contre, au niveau des sites 1 et 3, l'apparition des pollens est effectuée avec des quantités considérables ($40,92 \text{ GP/cm}^2$ et $20,08 \text{ GP/cm}^2$ respectivement) en enregistrant les premiers pics au mois de septembre.

Ensuite, la production pollinique baisse dans les trois sites au mois d'octobre, puis, elle remonte encore, pour enregistrer des pics au mois de novembre avec les valeurs suivantes : $79,42 \text{ GP/cm}^2$; $64,58 \text{ GP/cm}^2$ et $46,25 \text{ GP/cm}^2$ pour les sites 1, 3 et 2 respectivement.

2.2.3.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Contrairement à l'année précédente, nous avons noté que la pollinisation du *Casuarina* a commencé au mois d'août dans le premier site, puis dans le deuxième site au mois de septembre.

Les pics polliniques ont été enregistrés avec des valeurs différentes et à des moments différents. Le premier pic a été marqué dans le site 2 au mois de novembre avec $65,67 \text{ GP/cm}^2$, suivi par le pic du 1^{er} site au mois de décembre avec 241 GP/cm^2 .



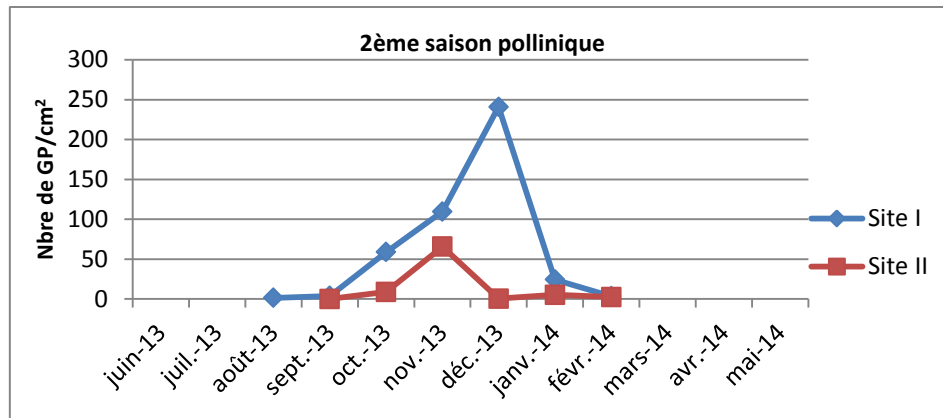


Figure 62 : Variation pollinique annuelle du genre *Casuarina*

2.2.3.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 63)

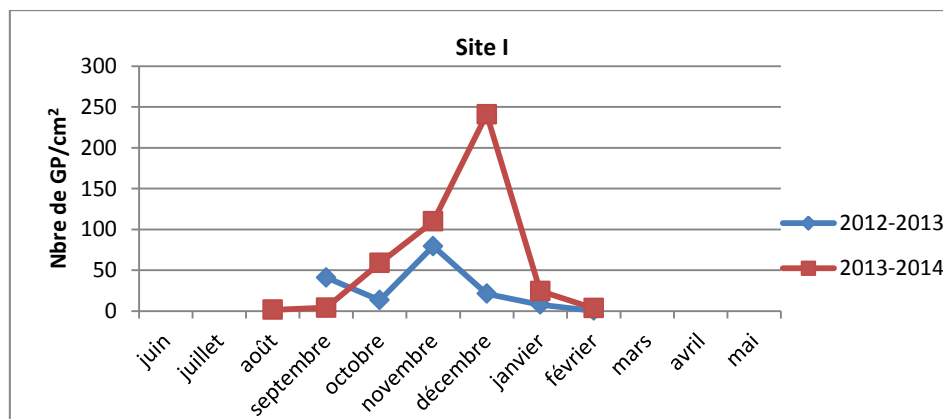
2.2.3.2.1 -1^{er} site

La quantité des grains de pollen était plus importante durant la 2^{ème} saison que la 1^{ère} avec un seul pic de 241 GP/cm² en décembre, alors que la 1^{ère} saison a enregistré 2 pics : en septembre (40,92 GP/cm²) et en novembre (79,42 GP/cm²).

2.2.3.2.2 -2^{ème} site

D'après le graphe (Fig. 62), nous constatons que la 1^{ère} saison pollinique a marqué 3 pics et, la pollinisation a été précoce par rapport à la deuxième année.

En plus, le nombre de grains de pollen au mois de septembre était totalement différent ; le maximum en septembre 2012 (77,92 GP/cm²) et le minimum en septembre 2013 (0,08 GP/cm²).



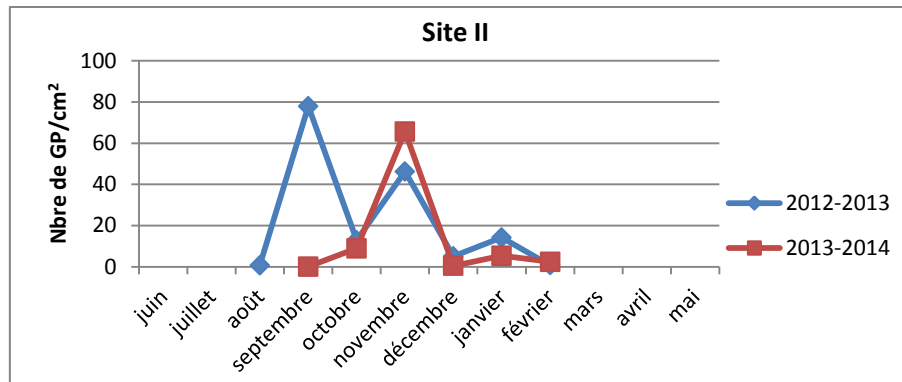


Figure 63 : Variation pollinique interannuelle du genre *Casuarina*

Nos résultats concordent avec ceux de plusieurs études réalisées antérieurement. La pollinisation du genre *Casuarina* a été réalisée pendant l'automne à Oran, avec une forte concentration dans les 4 semaines successives, à partir de la dernière semaine de septembre à la troisième semaine d'octobre (Kiared-Ould-Amara et al., 2015).

Selon Korteby et al. (1977), le pollen de *Casuarinaceae* est présent dans l'atmosphère d'Alger pour le deuxième trimestre de l'année 1977 avec 175 grains de pollen/cm² représentant un pourcentage de 6.64% de l'ensemble des grains identifiés. Le maximum pollinique enregistré est de 36 grains le 18 octobre 1977. García et al., (1997), ont enregistré à Málaga (Espagne) la présence du pollen de *Casuarina* durant les mois d'octobre et novembre, et principalement pendant la 2^{ème} semaine jusqu'à la 4^{ème} semaine d'octobre.

Dans une autre étude réalisée en péninsule Ibérique, les résultats montrent que la saison pollinique s'effectue de la fin de l'été à l'automne, allant de septembre à décembre. Les concentrations maximales sont enregistrées à la fin de septembre et durant le mois d'octobre (Trigo et al., 1999).

Güvensen et Öztürk (2003) ont constaté, dans la région d'Izmir (Turquie), que la famille des *Casuarinaceae* domine les autres espèces durant la 3^{ème} semaine du mois de septembre et la 1^{ère} semaine d'octobre.

Selon Halwagy et Halwagy (1984), la dissémination des grains de pollen des *Casuarinaceae* dans l'atmosphère du Koweït est d'une grande ampleur pendant l'hiver (décembre à février) et très réduite de mars à novembre.

A Darwin (Australie tropicale), Stevenson et al. (2007) ont remarqué que la période d'émission du pollen de *Casuarina* s'effectue entre les mois de juillet et septembre, mais avec

des concentrations en septembre 2004 qui étaient six fois supérieures à celles de septembre 2005.

A Brisbane (Australie), Green et *al.* (2004), ont constaté durant une période s'étalant de juin 1994 à mai 1999, qu'il y a une hétérogénéité dans la durée, les dates d'apparition et la concentration de la saison pollinique de *Casuarinaceae*. Le début de la saison pollinique a eu lieu entre le 8 et le 16 juin et, la fin se déroule entre mars et mai.

Ces variations des dates d'apparition enregistrées d'une année à une autre peuvent être dues aux tendances de précocité de la végétation, qui est en corrélation avec les hivers doux qui, depuis la fin des années 1980, dominent chez les espèces qui fleurissent à la fin de l'hiver ou au début du printemps. Pour ces raisons, de nombreux arbres montrent une forte tendance à l'anticipation. Ce déplacement peut dépasser un mois (Clot, 2003 ; 2007 ; Thibaudon et *al.*, 2005).

En lien avec le réchauffement climatique, on observe de nettes tendances au déplacement de la floraison des espèces hivernales et printanières vers des dates plus précoces, à la prolongation de la saison des grains de pollen estivaux et à l'augmentation des quantités de pollen de fin d'été (Clot, 2008).

2.2.4 La famille des *Cupressaceae*

2.2.4.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 64)

2.2.4.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Le pollen des *Cupressaceae* était présent durant toute l'année dans les 3 sites, mais la pollinisation a pratiquement débuté en décembre. Les concentrations les plus importantes ont été enregistrées au niveau du 3^{ème} site (mars : 514,58 GP/cm²). Les sites 1 et 2 ont présenté des valeurs proches: 253,83 GP/cm² (mars) et 237,83 GP/cm² (février) respectivement.

2.2.4.1.2 -2^{ème} saison pollinique

La pollinisation de cette famille était élevée au niveau du 2^{ème} site. Pour le 1^{er} site où nous avons observé 2 pics : 599,83 GP/cm² (janvier) et 388 GP/cm² (avril). Le site 1 a marqué un seul pic en février (517,17 GP/cm²).

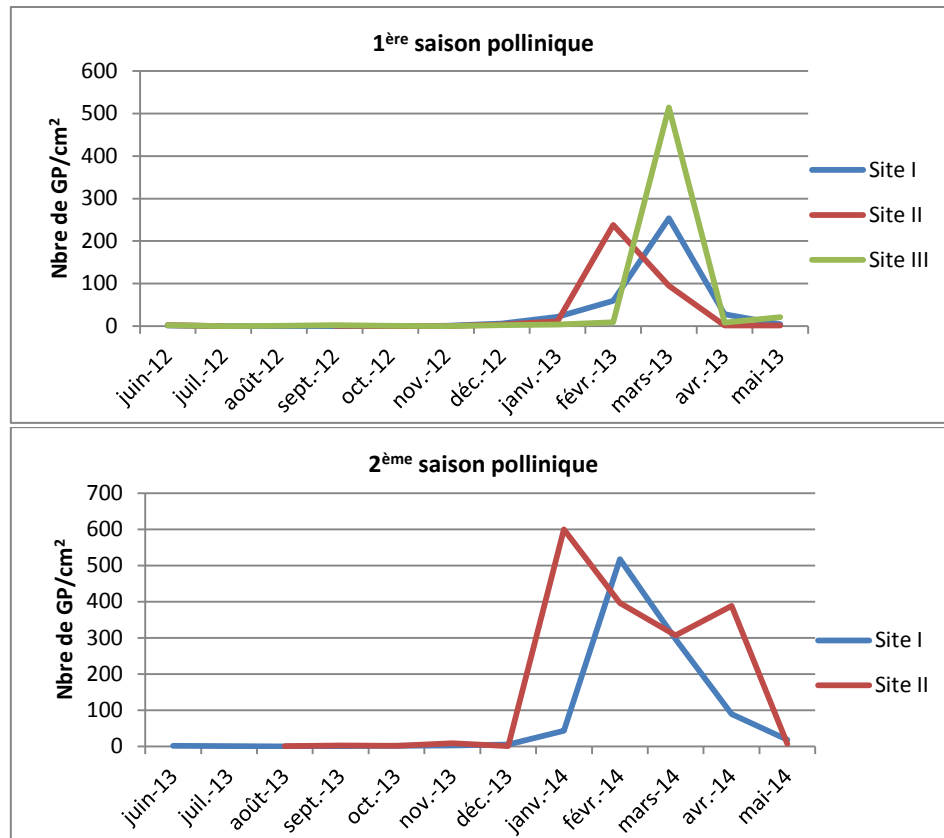


Figure 64 : Variation pollinique annuelle de la famille des *Cupressaceae*

2.2.4.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 65)

2.2.4.2.1 -1^{er} site

La courbe de la variation pollinique (Fig. 65) montre que la quantité des grains de pollen était plus importante durant la deuxième saison où nous avons noté un pic de 517,17 GP/cm² au mois de février 2014. Par contre, la première saison a enregistré un pic de 253,83 GP/cm² en mars 2013.

2.2.4.2.2 -2^{ème} site

La deuxième saison pollinique a, aussi, enregistré des valeurs plus considérables que la première au niveau du 2^{ème} site avec 2 pics polliniques : janvier 2014 (599,83 GP/cm²) et avril 2014 (388 GP/cm²). En revanche, le pic de la 1^{ère} saison a eu lieu en février 2013 avec 237,83 GP/cm².

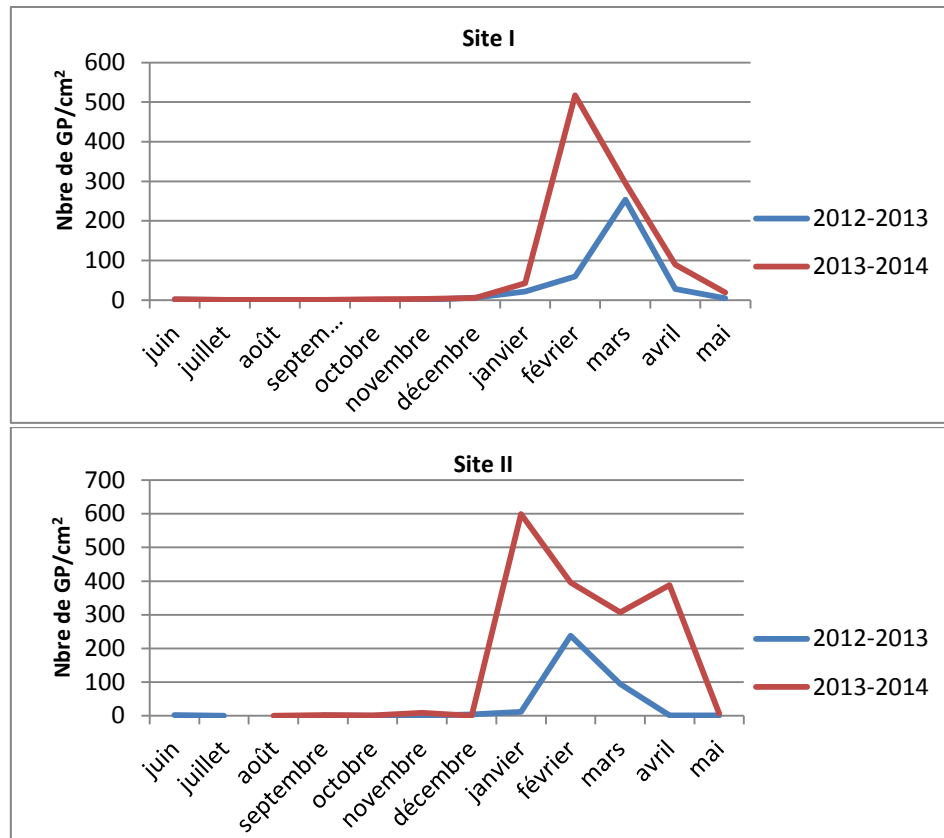


Figure 65 : Variation pollinique interannuelle de la famille des *Cupressaceae*

D'après Chafai-Ketfi et Boughediri (2015), le pollen des *Cupressaceae* dans l'atmosphère de Annaba, a été récolté à partir de la 2^{ème} semaine de février jusqu'à la fin d'avril avec un total des 1960 GP/cm² (6,59 %). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au cours de 2^{ème} semaine de mars.

Dans une autre étude à la ville d'El-Hadjar, Chafai-Ketfi et *al.* (2009) ont constaté que la pollinisation a duré de mars à juillet.

A El-Hadjar, Azouz (2006) a enregistré un taux de 17,7 % et un pic de 1523 grains de pollen/cm² de *Cupressaceae* à la deuxième décade du mois de mars. La pollinisation s'est étalée sur toute la durée d'étude.

A Oran, le pollen de la famille des *Cupressaceae* est le cinquième type le plus abondant dans l'air et la pollinisation a été effectuée en deux périodes. La première, la plus intense, a eu lieu au premier trimestre de l'année (de janvier à mars) et la deuxième période du dernier trimestre (d'octobre à décembre). Les concentrations de pollen sont très élevées à partir de la troisième semaine de février à la dernière semaine de mars et, à partir de la fin de novembre à la première semaine de décembre (Kiared-Ould-Amara et *al.*, 2015).

A Kastamonu (Turquie), un pourcentage de 20,6% est présenté par le pollen de la famille des *Cupressaceae* /*Taxaceae* (Çeter et al., 2012).

D'après D'Amato (2007), le genre *Cupressus* est largement répandu dans la région de la Méditerranée, où les espèces les plus communes sont *C. sempervirens*, *C. arizonica*, *C. macrocarpa* et *C. lusitanica*. Le *Cupressus* libère une énorme quantité de pollen. Il présente un taux considérable du total annuel de pollen collecté dans plusieurs régions méditerranéennes.

L'allergie au pollen des *Cupressaceae* a été signalée dans de nombreux pays situés dans différentes zones géographiques du monde telles que l'Afrique du Sud, l'Australie, la France, l'Italie, l'Espagne, le Maroc, l'Albanie, la Grèce, la Turquie, l'Iran et le Japon. Elle est actuellement connue comme une cause de pollinose dans le monde entier (Subiza et al., 1995 ; Shahali et al., 2010).

2.2.5 Le genre *Fraxinus*

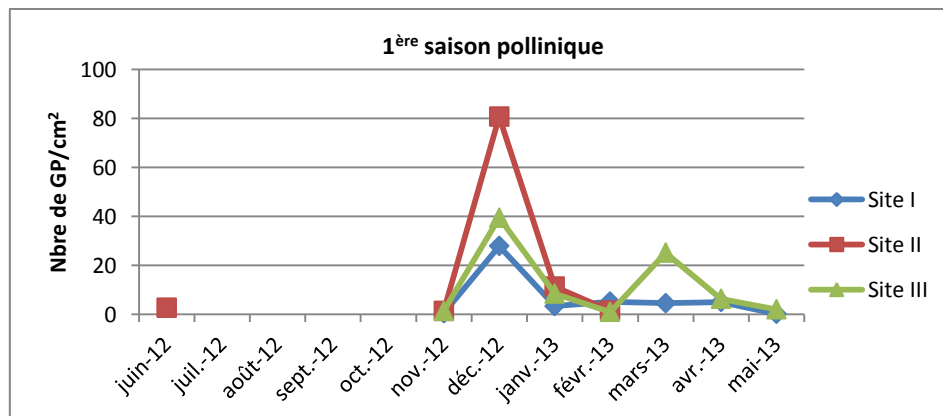
2.2.5.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 66)

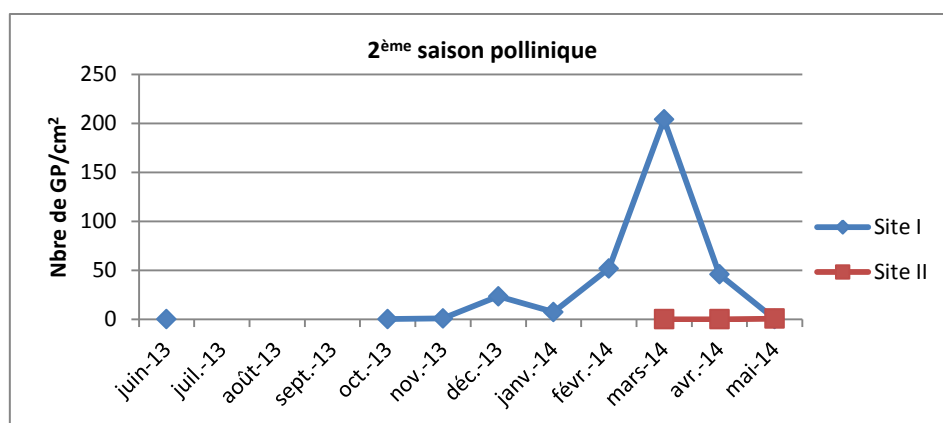
2.2.5.1.2 -1^{ère} saison pollinique

La pollinisation du *Fraxinus* a commencé en novembre, et les pics polliniques ont été réalisés au mois de décembre dans les trois sites d'étude. Par ordre décroissant les valeurs ont été comme suit : le site 2 : 80,75 GP/cm², le site 3 : 39,5 GP/cm² et en présence d'un autre pic en mars avec 25,17 GP/cm² et le site 1 avec 27,92 GP/cm².

2.2.5.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Le site 2 a enregistré des quantités très faibles qui ne dépassent pas 1 GP/cm², contrairement au site 1, où nous avons marqué 2 pics, le premier en décembre (23,5 GP/cm²) et le deuxième, plus important, au mois de mars avec 204,17 GP/cm².



Figure 66 : Variation pollinique annuelle du genre *Fraxinus*

2.2.5.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 67)

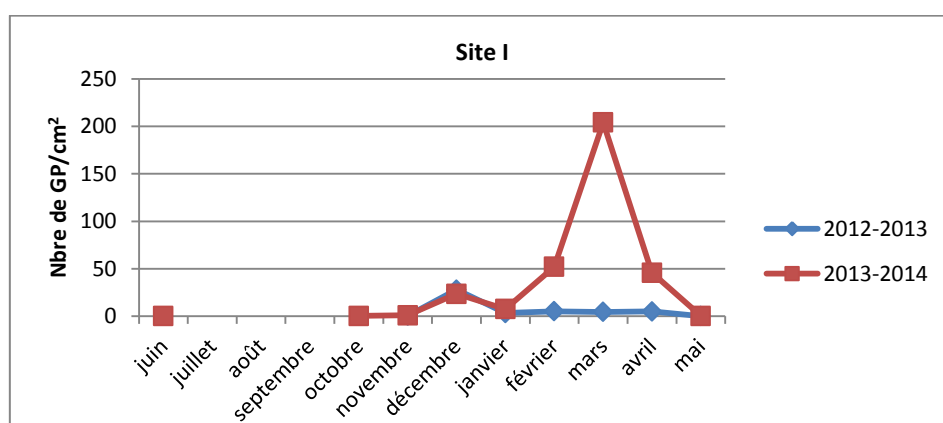
2.2.5.2.1 -1^{er} site

Le recensement pollinique a commencé en novembre 2012 de la 1^{ère} saison et en octobre 2013 de la 2^{ème} saison. Nous avons remarqué que l'allure de la courbe est identique durant la période qui s'étale de novembre à janvier où nous avons noté un pic avec des valeurs proches pendant le même mois : décembre 2012 : 27,92 GP/cm² ; décembre 2013 : 23,5 GP/cm².

Un autre pic a été enregistré en mars 2014 avec 204,17 GP/cm² contrairement au mois de mars 2013, où la quantité était très faible.

2.2.5.2.2 -2^{ème} site

La production pollinique était considérable au cours de la première saison, un seul pic a été observé en décembre 2012 (80,75 GP/cm²). En revanche, la pollinisation était nulle durant la même période de la 2^{ème} saison.



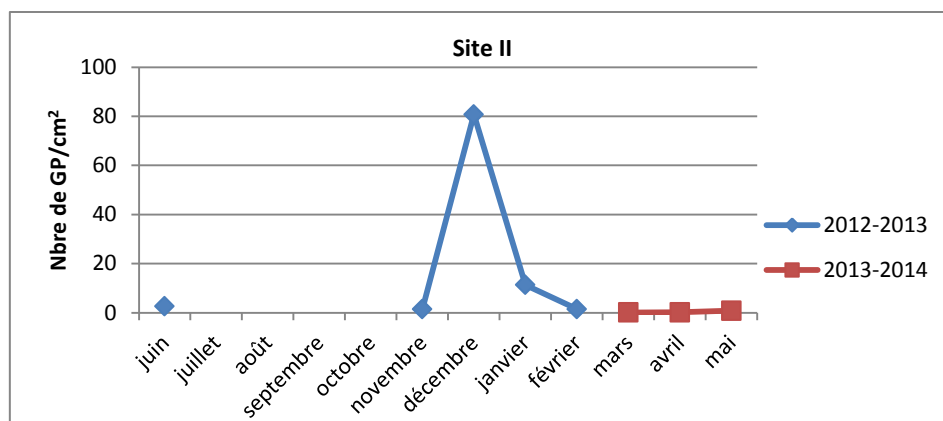


Figure 67 : Variation pollinique interannuelle du genre *Fraxinus*

Dans la région méditerranéenne, *Fraxinus excelsior* est remplacé par *Fraxinus angustifolia*. Il pollinise au cours de décembre et janvier. Aujourd'hui, la réalité de pollinose au frêne est clairement confirmée (Metz-Favre et al., 2010).

Selon Erkara (2008), la production pollinique du *Fraxinus* a débuté pendant la première semaine de mars et a fini vers la deuxième semaine de juin. La valeur maximale a été enregistrée durant la deuxième semaine d'avril avec un taux de 3,65%.

A Pékin (Chine), La saison pollinique du *Fraxinus* a commencé au cours de la dernière semaine de mars et a terminé pendant la première semaine de mai. Le nombre le plus élevé de pollen a été noté dans la première semaine d'avril (Xu et al., 2012).

D'après Altunoglu et al. (2010), le pollen du *Fraxinus* a enregistré un taux de 21,13% dans l'atmosphère de Konya (Turquie). La saison pollinique a été effectuée entre la première semaine de mars et la deuxième semaine de mai. Le pic pollinique a été marqué dans la seconde semaine de mars (19,64%).

2.2.6 L'espèce *Olea europaea*

2.2.6.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 68)

2.2.6.1.1 -1^{ère} saison pollinique

La pollinisation de l'*Olea europaea* a été plus abondante dans le site 3 avec un pic de 2329,75 GP/cm² en mai. Le site 1 a marqué un maximum de 567,58 GP/cm² durant le même mois. La quantité a été plus faible dans le 2^{ème} site avec 134,83 GP/cm².

2.2.6.1.2 -2^{ème} saison pollinique

La pollinisation a débuté au cours du même mois (avril 2014) dans les deux sites et a atteint son maximum en mai avec une quantité élevée au niveau du site 1 (346,25 GP/cm²), le site 2 a noté 193,25 GP/cm².

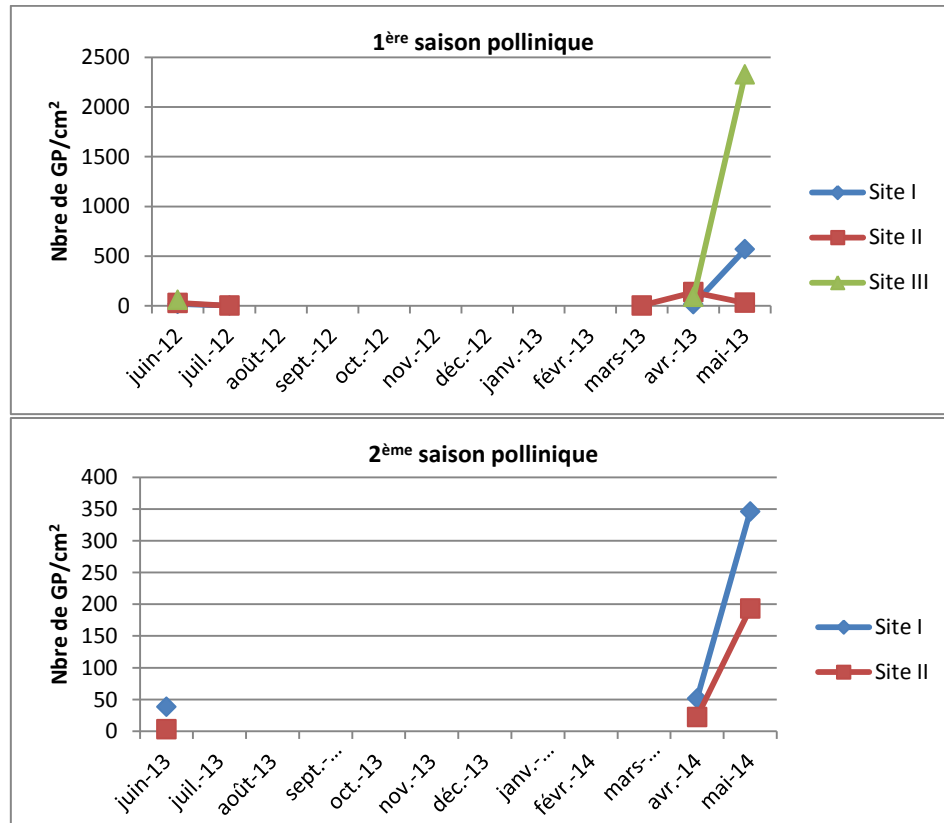


Figure 68 : Variation pollinique annuelle de l'espèce *Olea europaea*

2.2.6.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 69)

2.2.6.2.1 -1^{er} site

La saison pollinique a enregistré un pic de 567,58 GP/cm² en mai 2013. Cette valeur a diminué pendant l'année qui suit, où elle a marqué un maximum de 346,25 GP/cm² en mai 2014.

2.2.6.1.2 -2^{ème} site

Les premiers grains de pollen ont été collectés au mois de mars durant la 1^{ère} saison avec un pic de 134,83 GP/cm² en avril 2013. Par contre, la pollinisation a commencé en avril 2014, et le pic a été enregistré en mois de mai avec 193,25 GP/cm².

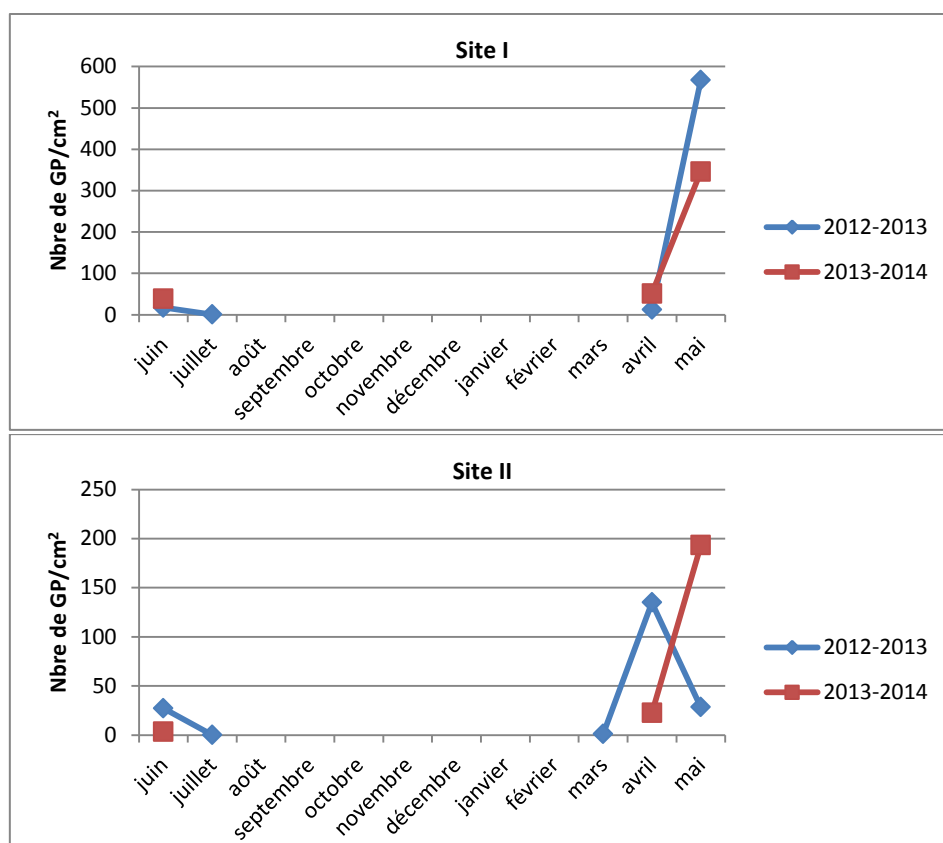


Figure 69 : Variation pollinique interannuelle de l'espèce *Olea europaea*

Le pollen d'*Olea* est considéré comme l'une des causes les plus importantes de la maladie allergique des voies respiratoires dans la région méditerranéenne, ainsi, il a été montré que le pollen d'*Olea europaea* est hautement allergique à cause de l'allergène Ole e 1 (Florido et al., 1999 ; de Linares et al., 2007).

A Annaba, le pollen des *Oleaceae* a enregistré un total de 1298 GP/cm² soit un total de 4,35 %. Les valeurs maximales ont été enregistrées au mois de mai (Chafai-Ketfi et Boughediri, 2015).

A Skikda, Sakhraoui (2003) a trouvé que les pollens des *Oleaceae* ont été recueillis pendant la deuxième décade du mois d'avril jusqu'à la fin du mois de juin avec un seul pic de 955 grains de pollen/cm² enregistré durant la deuxième décade de mai.

La famille des *Oleaceae* a été classée en troisième position dans l'atmosphère pollinique d'Oran. Elle a été principalement représentée par le pollen d'*Olea*. La pollinisation a commencé au cours de la troisième semaine d'avril et terminé vers la dernière semaine de juin. Des concentrations élevées ont été enregistrées, particulièrement entre la quatrième semaine d'avril à la deuxième semaine de juin (Kiared-Ould-Amara et al., 2015).

Les grains de pollen des *Oleaceae* constituent 1,07% de pollen totale dans l'atmosphère de Kırklareli (Turquie). La saison pollinique a commencé dans la 2^{ème} semaine d'avril et terminé dans la dernière semaine d'août. Le nombre le plus élevé a été enregistré dans les deux premières semaines de juin et la 1^{ère} semaine de juillet (Erkan et al., 2011).

Dans l'atmosphère de Denizli (Turquie), le pollen d'*Olea* a dominé la production à la 2^{ème} semaine d'avril jusqu'à la 2^{ème} semaine de juillet avec des valeurs plus élevées au cours la 1^{ère} semaine de juin (Güvensen et al., 2013).

2.2.7 La famille des *Pinaceae*

2.2.7.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 70)

2.2.7.1.1 -1^{ère} saison pollinique

La dominance du pollen a été observée dans le site 3 avec 221,17 GP/cm² en avril, et moins importante dans le site 2. Le site 1 a marqué 228 GP/cm² au mois d'avril.

2.2.7.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Le pollen était plus abondant dans le 1^{er} site, avec un pic en avril de 341,42 GP/cm², et 86,06 GP/cm² pour le site 2.

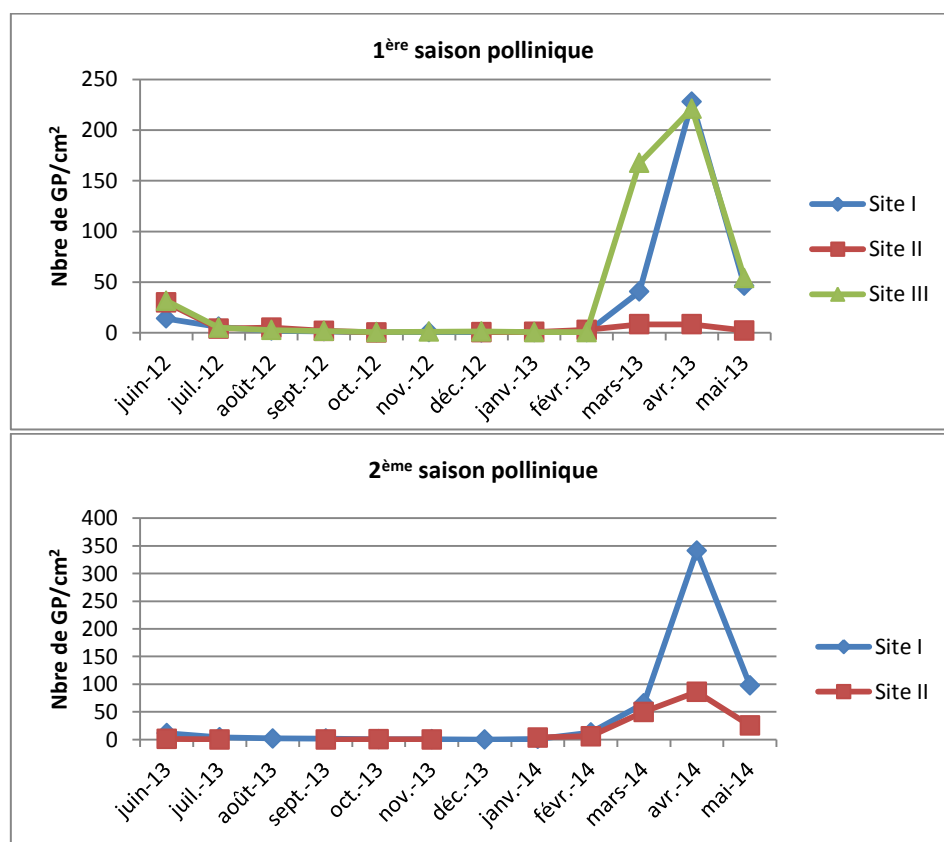


Figure 70 : Variation pollinique annuelle de la famille *Pinaceae*

2.2.7.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 71)

2.2.7.2.1 -1^{er} site

Les courbes des deux saisons (Fig. 70) ont un aspect semblable, mais avec une valeur de pics différente : 228 GP/cm² en avril 2013, et 341,41 GP/cm² en avril 2014.

2.2.7.2.2 -2^{ème} site

La saison pollinique a été importante au cours de la 2^{ème} année d'échantillonnage, en marquant un pic de 86,08 GP/cm² en avril 2014. La 1^{ère} saison a enregistré un maximum de 29,75 GP/cm² en juin 2012.

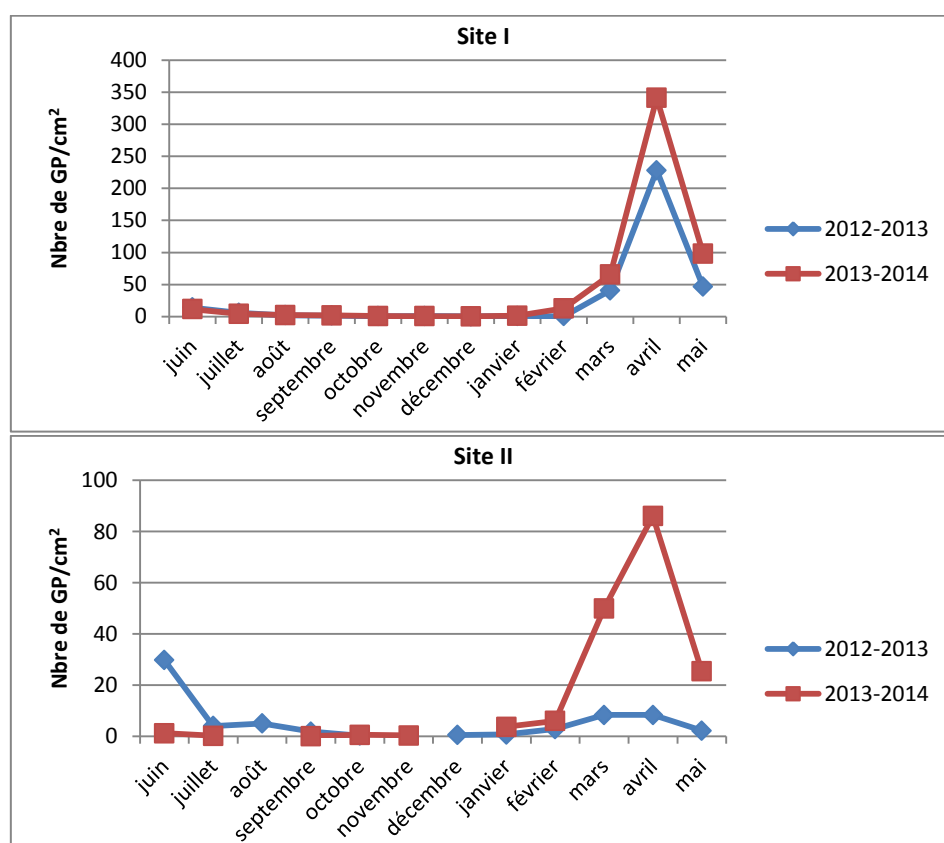


Figure 71 : Variation pollinique interannuelle de la famille *Pinaceae*

Le *Pinus* est le genre qui a marqué le plus grand nombre de pollen parmi les taxons arborés. En 1998, Ketfi a enregistré, dans la ville d'El-Hadjar, un taux de 6,29 % de pollen du *Pinus* où il a occupé la 3^{ème} position.

Le Pollen de *Pinaceae* a été recensé dans l'atmosphère de Annaba à partir du 1^{ère} semaine de mars jusqu'à la 2^{ème} semaine de juin. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au cours de la 3^{ème} semaine de mai Chafai-Ketfi et Boughediri, 2015).

A Oran, le *Pinus* a atteint 3,8% du total de pollen recueilli. La pollinisation a eu lieu en une seule période, à partir du début mars à la fin de juin, avec un maximum entre mi-mars et la dernière semaine d'avril (Kiared-Ould-Amara et *al.*, 2015).

A Kuşadası (Turquie), la saison pollinique du *Pinus* a été longue et s'étalée sur toute l'année. Un nombre de 1626 grains de pollen/cm² dans le S1 et 933 grains de pollen/cm² dans S2. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées entre la 13^{ème} et la 21^{ème} semaine. Le genre *Pinus* a représenté un taux de 19,71% du nombre total des pollens collectés (Tosunoğlu et *al.*, 2013).

Dans l'atmosphère des Îles Baléares (Espagne), le *Pinus* a été classé le quatrième type de pollen le plus abondant, (Boi et Llorens, 2013). Ce taxon qui a enregistré les plus importantes concentrations de pollen dans d'autres régions méditerranéennes, comme Didim (Turquie) ou de Nerja (Espagne) (Aycan et *al.*, 2008 ; Docampo et *al.*, 2007).

2.2.8 Le genre *Populus*

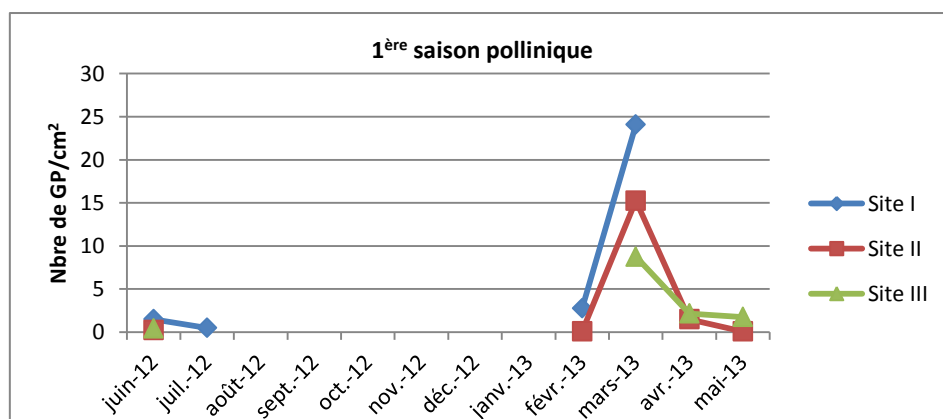
2.2.8.1 -Variation pollinique annuelle (Fig. 72)

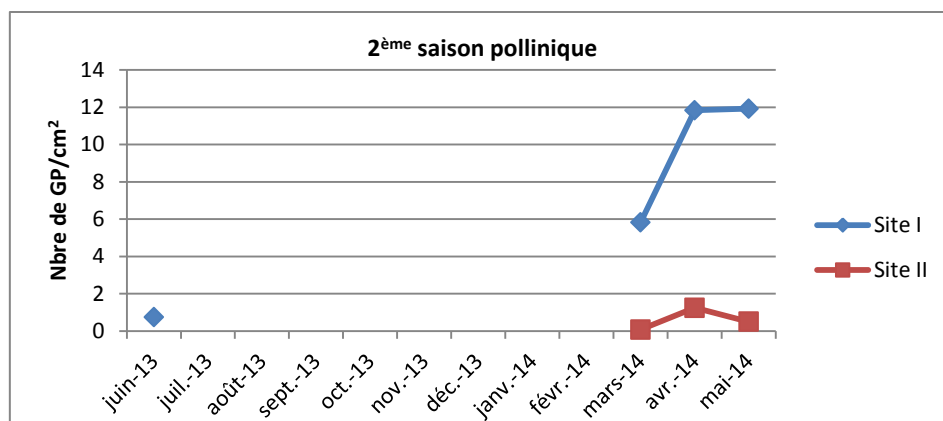
2.2.8.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Nous avons constaté que le mois de mars enregistre les pics polliniques des trois sites. Le site 1 avec 24,08 GP/cm², le site 2 avec 15,25 GP/cm² et le site 3 avec 8,75 GP/cm².

2.2.8.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Les concentrations polliniques étaient plus élevées dans le site 1, où nous avons marqué des valeurs proches au cours du mois d'avril et mai avec environ 12 GP/cm². Le site n'a enregistré que 1,25 GP/cm² en avril.



Figure 72 : Variation pollinique annuelle du genre *Populus*

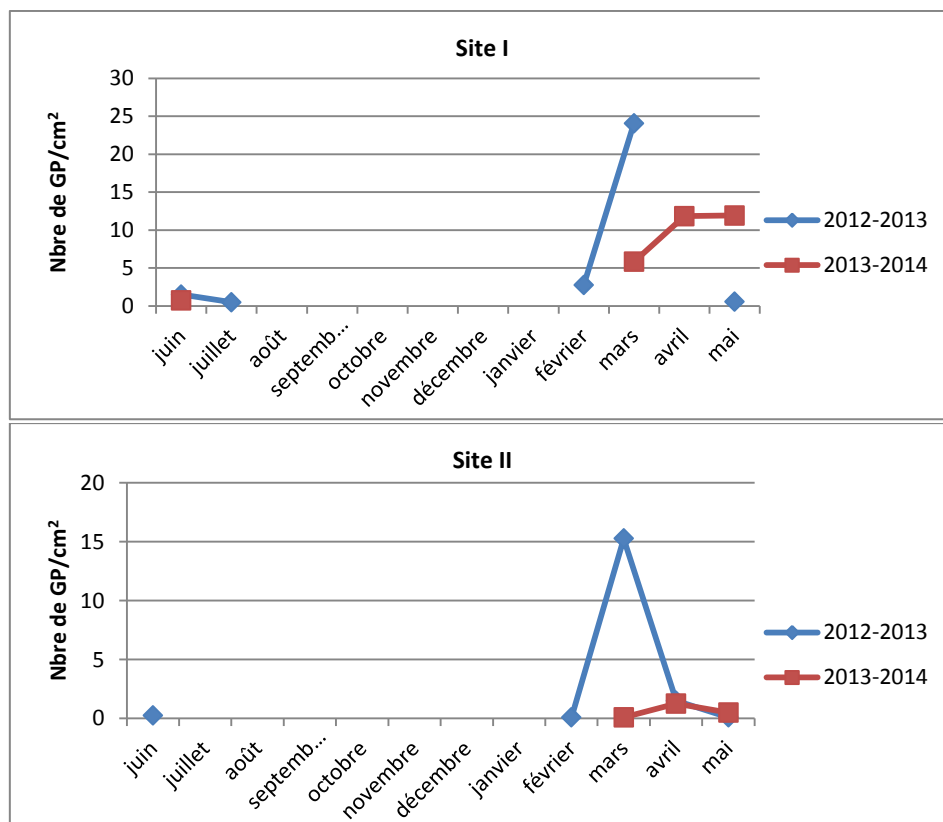
2.2.8.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 73)

2.2.8.2.1 -1^{er} site

La première saison a enregistré un pic plus élevé que celui de la deuxième saison (24,08 GP/cm² en mars 2013).

2.2.8.2.2 -2^{ème} site

Des résultats identiques au 1^{er} site, la production pollinique était élevée pendant la première saison : pic de 15,25 GP/cm² en mars 2013 contre 1,25 GP/cm² en avril 2014.

Figure 73 : Variation pollinique interannuelle du genre *Populus*

A Sivrihisar (Turquie), la saison pollinique de *Populus* a commencé à partir de la première semaine de mars et a terminé vers la première semaine de juin. La concentration la plus élevée de pollen a été notée au cours de la deuxième semaine d'avril (1,07%) (Erkara, 2008).

Selon Xu et al. (2012), les grains de pollen de *Populus* ont été présents pendant 15 semaines dans la période de l'étude. La saison pollinique a commencé à partir de la première semaine de mars jusqu'à la deuxième semaine de juin. La valeur pollinique maximale a été enregistrée au cours de la cinquième semaine de mars.

Dans l'atmosphère de Konya (Turquie), les grains de pollen du genre *Populus* ont présenté un taux de 1,86%. La pollinisation a été réalisée entre la troisième semaine de mars et la première semaine de mai. La concentration maximale a été observée entre la deuxième et troisième semaine d'avril représentant 1,34% (Altunoglu et al., 2010).

A Palencia (Espagne), le pollen de l'espèce *Populus alba* apparaît surtout entre les mois de février et avril, avec des concentrations les plus fortes à la fin de mars (Herrero and Fraile, 1997).

2.2.9 Le genre *Quercus*

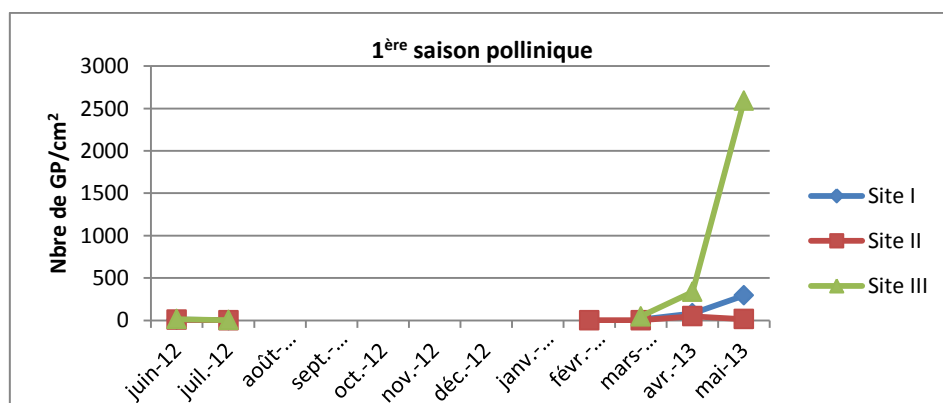
2.2.9.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 74)

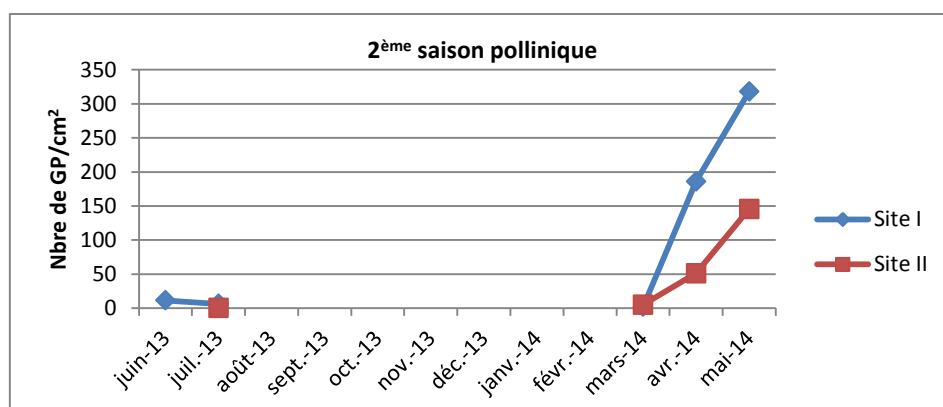
2.2.9.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Pratiquement, la saison du *Quercus* a commencé au mois de mars dans les trois sites, avec un enregistrement d'un nombre très faible de pollen en février (site 2). La production pollinique a été très importante dans le site 3 avec 2592,33 GP/cm² en mai, le site 1 a marqué 293,58 GP/cm² durant le même mois.

2.2.9.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Nous avons marqué un total pollinique élevé dans le site 1 (pic de 318,16 GP/cm²) par rapport au site 2 (145,75 GP/cm²).



Figure 74 : Variation pollinique annuelle du genre *Quercus*

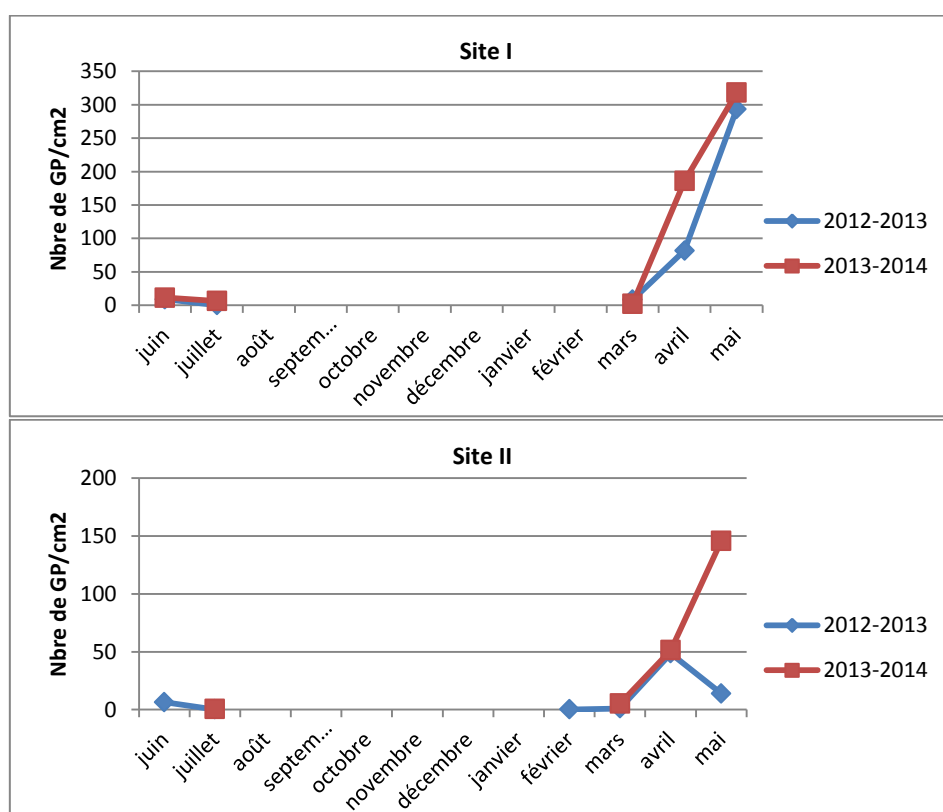
2.2.9.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 75)

2.2.9.2.1 -1^{er} site

La production pollinique a marqué les mêmes variations durant les 2 saisons. Elle a commencé en mars et a atteint son pic en mai (mai 2013 : 293,58 GP/cm²; mai 2014 : 318,16 GP/cm²).

2.2.9.2.2 -2^{ème} site

La pollinisation a marqué un pic de 48,58 GP/cm² en avril 2013, puis une diminution en mai 2013. Au cours de la deuxième saison le nombre de pollen a augmenté jusqu'au mois de mai en enregistrant un pic de 145,75 GP/cm².

Figure 75 : Variation pollinique interannuelle du genre *Quercus*

Le *Quercus* occupe la septième place dans le spectre de pollen dans l'atmosphère d'Oran. Sa floraison a duré de la première semaine d'avril à la mi-juillet. La concentration la plus élevée était pendant la deuxième semaine d'avril à la fin de Juin avec des valeurs maximales en avril (Kiared-Ould-Amara et al., 2015).

A Worcester (Royaume-Uni), et sur une période de 8 ans, le pollen du genre *Quercus* a enregistré un total annuel qui varie de 2449 à 7006 GP/m³. La moyenne du début de la saison était le 26 avril. La concentration quotidienne la plus élevée était de 1487 grains/m³ le 10 mai 2006. Il y avait un total de 107 jours de pollinisation du *Quercus* au cours de la période d'étude (Skjøth et al., 2015).

Une étude a été réalisée pour estimer les tendances des totaux polliniques annuels de 5 taxons anémophiles dans cinq stations en Europe occidentale. Les auteurs ont trouvé que le pollen du *Quercus* avec des concentrations annuelles élevées (entre 38 et 97 GP/m³) en raison de la présence d'arbres de chêne dans les sites étudiés (Spieksma et al., 2003).

2.2.10 Le genre *Salix*

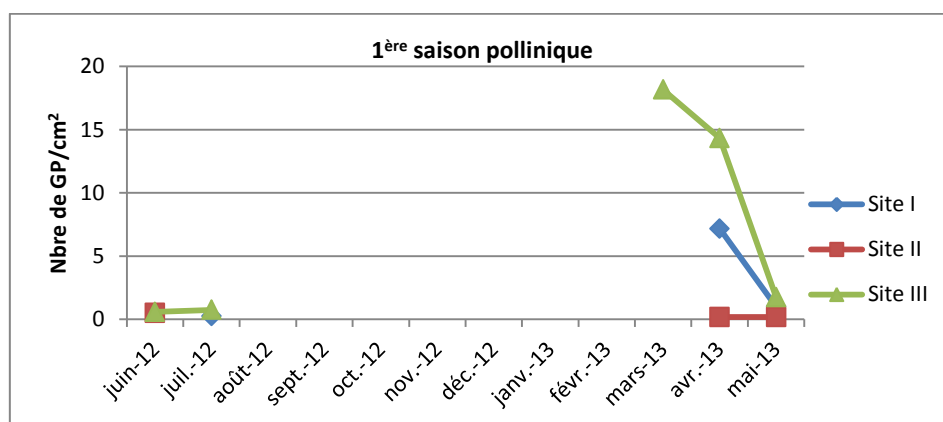
2.2.10.1 Variation pollinique annuelle (Fig. 76)

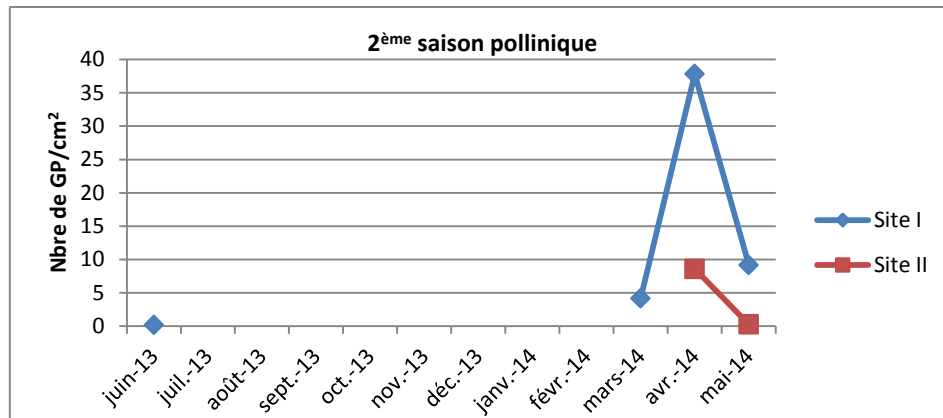
2.2.10.1.1 -1^{ère} saison pollinique

Le pollen du genre *Salix* a commencé dans le site 3 avec un grand nombre 18,17 GP/cm² en mars. Puis, en avril dans le site 1 (7,17 GP/cm²) et le site 2, qui a marqué la quantité la plus faible (0,17 GP/cm²).

2.2.10.1.2 -2^{ème} saison pollinique

Les deux sites ont marqué des pics en mois d'avril : site 1 avec 37,83 GP/cm² ; le site 2 avec 8,58 GP/cm².



Figure 76 : Variation pollinique annuelle du genre *Salix*

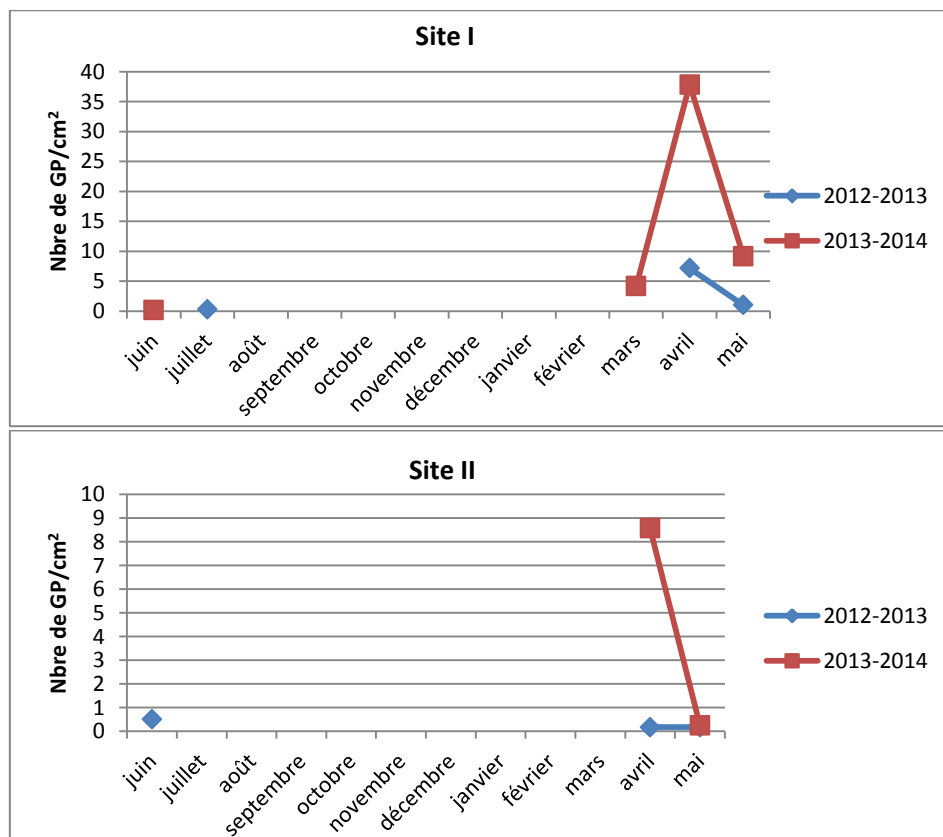
2.2.10.2 Variation pollinique interannuelle (Fig. 77)

2.2.10.2.1 -1^{er} site

La première saison pollinique a été tardive et de faible pollinisation par rapport à la deuxième avec un décalage d'un mois.

2.2.10.2.2 -2^{ème} site

La variation pollinique des deux saisons a été claire, où nous avons recueilli un pic de 8,58 GP/cm² en avril 2014, et 0,17 GP/cm² en avril 2013.

Figure 77 : Variation pollinique interannuelle du genre *Salix*

Le pollen du genre *Salix* a été présent dans l'atmosphère de Denizli (Turquie) pendant 11 semaines. Il a été trouvé à partir de la 2^{ème} semaine de mars jusqu'à la 3^{ème} semaine de mai. Des valeurs élevées (46 grains de pollen/m³) ont été enregistrées au cours de la 2^{ème} semaine d'avril (Güvensen et al., 2013).

Selon Altunoglu et al. (2010), à Konya (Turquie), le pollen du *Salix* était présent avec un pourcentage de 1,63% par rapport au total recensé. La saison pollinique a commencé à la première semaine d'avril et a terminé dans la dernière semaine de mai. Le pic pollinique a été déterminé au cours de la première et la troisième semaine du mois d'avril (1,15%).

La saison pollinique du *Salix* a été relativement courte, elle a commencé à partir de la cinquième semaine de mars et a terminé dans la deuxième semaine d'avril. La valeur la plus élevée a été marquée durant la première semaine d'avril (Xu et al., 2012).

3. Analyses statistiques

Nous avons étudié la corrélation de Pearson entre les paramètres climatiques et la production pollinique des taxons allergisants étudiés. Ensuite, l'ANOVA (Comparaison deux à deux de TUKEY pour déterminer la différence de la production entre les sites et entre les deux saisons étudiées.

3.1 Corrélation entre la production pollinique des principaux taxons allergisants et paramètres climatiques :

Les résultats de l'analyse statistique ont montré qu'il existe des corrélations non significatives entre la production pollinique totale et les paramètres climatiques durant les deux années d'étude (Annexe 6 et 7).

Concernant les taxons allergisants, les résultats montrent qu'il y a une corrélation significative négative entre la production de *l'Artemisia* et la vitesse du vent durant la première saison (-0,614* ; p=0,034).

Pour le genre *Alnus*, nous avons trouvé des corrélations significatives négatives avec les différentes températures : T°C moy (r = -0,638* ; p = 0,026), T°C min (r = -0,641* ; p = 0,025) et T°C max (r = -0,661* ; p = 0,019). En revanche, nous avons distingué une corrélation positive entre les précipitations et le pollen de *l'Alnus* (r = 0,757*, p = 0,042).

Concernant la deuxième saison, des corrélations significatives négatives ont été marquées entre :

-La famille des *Brassicaceae* et la température minimale ($TC^{\circ} \text{ min} : r = -0,593^* ; p = 0,042$).

-La famille des *Cupressaceae* et les températures : $T^{\circ}C \text{ moy} (r = -0,663^* ; p = 0,019)$, $T^{\circ}C \text{ min} (r = -0,645^* ; p = 0,023)$, $T^{\circ}C \text{ max} (r = -0,627^* ; p = 0,029)$.

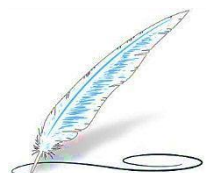
3.2 Comparaison deux à deux de TUKEY:

Nos résultats montrent qu'il n'existe pas de grandes différences entre les trois sites d'une part, et les deux années d'autre part, car l'environnement est influencé par le même couvert végétal et les mêmes conditions climatiques. Nous avons obtenu des groupements homogènes durant les deux saisons polliniques pour chaque taxon.

La comparaison entre les sites a montré que les moyennes sont plus proches entre le site de Sidi Amar et El-Hadjar en raison de la proximité climatique et environnementale. Par contre, le site de la ville de Annaba est influencé par le Massif de l'Edough entraînant, ainsi, des valeurs polliniques plus grandes, notamment les taxons arborés.

Chapitre III

Etude clinique



1. Introduction

Les maladies allergiques constituent, selon la classification de la WHO (World Health Organisation), la 4^{ème} maladie chronique majeure. Elles constituent un problème de santé publique et causent une morbidité importante dans des différents pays (Irani *et al.*, 2013).

Face à ce phénomène, les recherches scientifiques récentes en allergologie, épidémiologie et immunologie ont apporté une accélération des connaissances fondamentales et médicales sur les maladies allergiques. Les résultats de ces travaux permettent de recevoir leur complexité et les liens avec l'environnement (Sudre, 2009).

Les études épidémiologiques ont montré que la prévalence des maladies allergiques et des rhinites d'allergie pollinique sont en augmentation (Kopferschmirt-Kubleret Pauli, 1999). Dans la région méditerranéenne, les réactions allergiques induites par les pollens affectent plus de 10% de la population (D'Amato, 1998).

2. Méthodologie

Cette étude a été réalisée en parallèle avec l'étude aéropalynologique sur une période de deux ans, de juin 2012 à mai 2014.

L'étude a porté sur le dépouillement de 230 dossiers des patients qui ont été consultés par le médecin spécialiste en allergologie (Cabinet privé). Les informations suivantes sont notées sur la fiche de chaque patient: le sexe : masculin/féminin, l'âge, la date de visite, type de diagnostic : Rhinite et/ou une conjonctivite, rhino-conjonctivite allergique, asthme, allergie médicamenteuse ou autres symptômes (eczéma, urticaire, bronchite, sinusite, toux spasmodiques). Ainsi, le nombre des tests cutanés effectués et, les principaux pneumallergènes testés : Acariens (*Blomia*), *Alternaria*, blattes, 4 pollens de Céréales, chat, chien, Cyprès, 5 pollens de Graminées, herbe méditerranéenne, Olivier, Pariétaire, *Penicillium*, *Dermatophagoïdes pteronyssinus* (DPT) et *Dermatophagoïdes farinae* (DerF).

Procédure du test cutané :

Une goutte de solution standardisée (Alyostal, Prick test, 100/IR/ ml, 3 ml) est posée sur l'avant-bras et une micro piqûre est faite au travers de cette goutte (Fig. 78).

Deux autres tests témoins sont pratiqués : un témoin négatif : le sérum physiologique et un témoin positif : l'histamine à 10 mg/mL. Cette dernière permet de vérifier que le patient n'a pas pris de médicament (anti-histaminique, pastilles contre les rhumes contenant des anti-

histaminiques) qui bloque les réactions cutanées déclenchées par la présence d’histamine dans le derme.

Après 20 minutes, les tests cutanés sont lus en mesurant le diamètre de la papule de réaction (P) et celle du diamètre de l’érythème (E). Ils sont considérés comme positifs lorsque la papule mesurée a un diamètre égal ou supérieur à celui de la papule obtenue avec le témoin négatif (sérum physiologique) + 3 mm. Une fiche de tests cutanés sera remplie (Annexe 11)



Figure 78 : Test cutané (<http://www.allergenes.info>)

Nous avons confronté le nombre de patients sensibles aux pollens avec le pourcentage de la production des allergènes pollinique de 4 plantes utilisées dans les tests cutanés. Il s’agit des graminées, de cyprès, d’olivier et de pariétaire.

3. Résultats et Discussion

3.1 Répartition des patients selon le sexe et les classes d’âge

La population étudiée est constituée de 230 patients, où le sex-ratio M/F = 1,47 pour les sujets féminins (60%) (Fig. 79).

La classe d’âge [15-45[présente presque la moitié de la population étudiée : 46,95%, prédominée par les femmes avec 73,19% (Fig. 80).

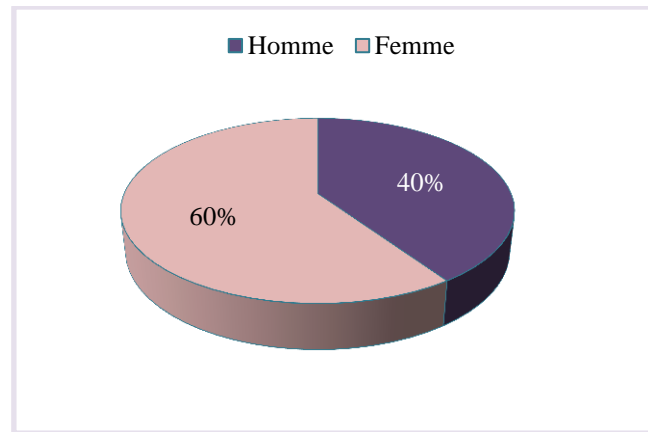


Figure 79 : Répartition des patients selon le sexe

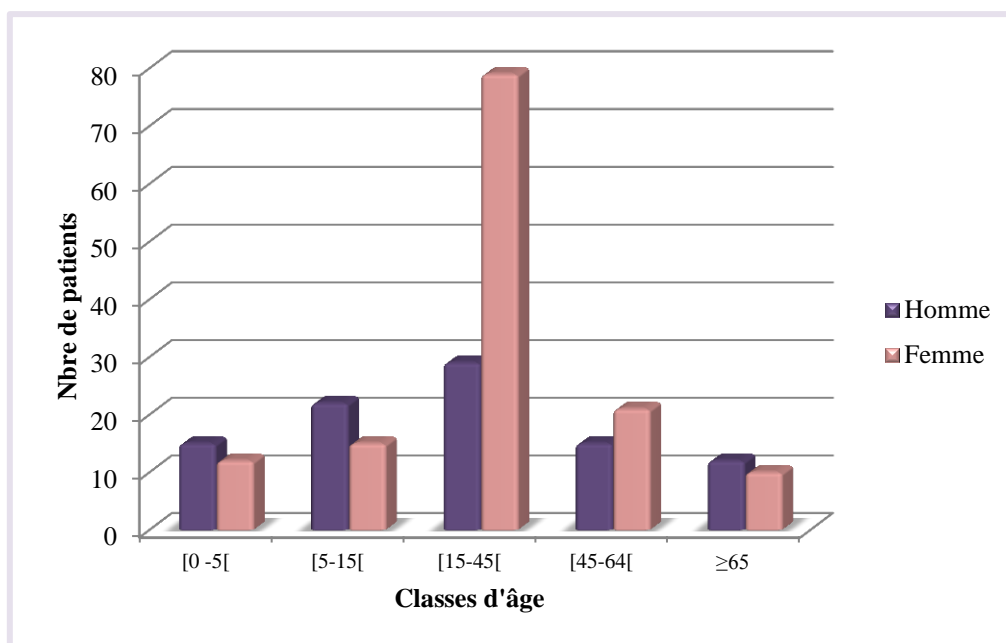


Figure 80 : Répartition des patients selon les classes d'âge

2.2 Répartition des patients selon le diagnostic et les classes d'âge (Fig. 81)

La majorité des cas d'allergie été remarquée chez les patients âgés entre 15 et 45 ans (116 cas). Les symptômes de rhino-conjonctivite allergique présentent 62,93% de la symptomatologie observée, puis arrive, en 2^{ème} position, la rhinite et/ou conjonctivite et/ou rhino-conjonctivite avec 25,86%, l'allergie aux médicaments et les autres symptômes chez 5,16% des sujets. En dernière position, l'asthme avec 0,86% (1 seul cas).

Les symptômes chez la classe des patients les plus jeunes (5-15 ans) avec 37 cas, 32 cas notés chez la classe des adultes (45-65 ans), et 26 cas chez les plus âgés (65 et plus), sont dominées

par la rhino-conjonctivite allergique qui présente respectivement les pourcentages suivants : 54,05 % ; 59,39% et 61,53%.

En ce qui concerne la classe des enfants (moins de 5 ans), sur le total de 28 cas observés, la rhino-conjonctivite allergique est classée en 2^{ème} position (42,85%) après les symptômes non allergiques (53,57 %).

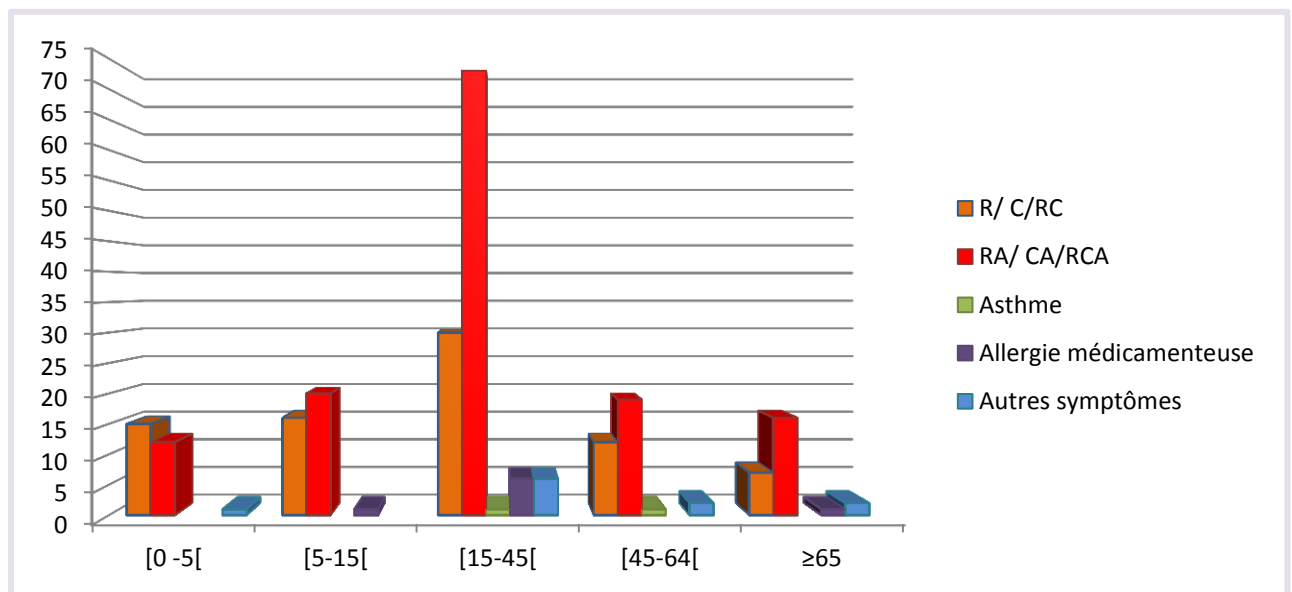


Figure 81 : Répartition des patients selon le diagnostic

2.3 Répartition des patients selon le type d'allergie

Sur l'ensemble de 230 patients, 41 sujets ont effectués les tests cutanés où 26 patients ont présentés une sensibilisation aux pollens (63%) (Fig. 82).

A travers des résultats obtenus, l'analyse de la fréquence des allergènes montre que la sensibilisation au pollen du Cyprès est la plus élevée, cet allergène est présent chez 29,26% des patients, suivi par DPT (26,82%), ensuite par le pollen d'Olivier et des Céréales avec 24,39%. La sensibilisation aux blattes, *Alternaria*, DerF et au chat a été remarquée avec un pourcentage égal (21,95%) pour chacun, ensuite le pollen de pariétaire avec 19,51% et le pollen des Graminées chez 17,07% des patients. La distribution des patients sensibilisés aux médicaments et aux acariens est 9,75% (Fig. 83).

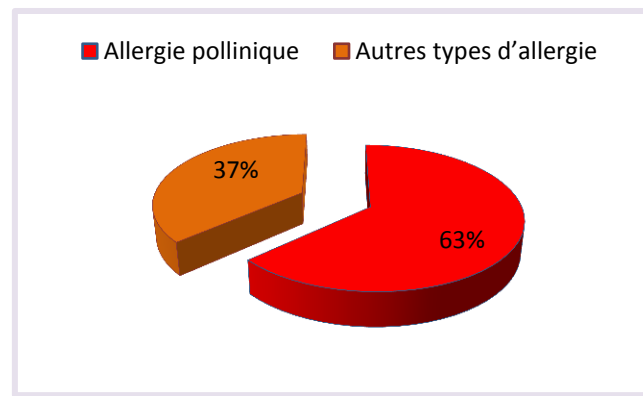


Figure 82 : Répartition des patients selon le type d'allergie

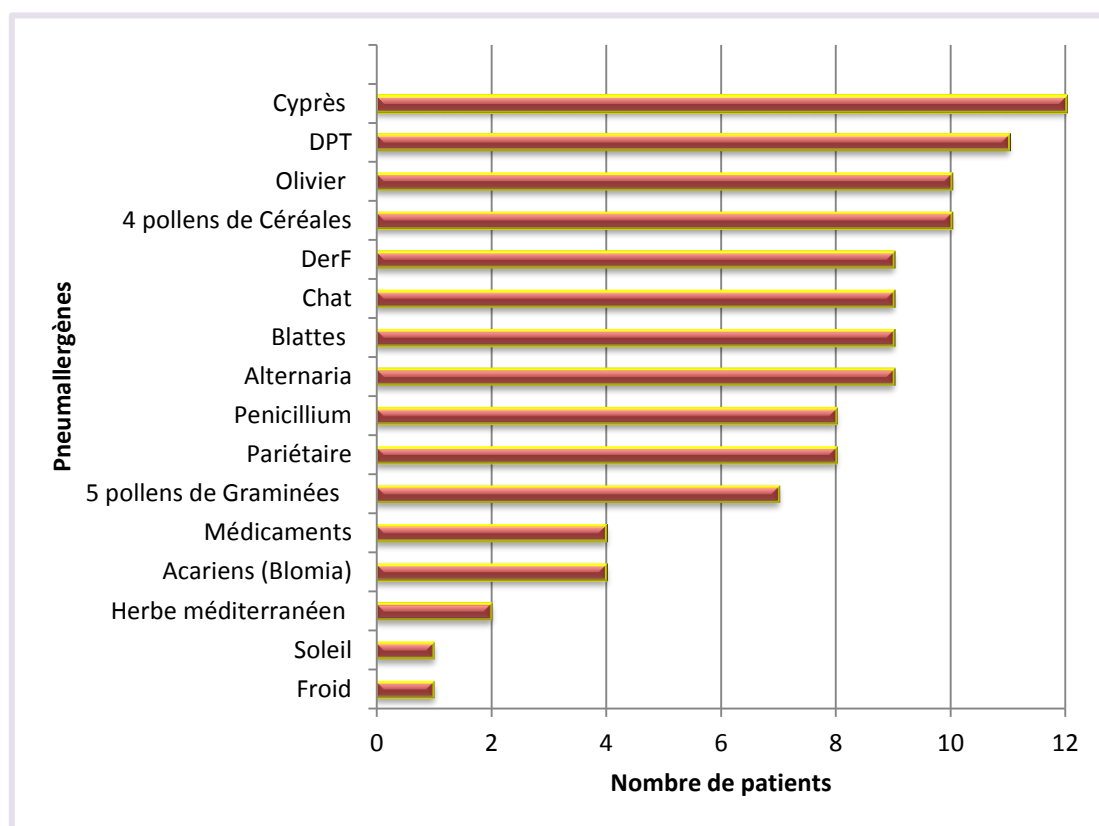


Figure 83 : Sensibilisations aux pneumallergènes observées d'après le test cutané

Nous citons certains résultats d'études réalisées à l'échelle nationale et au pays voisins du Maghreb (Maroc et Tunisie), qui présentent les mêmes objectifs que notre travail.

La première a porté sur une population pédiatrique de 75 patients asthmatiques de la ville d'Annaba (âge moyen : 9 ans, sex-ratio M/F : 1,64), les résultats montrent que les sensibilisations vis-à-vis aux pneumallergènes présentent 2/3 aux acariens, dont la moitié est également sensibilisée aux blattes (Boumenjel et *al.*, 2010).

A Alger, une étude sur la prévalence de la rhinite allergique chez les patients asthmatiques, portant sur 1230 patients dont le nombre total des asthmatiques est de 783 cas (63,7%) avec une prédominance féminine (66,8%). Parmi 327 patients ayant bénéficié de tests cutanés allergologiques, 74,7% ont présenté des tests positifs. La sensibilisation aux acariens est notée chez 67,86% des cas, aux pollens 18,11%, aux blattes 14,87%, aux poils de chat 5,29% et aux moisissures chez 2,73% (Gharnaout et *al.*, 2009 b).

Les mêmes auteurs ont constaté que les acariens sont les allergènes les plus courants (50,48%), suivi des pollens avec 21,55 %. La prévalence de la sensibilisation aux pollens d'herbacées était la plus élevée avec 8,78%, dominée surtout par la pariétaire avec 7,07%. Concernant la sensibilisation aux pollens d'arbres, les *Oleaceae* viennent en première position avec 5,12%, suivie des *Cupressaceae* avec 1,46%. La prévalence de la sensibilisation aux pollens de Graminées est de 5,44%, et des tests positifs aux 4 Céréales dans 2,19% (Gharnaout et *al.*, 2009 a).

Pour déterminer la corrélation entre la symptomatologie allergique respiratoire et les comptes polliniques dans la ville d'Alger, Gharnaout et Douagui (2007) ont réalisé une étude sur 111 patients. Les résultats obtenus montrent qu'il existe des corrélations très significatives pour les Graminées, Pariétaire, Olivier et Cyprés, dont le pollen présente un index d'allergénicité égal à 1 (allergénicité maximale).

Gharnaout et *al.* (2009 c) ont effectué une étude à Biskra portant sur 82 malades. La rhinite allergique est la manifestation clinique la plus fréquente (89,02%), suivie de la conjonctivite (63,41%) et enfin, l'asthme bronchique en 3^{ème} position (48,78%). La prévalence de sensibilisation aux pneumallergènes testés était comme suit : Graminées (19,51%), l'Olivier (18,29%) et Palmier-dattier vient en 3^e position (15,85%)

Abouda et *al.* (2009) ont réalisé, en Tunisie, une étude de prévalence pour estimer le profil clinique et allergénique des allergies aux herbacées. Les résultats prouvent que la prévalence est importante, elle représente 48,8% des pollinoses étudiées, se répartissant en 181 enfants et 564 adultes (dont 240 femmes). Le profil clinique montre une prédominance de la rhinite (88,7%), suivie de l'asthme (54,7%) et de la conjonctivite (48,1%). Les associations allergéniques concernent dans une même proportion les pollens (48,4%) et les acariens (49,5%), suivis des poils d'animaux (22,6%), des blattes (19,6%) et des moisissures (15,8%).

Une autre étude réalisée sur 3277 patients atteint de rhinite allergique dans le but d'établir et comparer le profil allergénique de la rhinite chez l'adulte et l'enfant. Les résultats montrent que l'allergie aux acariens est la prédominante avec (74,7%), suivie des pollens (40,3%), des poils d'animaux (22,1%), des blattes (19,4 %) et des moisissures (9,7%) (Khouania et *al.*, 2009).

Selon une étude menée sur 173 patients au Maroc, avec une prédominance féminine (67%), la rhinite allergique représente 73,9% des consultations, l'asthme chez 70,5%, la conjonctivite (41%) et l'allergie médicamenteuse dans 9,8% surtout à la pénicilline (76,5%). Suivant les résultats des prick-test (PT) pratiqués, 78,6% des cas sont positifs. La sensibilisation cutanée aux acariens vient à la première position *Dermatophagoides pteronyssinus* (DTP) dans 62,4% et *Farinae* (DF) dans 54,3%, suivie de *l'Alternaria* dans 23,7% puis des 5 Graminées dans 22,5%, du Cyprès et des Céréales dans 22% chacun (Berrada et *al.*, 2009).

Dans une autre étude réalisée sur un nombre total de 203 patients (sujets féminins prédominants avec 72%) reçus à la consultation d'allergologie respiratoire du CHU Ibn Rochd de Casablanca. Les asthmatiques représentent 80 % dont 77% ont bénéficié de tests cutanés allergologiques. Positifs chez 78 %, ces tests cutanés ont montré une sensibilisation aux *Dermatophagoides pteronyssinus* (DP) dans 67,43% cas, aux *Dermatophagoides Farinae* dans 58,16%, aux blattes (28,57%), aux 5-Graminées (16,32%), aux phanères d'animaux (11,22%) et à *l'Alternaria* (4,08%) (Benjelloun et *al.*, 2009).

La comparaison de nos résultats avec ceux précédemment réalisés montre qu'il y a des similarités observées. La prévalence des allergies chez la population féminine est la plus prédominante. Ainsi, les affections allergiques touchent toutes les tranches d'âge mais, le plus souvent, elles sont remarquées chez les adultes.

Les manifestations cliniques les plus fréquentes sont représentées par la rhinite allergique. La sensibilisation aux principaux pneumallergènes testés prouve que, dans la majorité de cas, les allergies aux acariens occupent la première position ; suivies par les pollens. Nos résultats montrent que les pollinoses sont dans la première position chez 26 cas, ensuite les allergies aux acariens chez 4 cas étudiés.

2.4 Relation entre la production pollinique et la sensibilisation au pollen :

Les résultats de la confrontation entre le nombre de patients sensibles aux pollens et le pourcentage de la production des allergènes polliniques montrent qu'il y a une coïncidence dans le classement de ces plantes selon le pourcentage moyen de pollen capturé durant la période d'étude.

Nous avons constaté sur nos lames, exposées à l'atmosphère de Annaba, que le pollen des *Poaceae* occupe la première position (12,97 %), suivi par celui du cyprès (11,19 %), puis l'olivier (9,31 %) et, en dernière position, le pollen de pariétaire (0,77 %).

Pour le nombre de patients ayant subi le test cutané, 17 sont sensibles aux graminées (65,07 %), 12 aux cyprès (46,15 %), 10 patients pour le pollen d'olivier (38,46 %) et enfin, 8 sont sensibles au pollen de pariétaire (30,76 %) (Fig. 84).

L'analyse statistique de ces résultats montre l'existence d'une forte corrélation positive ($r = +0,78$) entre les deux paramètres.

Ces résultats confirment, enfin, l'influence directe du couvert végétal sur les personnes sensibles.

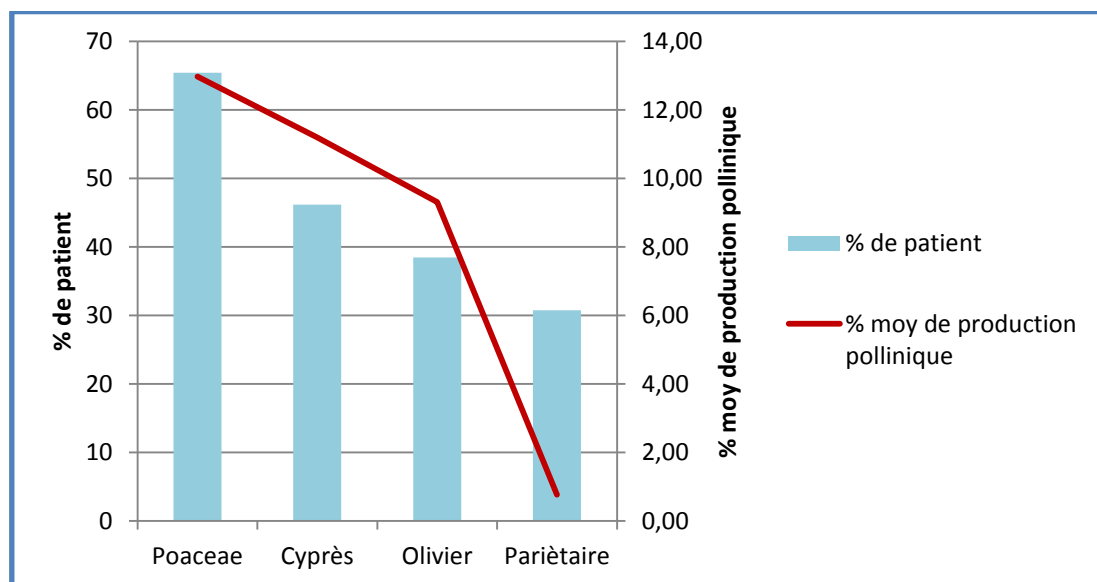
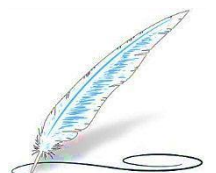


Figure 84 : Relation entre la production pollinique et la sensibilisation au pollen

Conclusion



Conclusion

Nous avons suivi, dans notre étude, la production pollinique dans l'atmosphère de la région de Annaba et en particulier les taxons allergisants. Les échantillonnages aéropalynologiques ont été obtenus à l'aide de capteur de Durham (1946), à fréquence journalière, dans trois sites différents, pendant deux années successives (du 1 juin 2012 au 31 mai 2014).

Les résultats de l'étude montrent que l'atmosphère pollinique de la région de Annaba semble être très riche en quantité et en qualité. Nous avons enregistré un total de 19600,7 Grains de Pollen/cm² produits par 68 taxons durant la première saison, et 17568,75 GP/cm² produits par 79 taxons durant la deuxième saison.

Nous avons compté, parmi les taxons producteurs de pollen, 39 taxons présentant un intérêt allergénique dont 24 taxons arborés (*Cupressaceae*, *Carya*, *Fraxinus*, *Populus*...) et 15 non arborés (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Plantago*, *Poaceae*...).

Les résultats obtenus montrent une variation pollinique annuelle à l'intérieur des sites étudiés. Nous avons constaté une variabilité géographique marquée en nombre de grains recueillis entre les trois sites. La récolte de pollen la plus élevée est celle du 3^{ème} site (Annaba), suivi par le 1^{er} site (Sidi Amar), puis, en dernière position, le site 2 (El-Hadjar).

Nous avons remarqué, en plus, un grand écart pollinique entre le 3^{ème} site et les deux autres, en particulier durant le mois de mai. Ceci est dû, principalement, à la grande production pollinique des arbres à avec des quantités importantes comme le *Quercus* (2583 GP/cm²) et l'*Olea europaea* (2477 GP/cm²).

Malgré cet écart, les mesures des comptes polliniques, de juin à février de chaque site, présentent les mêmes variations saisonnières. Les courbes annuelles ont tendance à une allure similaire, où le nombre de pollen commence à diminuer, puis, se stabilise avec des valeurs faibles (de juillet à février). Ensuite, il augmente pendant la période printanière.

Les calendriers polliniques des trois sites révèlent que le contenu pollinique de l'atmosphère est dominé par certains taxons, principalement, les *Cupressaceae*, les *Pinaceae*, *Pistacia*, *Olea europaea*, *Quercus*, les *Poaceae* et *Mercurialis*. D'autres taxons marquent une présence peu importante, comme *Corylus avellana*, *Carya*, *Mimosaceae*, *Artemisia* et *Brassicaceae*.

L'apparition dans le spectre pollinique de certains taxons particuliers tels que l'*Alnus*, l'*Ulmus* et le *Betula*, confirme que l'atmosphère pollinique de la zone d'étude est influencée aussi bien

par la végétation régionale (le massif de l'Edough), que par la végétation des pays méditerranéens (le Sud de l'Europe). Cette dernière est justifiée par la présence des grains de pollen de *Betula*.

L'analyse statistique des données polliniques, révèle l'absence de grandes différences entre les sites et les années d'étude. Il semble, donc, que les facteurs climatiques et le couvert végétal entourant ont exercé les mêmes effets.

A travers les résultats cliniques obtenus, l'analyse de la fréquence des allergènes polliniques montre que la sensibilisation au pollen du Cyprès occupe la première position (29,26 %), suivi par le pollen d'Olivier et des Céréales avec un pourcentage égal (24,39%). Le pollen de pariétaire présente 19,51% et le pollen des Graminées avec 17,07%.

La confrontation entre les résultats cliniques représentés par la sensibilisation des patients aux plantes allergisantes (Cyprès, Olivier Pariétaire et *Poaceae*), et le pourcentage moyen de la production pollinique de ces plantes, dans l'atmosphère de Annaba, montre une forte corrélation positive ($r = + 0,78$). Il s'avère, donc, que la détermination des types de pollens allergisants et leurs concentrations dans l'atmosphère est un outil très important aussi bien pour les patients que pour les médecins allergologues en terme de prévention ou de traitement.

En perspectives, nous proposons les points suivants :

- ❖ Amélioration de la méthode d'échantillonnage en pratiquant à la méthode volumétrique au lieu de la méthode gravimétrique.
- ❖ Développement de la mesure aérobiologique automatisée du pollen et des autres particules biologiques de l'air comme les spores de champignons, les bactéries et les virus ;
- ❖ Continuité des mesures à long terme doit être assurée pour arriver, d'une part, à estimer l'influence des conditions climatiques sur la production pollinique et, d'autre part, à la modélisation et la prévision des comptes polliniques ;
- ❖ Réalisation des études épidémiologiques afin de mieux comprendre les relations entre exposition à un allergène et l'apparition des symptômes ou la sensibilisation ;
- ❖ Renforcement de collaborations à tous les niveaux, local, national et international, mais en particulier multidisciplinaires (botanistes, biochimistes, médecins...) ;
- ❖ Recommander aux autorités locales d'éviter l'implantation des espèces allergisantes aux niveaux des espaces verts et aux bords des routes.
- ❖ Enfin, l'établissement de nouveaux concepts comme la mise en œuvre de réseaux destinés à la surveillance de l'atmosphère pollinique à l'image de SAMASAFIA destiné à la surveillance de la pollution atmosphérique.

Références Bibliographiques



a

1. A.S.S.I.M. (2014 a) (Association des Collèges des Enseignants d'Immunologie) : Méthodes en immunologie : Des principes aux bonnes applications. Ed. Elsevier Masson. 232 p.
2. A.S.S.I.M. (2014 b) (Association des Collèges des Enseignants d'Immunologie) : Guide des analyses en immunologie: Indications, critères de réalisation et limites. Ed. Elsevier Masson. 284 p.
3. Abouda M., Khouani H., Triki M., Fajraoui N. et Charfi M.R (2009) : Profil clinique et allergénique de l'allergie aux herbacées en Tunisie : à propos de 745 cas/ Rhinite, conjonctivite et asthme. *Revue française d'allergologie*, 49 : 323-329.
4. Abou Chakra O. (2009) : Allergénicité des granules cytoplasmiques de pollen. Thèse de Doctorat, Université Paris-Diderot - Paris 7. 196 p.
5. Aboulaich N., Bouziane H., Kadiri M., del Mar Trigo M., Riadi H., Kazzaz M., Merzouki A. (2009) : Pollen production in anemophilous species of the *Poaceae* family in Tetouan (NW Morocco). *Aerobiologia*, 25:27-38.
6. Ahlawat M. Dahiya P. Chaudhary D. (2014): Allergenic pollen in the atmosphere of Rohtak city, Haryana (India): A pioneer study. *Aerobiologia*, 30: 229-238.
7. Alcázar P., Stach A., Nowak M. et Galán C. (2009): Comparison of airborne herb pollen types in Córdoba (Southwestern Spain) and Poznan (Western Poland). *Aerobiologia*, 25:55–63.
8. Ali-Tatar B. (2010) : Cartographie de la dynamique de la végétation face à l'urbanisation dans la région de Annaba. Mémoire de Magister, Dept. de Biologie, Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 79 p.
9. Altunoglu M. K., Toraman E., Temel M., Bicakci A. and Kargioglu M. (2010): Analysis of airborne pollen grains in Konya (Turkey). *Pak. J. Bot.*, 42(2): 765-774.
10. A.N.D.I. (2013) : (Agence Nationale de Développement et d'Investissement). La Wilaya de Annaba. 24 p. (<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Annaba.pdf>)
11. Angiosperm Phylogeny Group III. (2009): An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.*, 161:105-121.
12. Ariano R. (2008) : Allergie aux pollens de Cyprès. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 48 : 321–324.
13. Aubert J. (1991) : Plantes et pollinose. Laboratoires Fisons. 49 p.
14. Aycan B., Ayse Y., Adem B., Kayi E., Yakup C., Hulusi M., et al. (2008): An observation study of airborne pollen fall in Didim (SW Turkey) years 2004–2005. *Aerobiologia*, 24: 61–66.
15. Azouz F. (2006) : Etude pollinique de l'atmosphère de la région d'El-Hadjar (Annaba) « Réalisation d'une palynothèque et d'un atlas pollinique ». Mémoire de Magister: Université Badji Mokhtar, Annaba. 112 p.

16. Bach J.F et Chatenoud L. (2005) : Immunologie : de la biologie à la clinique. Médecine-Sciences, Flammarion, 4^e Ed. 369 p.
17. Barderas R., Villalba M., Pascual C.Y., Batanero E. and Rodríguez R. (2004): Profilin (Che a 2) and polcalcin (Che a 3) are relevant allergens of *Chenopodium album* pollen: Isolation, amino acid sequences, and immunologic properties. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 113 (6): 1192-1198.
18. Bartra J., San Miguel-Moncin M., Lombardero M., Alonso R., Fernández Parra B., Tella R., Cistero-Bahima A. (2004): Rhinoconjunctivitis and Bronchial Asthma Due to Monosensitization to *Quercus* Pollen. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 113 (2): S64-S65.
19. Benjelloun H., Zaghba N., Yassine N., Bakhatar A. et Bahlaoui A. (2009) : Prévalence de la rhinite allergique chez les patients asthmatiques. *Revue des Maladies Respiratoires*, 26 (HS1), p. 42.
20. Bennadja S., Cherour A. et Benslama M. (2005) : La composition pollinique de l'air de la ville de Annaba (Nord-est algérien). 1^{er} colloque Euro-méditerranéen en Biologie Végétale et Environnement, Annaba, du 28-30 novembre 2005. P. 117.
21. Benezra C. (1988) : Le point sur l'allergie (Influence de l'environnement). C.R.N.S, France. 48 p.
22. Berrada Z., Aichane A., Riah A., Sellal H., Afif A. et Bouayad Z. (2009) : Profil de la rhinite allergique dans une consultation de pneumo-allergologie. *Revue des Maladies Respiratoires*, 26 (1) : p.43.
23. Besancenot J.P. (1989) : Aéropalynologie et approche bioclimatique des pollinoses. *Climat et Santé*, 1 : 129-142.
24. Boi M. et Llorens L. (2013) : Annual pollen spectrum in the air of Palma de Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Aerobiologia*, 29:385-397.
25. Bonnamy M.M et Coste X. (2012) : Le guide des allergies. Ed. Fine Media. 113 p.
26. Bonura A., Corinti S., Schiavi E., Giacomazza D., Gianguzza F., Di Felice G. et Colombo P. (2013). The major allergen of the *Parietaria* pollen contains an LPS-binding region with immuno-modulatory activity. *Allergy*, 68: 297-303.
27. Bonura A., Trapani A., Gulino L., Longo V., Valenta R., Asero R. et Colombo P. (2014) : Cloning, expression in *E. coli* and immunological characterization of Par j 3.0201, a *Parietaria* pollen profilin variant. *Molecular Immunology*, 57: 220– 225.
28. Boughediri L. (1994) : Le pollen de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) : Approche multidisciplinaire et modélisation des différents paramètres en vue de créer une banque de pollen. Thèse de Doctorat. Université de Paris 6. Spécialité botanique tropicale. 158 p.
29. Boumendjel A., Tridon A., Ughetto S., Messarah M. et Boulakoud M.S. (2010) : Environnement allergénique d'une population d'enfants asthmatiques à Annaba (Algérie). *Ann. Biol. Clin.*, 68 (3) : 317-324.

Références Bibliographiques

30. Burmester G.R. et Pezzutto A. (2000) : Atlas de poche d'immunologie : Bases, analyses biologiques, pathologies. Ed. Flammarion. Paris. 290 p.
31. Buters J., Prank M., Sofiev M., Pusch G., Ing D., Albertini R., Annesi-Maesano I., Antunes C., Behrendt H., Berger U., Brandao R., Celenk S., Galan C., Grewling Q., Jackowiak B., Kennedy R., Rantio-Lehtimäki A., Reese G., Sauliene I., Smith M., Thibaudon M., Weber B. and Cecchi L. (2015): Rhinitis, sinusitis, and upper airway disease: Variation of the group 5 grass pollen allergen content of airborne pollen in relation to geographic location and time in season. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 136 (1) : 87-95.

e

32. Calleja M.O., Farrera I., Almeras T. et al. (2005) : Métrologie des pollens dans l'air : étude intercomparative en région Languedoc-Roussillon. Montpellier: *AgroM*. 78 p.
33. Cariñanos P., Alcázar P., Galán C. and Domínguez E. (2014): Environmental behaviour of airborne *Amaranthaceae* pollen in the southern part of the Iberian Peninsula, and its role in future climate scenarios. *Science of the Total Environment*, 470/471: 480-487.
34. Cerceau-Larival M Th. (1989): La conservation à long terme du pollen par lyophilisation au service des plantes menacées. Actes du colloque « Plantes sauvages menacées de France. Bilan de protection », Brest (Oct 1987), Bureau Resse. Gén. M., Ed. Chauvet, Paris, 355-373.
35. Cerceau-Larival M.Th., Carbonnier M.-C., Verhille A.M., Peltre G. et Senecha H. (1993) : Le pollen et l'allergie. Rapport de projet de recherche entre le lab. de palynologie, M.N.H.N., Paris et l'unité d'immuno-allergie de l'Institut de Pasteur, Paris. 35 p.
36. Çeter T., Pinar N. M., Guney K., Yildiz A., Asçi B. & Smith M. (2012) : A 2-year aeropalynological survey of allergenic pollen in the atmosphere of Kastamonu, Turkey. *Aerobiologia*, 28 : 355-366.
37. Chafai-Ketfi L. et Boughediri L. (2006) : Le contenu pollinique de l'atmosphère de la ville d'El Hadjar (Annaba). *Sciences et Technologie*, 24 : 27-31.
38. Chafai-Ketfi L., Azzouz F., Salemkour, N, & Boughediri L. (2009) : Contenu pollinique de l'atmosphère de deux régions de Nord-est algérien : El-Hadjar (W. Annaba) et Dréan (W. El-Tarf). *Revue Synthèse*, 20 : 31-39.
39. Chafai- Ketfi L. and Boughediri L. (2015): Analysis of Airborne Pollen Grains in Annaba, (Northern-East Algeria) *Advances in Environmental Biology*, 9 (18): 197-202.
40. Chapman D.S., Haynes T., Beal S., Essl F. and Bullock J.M. (2014): Phenology predicts the native and invasive range limits of common ragweed. *Global Change Biology*, 20: 192-202.
41. Charpin T. (2004) : Les pollens, les pollinoses et autres maladies respiratoires allergiques. Fiche V - ORS paca. 1-10 p. (http://www.sistepaca.org/pdf/tbse/maquette_fiche_V.pdf)
42. Choi S.H., Jung I.Y., Kim D.Y., Kim K.R., Lee J.H., Oh I.B. and Choi (2011): Seasonal distribution of airborne pollen in Ulsan, Y.H. Korea in 2009-2010. *J. Ecol. Field Biol.*, 34(4): 371-379.

Références Bibliographiques

43. Clot B. (2003) : Trends in airborne pollen: An overview of 21 years of data in Neuchâtel (Switzerland). *Aerobiologia*, 19 : 227-234.
44. Clot B. (2007) : Pollen dans l'air du Plateau Suisse : Paramètres climatiques et nouveaux risques pour les allergies. Thèse de Doctorat, Université de Neuchâtel, Suisse. 102 p.
45. Clot B. (2008) : Pollen de l'air et risque d'allergie: l'évolution récente. *Environnement, Risques & Santé*, 7(6): 431-434.
46. Comtois P. (1995): The experimental research of Charles H. Blackley. *Aerobiologia*, 11:63-68.
47. Corden J.M., Stach A. et Millington W.M. (2002): A comparison of *Betula* pollen seasons at two European sites; Derby, United Kingdom and Poznan, Poland (1995-1999). *Aerobiologia*, 18:45-53.
48. Cornu A. et Malzonier D. (1989) : Le Pétunia, modèle biologique, application à l'étude et l'utilisation du potentiel génétique du pollen. Journée d'étude. Biologie et conservation du pollen. Aspects fondamentaux et appliqués. Société Botanique de France. Paris, Nov 1989. Poster.
49. Cour P. (1974) : Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques. Etude de la sédimentation des pollens déposés à la surface du sol. *Pollen & Spores*, 16 : 103-141.
50. Cour P. et Van Campo M. (1980): Agronomie: Prévisions de récoltes à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 290 (D), 1043-1046.
51. Couto M. et Miranda M. (2011): Proposed GA2LEN standardized allergen battery: what about regional sensitization differences? *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, 21:491-495.



-
52. D.G.F. (2013) : La Direction Générale des Forêts de la Wilaya d'Annaba. Rapport, 13 p.
 53. Dagnélie P. (2006). Statistique théorique et appliquée. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Tome 2, De Boeck et Larcier, Bruxelles. 734 p.
 54. D'Amato G. (1998) : Pollen allergy in the mediterranean area. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 38 (7S), S160-S162.
 55. D'Amato G., Cecchi L., Bonini S., Nunes C., Annesi-Maesano I., Behrendt H., Liccardi G., Popov T. et Van Cauwenberge P. (2007): Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*, 62: 976-990.
 56. Davies J. M., Li H. Z., Green M., Towers M., & Upham J. W. (2012). Subtropical grass pollen allergens are important for allergic respiratory diseases in subtropical regions. *Clinical and Translational Allergy*, 2(4): 1-10.
 57. de Linares C., Nieto-Lugilde D., Alba F., Díaz de la Guardia C., Galán C. and Trigo M.M. (2007): Detection of airborne allergen (Ole e 1) in relation to *Olea europaea* pollen in S Spain. *Clinical and Experimental Allergy*, 37: 125-132.
 58. Déchamp C. et Méon H. (2002) : Ambrosies, *Ambrosia*, polluants biologiques. Éd. ARPPAM (2^e éd.). 288 p.

Références Bibliographiques

59. Docampo S., Recio M., Trigo M. M., Melgar M., & Cabezudo B. (2007): Risk of pollen allergy in Nerja (Southern Spain): A pollen calendar. *Aerobiologia*, 23: 189–199.
60. Donadieu Y. (1983) : Le pollen. Thérapeutique naturelle. 6^{ème} édition Librairie Maloine S.A. Paris. 97 p.
61. Douagui H. (2007) : Projet d'application du programme « Global Alliance against Chronic Respiratory Diseases » (GARD) en Algérie. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 47 : 248-249.
62. Durham O.C. (1946): The volumetric incidence of atmospheric allergens. IV. A proposed standard method of gravity sampling, counting and volumetric interpolation of results. *J. Allergy*, 17 (2) : 79-86.



63. Emberlin J., Detandt M., Gehrig R., Jaeger S., Nolard N. et Rantio-Lehtimäki A. (2002): Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *Int. J. Biometeorol.*, 46:159-170.
64. Erdtman G. (1943): An introduction to pollen analysis. Chronica botanica co. Wltham. Mass. 239 p.
65. Erdtman G. (1945): Pollen morphology and plant taxonomy. *Labiatae, Verbinaceae and Aviceniaceae. Sven. Bot. Tidskr.*, 39: 279-285.
66. Erdtman G. (1947) : Suggestions for the classification of fossil and recent pollen grains and spores. *Svenska Bot. Tidskr.* 41: 104-114.
67. Erdtman G. (1952): Did dicotyledonous plant exist in early jurassic times. Geo, foren. Stockholm. 539 p.
68. Erdtman G. (1960) : The acetolysis method. *Svensk botanisk tidskrift*. 54 : 561-564.
69. Erdtman G. (1961): An introduction to a Scandinavian pollen flor. Almqvist & Wiksell. Stockholm. 91 p.
70. Erdtman G. (1969) : Hand book of palynologie. Morphology, Taxonomy, Ecology. An introduction to the study of pollen grains and spores Munksgaard. Copenhagen. 486 p.
71. Erkan P., Biçakci A., Aybeke M. et Malyer H. (2011) : Analysis of airborne pollen grains in Kırklareli. *Turkish Journal of Botany*, 35: 57-65.
72. Erkara I. P. (2008) : Concentrations of airborne pollen grains in Sivrihisar (Eskişehir), Turkey. *Environ. Monit. Assess.*, 138: 81-91.
73. Espinosa E. et Chillet P. (2010) : Immunologie. Ed. Ellipses. 551 p.
74. Esteve C., Montealegre C., Marina M.L. et Garcia M.C. (2012): Analysis of olive allergens. *Talanta*, 92:1-14.



75. Faegri K. et Iversen J. (1950) : Text book of pollen analysis. Ed. Munksgaard, Copenhagen. 295 p.
76. Fernández-González M., Guedes A., Abreu I. et Rodríguez-Rajo F.J. (2013) : Pla a_1 aeroallergen immunodetection related to the airborne *Platanus* pollen content. *Science of the Total Environment*, 463/464 : 855–860.
77. Fischer H. (1890): Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. Breslau (Thesis) : 1-72.

Références Bibliographiques

78. Florido J. F., Delgado P. G., de San Pedro B. S., Quiralte J., de Saavedra J. M. A., Peralta V. & Valenzuela L. R. (1999): High Levels of *Olea europaea* pollen and relation with clinical findings. *International Archives of Allergy and Immunology*, 119: 133–137.
79. Fritzsche J. (1837): Über den Pollen. *Mém. Sav. Étrang. Acad. Sci. Pétersbourg*, 3: 649-672.



80. Gadermaier G., Dedic A., Obermeyer G., Frank S., Himly M. et Ferreira F. (2004): Biology of Weed pollen allergens. *Curr. Allergy Asthma Rep.*, 4:391-400.
81. Gadermaier G., Jahn-Schmid B., Vogel L., Egger M., Himly M., Briza P., Ebner C., Vieths S., Bohle B. et Ferreira F. (2010): Targeting the cysteine-stabilized fold of Art v 1 for immunotherapy of *Artemisia* pollen allergy. *Molecular Immunology*, 47: 1292–1298.
82. Gadermaier G., Hauser M. et Ferreira F. (2014): Allergens of weed pollen: An overview on recombinant and natural molecules. *Methods*, 66: 55-66.
83. García J. J., Trigo M. M., Cabezudo B., Redo M., Vega J. M., Barber D., Carmotia M. J., Cervera J. A., Toro F. J. and Miranda A. (1997): Pollinosis due to Australian pine (*Casuarina*) : an aerobiologic and clinical study in southern Spain. *Allergy*, 52: 11-17.
84. García-Mozo H., Galán C., Aira M.J., Belmonte J., Díaz de la Guardia C., Fernández D., Gutiérrez A.M., Rodríguez F.J., Trigo M.M., Domínguez-Vilches E. (2002) : Modelling start of Oak pollen season in different climatic zones in Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 110: 247-257.
85. García-Mozo H., Pérez-Badia R., Fernández-González F. & Galán C. (2006): Airborne pollen sampling in Toledo, Central Spain. *Aerobiologia*, 22: 55-66.
86. García-Mozo H., Galán C., Belmonte J., Bermejo D., Candau P., Díaz de la Guardia C., Elvira B., Gutiérrez M., Jato V., Silva I., Trigo M.M., Valencia R. et Chuine I. (2009) : Predicting the start and Peak dates of the *Poaceae* pollen season in Spain using process-based models. *Agricultural and Forest Meteorology*, 49 : 256- 262.
87. Gaussorgues R. (2009) : L'olivier et son pollen dans le bassin méditerranéen. Un risque allergique ? *Revue française d'allergologie*, 49 : S2–S6.
88. Gaussorgues R. et Demoly P. (2013) : Environnement et allergies : la pollinose des Cupressacées. *Revue française d'allergologie*, 52 : S65-S68.
89. Gharnaout M. (2007) : Corrélation entre comptes polliniques et symptomatologie respiratoire allergique au niveau de la ville d'Alger. Thèse Doctorale Science et Médecine, Faculté de Médecine d'Alger. 335 p.
90. Gharnaout M. et Douagui H. (2007) : Étude de la corrélation entre comptes polliniques et symptomatologie respiratoire allergique au niveau de la ville d'Alger. *Revue des Maladies Respiratoires*, 24 : p. 33.
91. Gharnaout M., Bencharif N., Abdelaziz R. et Douagui H. (2009a) : Les pollinoses à Alger/ Environnement. *Revue française d'allergologie*, 49 : 310–314.

Références Bibliographiques

92. Gharnaout M., Bencharif N., Abdelaziz R. et Douagui H. (2009 b) : Prévalence de la rhinite allergique chez les patients asthmatiques à Alger/ Rhinite, conjonctivite et asthme. *Revue française d'allergologie*, 49 : 323-329.
93. Gharnaout M., Bencharif N., Abdelaziz R., Ouali D. et Douagui H. (2009c) : Prévalence de la sensibilisation aux palmiers dattiers dans le Sud Algérien (Biskra). *Revue des Maladies Respiratoires*, 26(1) : p. 44.
94. Girodet B. (2013) : Les allergènes de l'ambrosie. *Revue française d'allergologie*, 53 : 473–476.
95. Gonzalez E.M., Villalba M., Quiralte J., Batanero E., Roncal F., Albar J.P. et Rodriguez R. (2006): Analysis of IgE and IgG B-cell immunodominant regions of Ole e 1, the main allergen from olive pollen. *Molecular Immunology*, 43 : 570-578.
96. Gouranton-Lagier M., Cheynel A., Navarro R. et Sulmont G. (2009) : Le pollen : sa vie, son œuvre. *Revue française d'allergologie*, 49 : 96-106.
97. Green B. J., Dettmann M.-E., Yli-Panula E., Rutherford S. and Simpson R. (2004) : Aeropalynology of Australian native arboreal species in Brisbane, Australia. *Aerobiologia*, 20: 43-52.
98. Grewling L., Sikoparija B., Skjøth C.A., Radisic P., Apatini D., Magyar D., Páldy A., Yankova R., Sommer J., Kasprzyk I. Myszkowska D., Uruska A., Zimny M., Puc M., Jäger S. et Smith M. (2012): Variation in *Artemisia* pollen seasons in Central and Eastern Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 160: 48-59.
99. Güvensen A. and Öztürk M. (2003): Airborne pollen calendar of Izmir – Turkey. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 10: 37-44.
100. Güvensen A., Çelik A., Topuz B. & Öztürk M. (2013): Analysis of airborne pollen grains in Denizli. *Turkish Journal of Botany*, 37:74-84.
101. Guérin B. et Michel F.B. (1993) : Pollen et Allergie. Edition Allerbio, Varennes-en-Agronne, 279 p.



102. Halwagy M. and Halwagy R. (1984): Seasonal variations of pollen grains in the atmosphere of Kuwait, *Pollen et spores*, 24 (2): 201-206.
103. Hauser M., Asam C., Himly M., Palazzo P., Voltolini S., Montanari C., Briza P., Bernardi M.L., Mari A., Ferreira F. et Wallner M. (2011): Bet v 1-like pollen allergens of multiple Fagales species can sensitize atopic individuals. *Clin. Exp. Allergy*, 41: 1804-1814.
104. Herrero B. and Fraile C. (1997): Annual variation of airborne pollen in the city of Palencia, Spain, 1990-1992. *Grana*, 36: 358-365.
105. Hesse M., Halbritter H., Zetter R., Weber M., Buchner R., Frosch-Radivo A. and Ulrich S. (2009) : Pollen terminology : an illustrater handbook. SpringerWien New York. 261 p.
106. Hirst J. M. (1952) : An automatic volumetric spore trap. *Ann. Appl. Biol.*, 39 : 257-265.
107. Horak F. et Jäger S. (1979): Die Erreger des Heufiebers. *Urban & Schwarzenberg, München*, 19 : 27-28.

Références Bibliographiques

108. Hyde H.A. et Williams D.A. (1944) : Palynology. *Nature*, 155 : 265.

J

109. Ianovici N. (2008) : Seasonal Variations in the Atmospheric *Chenopodiaceae* / *Amaranthaceae* Pollen Count in Timisoara, Romania. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 36 (2) :17-22.

110. Indge B. (2004) : La biologie de A à Z, 1100 entrées, des exemples et des conseils pour réviser. Dunod, Paris. 333 p.

111. Irani C., Karam M., Baz Z., Maatouk H. et Zaitoun F. (2013) : Airborne pollen concentrations and the incidence of allergic asthma and rhinoconjunctivitis in Lebanon. *Revue française d'allergologie*, 53 : 44-445.

K

112. Kadereit G., Gotzek D., Jacobs S., Freitag H. (2005): Origin and age of Australian *Chenopodiaceae*. *Organisms, Diversity & Evolution*, 5: 59–80.

113. Kaszewski B. M., Pidek I. A., Piotrowska K., & Weryszko- Chmielewska E. (2008): Annual pollen sums of *Alnus* in Lublin and Roztocze in the years 2001–2007 against selected meteorological parameters. *Acta Agrobotanica*, 61(2): 57–64.

114. Ketfi L. (1998) : Etude aéropalynologique de la région d'El-Hadjar. Mémoire de Magister: Université Badji Mokhtar, Annaba. 123 p. (En Arabe).

115. Khouani H., Abouda M., El Ghouli J., Triki M., Fajraoui N. et Charfi M.R. (2009) : Profil allergénique de la rhinite allergique en Tunisie/ Rhinite, conjonctivite et asthme. *Revue française d'allergologie*, 49 : 323-329.

116. Kiared-Ould-Amara G., Bessedik M. & Riding J. B. (2015): The aeropalynology of Es-Sénia airport, Oran, Northwest Algeria, *Palynology*, 22 p. DOI:10.1080/01916122.2015.1112944.

117. Kizilpınar İ., Doğan C., Artac H., Reisli İ. and Pekcan S. (2012): Pollen grains in the atmosphere of Konya (Turkey) and their relationship with meteorological factors, in 2008. *Turk. J. Bot.*, 36 : 344 – 357.

118. Klingebiel C.K. et Vitte J.V. (2015) : Outils biologiques dans le pollinose aux *Cupressaceae* : extraits ou allergène, lequel choisir ? *Revue française d'allergologie*, 3 : 221-230.

119. Kopferschmitt-Kubler M.C. et Pauli G. (1999) : Pollens et pollution. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 39 (4) : 283-288.

120. Korteby H., Hammache V., Lamrani Z., Abed L. et Larbaoui D. (1977) : L'atmosphère pollinique d'Alger. Note sur sa composition durant le deuxième trimestre 1977. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Alger*, 68 (3-4) : 75-79.

L

121. Laaidi K., Laaidi M. et Besancenot J.P. (1997): Pollens, pollinoses et météorologie. *La Météorologie*, 8 (20) : 41-56.
122. Laberche J.C. (2010) : Biologie végétale (3^e édition). Dunod, Paris. 305 p.
123. Larousse (2007) : Encyclopédie Médicale. Ed. Le Manuel Merk. 1970 p.
124. Laurent J., Guinnepain M. T., Lafay J. Sauvaget J. (1999): La pollinose des arbres. *Rev. Fr. Allergol.*, 39 (4) : 276-282.
125. Leduc V., Laval A., Ledent C. & Mairesse M. (2008) : Allergie respiratoire aux protéines de feuilles, implication d'un nouvel allergène. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 48 : 521-525.
126. Liu Z.G., Song J.J. et Kong X.L. (2010) : A study on pollen allergens in China. *Biomedical and Environmental Sciences*, 23 : 319-322.
127. Lombardero M., Quirce S., Duffort O., Barber D., Carpizo J., Chamorro M. J., Lezaun A., and Carreira J. (1992): Monoclonal antibodies against *Olea europaea* major allergen: Allergenic activity of affinity-purified allergen and depleted extract and development of a radioimmunoassay for the quantitation of the allergen. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 89 (4): 884-894.

M

128. Maasch H.J. et Geissler W. (1983): In-vitro-Untersuchungen zur Allergen Bedeutung von Sauerampferpollen. *Allergologie*, 6: 10-12.
129. Maciocia G. et Burner S. (2011) : La Pratique de la Médecine Chinoise. 2^e Ed. Elsevier Masson. 1582 p.
130. Male D., Roitt Y., Brostoff J. et Roth D. (2007) : Immunologie. Ed. Elsevier Masson (Campus Référence). 600 p.
131. Maurizio A. (1946): Untersuitativen pollenanalyse des Honigs. *Mtt. Geb. lebensmittelunter scungen zur quant. Hyg.*, 30 (13): 27-69.
132. Maurizio A. et Louveaux J. (1961) : Pollen de plantes mellifères d'Europe II. *Pollen et spores*, 3(2): 219-246.
133. Melgar M., Trigo M. M., Recio M., Docampo S., García-Sánchez J. and Cabezudo B. (2012): Atmospheric pollen dynamics in Münster, north-western Germany: a three-year study (2004–2006). *Aerobiologia*, 28(4): 423-434.
134. Metz-Favre C., Birba E., Metivier A.C., de Blay F. et Pauli G. (2005) : Intérêt du dosage des IgE vis-à-vis de l'allergène recombinant rBet v 1 dans la prise en charge de la pollinose printanière. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 45 : 584–589.
135. Metz-Favre C., Papanikolaou I., Purohit A., Pauli G. et de Blay F. (2010) : Actualité dans l'allergie au pollen de frêne. *Revue française d'allergologie*, 50 : 568-573.

Références Bibliographiques

136. Meyer S., Reeb C. et Bosdeveix R. (2008) : Botanique : Biologie et physiologie végétales. Ed.: Maloine, 2^e éd. 490 p.
137. Mohl H. (1834): Über den Bau und die Formen der Pollenkörner. Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gewächse. Erstes Heft. Bern, 4: 130 pp, 6 pl.
138. More D. et White J. (2005) : Encyclopédie des Arbres «Plus de 1800 espèces et variétés du monde ». Ed. Flammarion. 831 p.
139. Morère J.L. et Pujole R. (2003) : Dictionnaire raisonné de biologie. Ed. Frison-Roche. 1222 p.

N

140. Nakamaru Y., Maguchi S., Oridate N., Takagi D., Furuta Y. and Fukuda S. (2005): *Plantago lanceolata* (Plantain) pollinosis in Japan. *Auris Nasus Larynx*, 32 : 251–256.
141. Niederberger V., Pauli G., Grönlund H., Fröschl R., Rumpold H., Kraft D., Valenta R., and Spitzauer S. (1998): Recombinant Birch pollen allergens (rBet v 1 and rBet v 2) contain most of the IgE epitopes present in birch, alder, hornbeam, hazel, and oak pollen: A quantitative IgE inhibition study with sera from different populations. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 102 (4-1) : 579-591.
142. Nisar A.W., Zaffar A., Munshi A.H. and Mahrukh H. (2011): Prevalence of aero-allergenic pollen at Kupwara-India. *Journal of Clinical Immunology and Immunopathology Research*, 3(3): 25-30.
143. Njock R., Edy E., Béquignon A., Belloso A., Chatizel B., Jung C. et Babin E. (2010): Calendrier pollinique et rhinite allergique à Caen (14). *Revue française d'allergologie*, 50 :44–50.
144. Nouri H. R., Varasteh A., Vahedi F., Chamani J., Afsharzadeh D., Sankian M. (2012): Constructing a hybrid molecule with low capacity of IgE binding from *Chenopodium album* pollen allergens. *Immunology Letters*, 144: 67–77.

O

145. Ocaña-Peinado F.M., Valderrama M.J. & Bouzas P.R. (2013): A principal component regression model to forecast airborne concentration of *Cupressaceae* pollen in the city of Granada (SE Spain), during 1995–2006. *Int. J. Biometeorol.*, 57:483–486.

P

146. Papanikolaou I., Barderas R., Thibaudon M. et Pauli G. (2005) : La pollinose au frêne : données palynologiques, description des allergènes et réactivité croisée. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 45 : 395-405.
147. Pauli G., Hutt N. et Stchetchicova O. (2014) : Pollinose au chêne, au platane, au plantain, à l'armoise. Mythe ou réalité ? *Revue française d'allergologie*, 54 : 557-565.

Références Bibliographiques

148. Pazouki N., Sankian M., Leung P.T.Y., Nejadstari T., Khavari-Nejad R.A., and Varasteh A.R. (2009): Identification of cyclophilin as a novel allergen from *Platanus orientalis* pollens by mass spectrometry. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107 (2) : 215–217.
149. Peltre N. (1998) : Interrelation entre les pollens allergisants et la pollution de l'air. *Rev. Allergie et Immunologie*. 30 (10) : 324-326.
150. Pesson P. et Louveau J. (1984) : Pollinisation et production végétales. Ed. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris. 663 p.
151. Piotrowska K. (2012): Meteorological factors and airborne *Rumex* pollen concentration in Lublin. *Acta Agrobotanica*, 65 (1): 45-52.
152. Pons A. (1970) : Le pollen, Que sais- je ? 2^{ème} édition, Presse Universitaire de France. Paris. 128 p.
153. Prélard P. (2008) : Allergologie canine. Ed. Elsevier Masson. 168 p.
154. Puc M. (2003): Characterisation of pollen allergens. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 10 : 143-149.
155. Purkinje J. (1830): De Cellulis Antherarum Fibrosis nec non de Granorum Pollinarium Formis Commentatio Phytotomica. Accedunt Tabulae Lithographicae XVIII. Vratislaviae.



156. Quezel P. et Santa S. (1962) : Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tomes 1. Ed : Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris. 565 p.
157. Quezel P. et Santa S. (1963) : Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tomes 2. Ed : Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris. 1170 p.



158. Raven P.H., Evert R.F. et Eichhorn S.E. (2012) : Biologie végétale. Ed. de Boeck, 2^e éd. 733 p.
159. Raynal-Roques A. (1994) : La botanique redécouverte. Ed. Belin. INRA, Paris. 511 p.
160. Recio, M., Docampo, S., García-Sánchez, J., Trigo, M. M., Melgar, M., & Cabezudo, B. (2010): Influence of temperature, rainfall and wind trends on grass pollination in Malaga (Western Mediterranean coast). *Agricultural and Forest Meteorology*, 150 : 931-940.
161. Reille M. (1990) : Leçons de palynologie et d'analyse pollinique. Ed. CNRS, Paris. 206 p.
162. Reille M. (1992): Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Edition Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie. Univ. d'Aix-Marseille III, France. 520 p.
163. Ricciardelli D'albore G. (1998): Mediterranean Melissopalpy. CD-ROM. Site [http : //www.pg.izs.it](http://www.pg.izs.it)
164. Roche Y. (2010) : Risques médicaux au cabinet dentaire en pratique quotidienne. Ed. Elsevier Masson. 744 p.
165. Rodríguez de la Cruz D., Sánchez-Reyes E. & Sánchez-Sánchez J. (2012) : Analysis of *Chenopodiaceae*-*Amaranthaceae* airborne pollen in Salamanca, Spain. *Turkish Journal of Botany* : 36: 336–343.

Références Bibliographiques

166. Rodríguez-Rajo F.J., Astray G., Ferreiro-Lage J.A., Aira M.J., Jato-Rodriguez M.V. et Mejuto J.C. (2010): Evaluation of atmospheric *Poaceae* pollen concentration using a neural network applied to a coastal Atlantic climate region. *Neural Networks*, 23: 419-425.
167. Rogers C.A. (1993): Application of aeropalynological principles in palaeoecology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 79: 133-140.
168. Roland J.C., Roland F., El Maarouf-Bouteau H. et Bouteau F. (2008) : Atlas biologie végétale : Organisation des plantes à fleurs. Dunod, 9^e Ed. 144 p.
169. Russell T. et Cutler C. (2008) : Encyclopédie Mondiale des arbres « Un guide superbement illustré sur les arbres du monde entier ». Ed. Hachette Pratique. 256 p.

S

170. Sakhraoui N. (2003) : Etude aéropalynologique de la cité Larbi Ben M'Hidi (Skikda) et réalisation d'une palynothèque et d'un inventaire des pollens allergisants. Mémoire de Magister: Université Badji Mokhtar, Annaba. 111 p.
171. Sarembaud A. (2008) : 140 ordonnances en homéopathie, Allergie. Ed. Masson. 304 p.
172. Saxena M.R. (1993) : Palynology. A treatise. Ed. Oxford and IBH Publishing CO. PVT.LTD. 109 p.
173. Shahali Y., Sutra J. P., Peltre G., Charpin D., Sénéchal H., & Poncet P. (2010). Ig-E reactivity to common cypress (*C. sempervirens*) pollen extracts: Evidence for novel allergens. *WAO Journal*, 3: 229-234.
174. Sikora M, Valek M., Šušić Z., Santo V. and Brdarić D. (2013): Tree pollen and allergy risk. *Arh. Hig. Rada. Toksikol.*, 64:115-122.
175. Simpson M.G. (2006) : Plant systematics. Academic Press. 590 p.
176. Skjøth C. A., Sommer J., Stach A., Smith M. and Brandt J. (2007): The long-range transport of Birch (*Betula*) pollen from Poland and Germany causes significant pre-season concentrations in Denmark. *Clinical and Experimental Allergy*, 37: 1204-1212.
177. Skjøth C.A., Ørby P.V., Becker T., Geels, C., Schlünssen V., Sigsgaard T., Bønløkke J.H., Sommer J., Søgaard P. et Hertel O. (2013): Identifying urban sources as cause of elevated grass pollen concentrations using GIS and remote sensing. *Biogeosciences* 10: 541–554.
178. Skjøth C. A., Baker P., Sadys M. et Adams-Groom B. (2015): Pollen from alder (*Alnus* sp.), Birch (*Betula* sp.) and Oak (*Quercus* sp.) in the UK originate from small woodlands. *Urban Climate*, 14(3): 414-428.
179. Somon E. (1987): Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. Office des publications universitaire, Alger. 143 p.
180. Souvrè A., Albertini L. et Audran J.-C. (1987) : Le grain de pollen des angiospermes : Apports de la biopalynologie et perspectives biotechnologiques. *Bull. Soc. bot. Fr., Actual. bot.*, 134 (I) : 87- 112.
181. Spieksma F.T.M., Frenguelli G., Nikkels A.H., Mincigrucci G., Smithius L.O.M.J., Bricchi E., Dankhaart W. and Romano B. (1989): Comparative study of airborne pollen concentrations in central Italy and The Netherlands: emphasis on *Alnus*, *Poaceae*, and *Artemisia*. *Grana*, 28: 25:36.

Références Bibliographiques

182. Spieksma F.T.M., Corden J.M., Dentandt M., Millington W.M., Nikkels H., Nolard N., Schoenmakers C.H.H., Wachter R., Weger L.A., Willems R. & Emberlin, J. (2003): Quantitative trends in annual totals of five common airborne pollen types (*Betula*, *Quercus*, *Poaceae*, *Urtica*, and *Artemisia*), at five pollen monitoring stations in Western Europe. *Aerobiologia*, 19:171-184.
183. Sprengel K. (1812) : Von dem Bau und die Nature der Gewäusche. Ed. Halle. 670 p.
184. Stevenson J., Haberle S. G., Johnston F. H. and Bowman D. M. (2007): Seasonal distribution of pollen in the atmosphere of Darwin, tropical Australia: Preliminary results. *Grana*, 46:3-42.
185. Stillman E.C. et Flenley J.R. (1996): The needs and prospects for automation in palynology. *Quaternary Science Reviews*, 15 : 1-5.
186. Stumvoll S., Westritschnig K., Lidholm J., Spitzauer S., Colombo P., Duro G., Kraft D., Geraci D. and Valenta R. (2003): Environmental and occupational disorders: Identification of cross-reactive and genuine *Parietaria judaica* pollen allergens. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 111 (5): 974-979.
187. Subiza J., Jerez M., Jimenez J. A., José-Narganes M., Cabrera M., Varela S. et Subiza E. (1995). Clinical aspects of allergic disease: Allergenic pollen and pollinosis in Madrid. *Jornal of Allergy Clin Immunology*, 96(1): 15-23.
188. Subiza J. (2003) : Gramíneas: Aerobiología y polinosis en España. *Allergol. Immunol. Clin.*, 18 (3) : 7-23.
189. Subiza F. J., Pola J., Feo F., & Moral A. J. (2007). Pólenes de interés en alergología en nuestro medio. In : A. Pélaez & I. J. Dávila (Eds.). *Tratado de Alergología* (pp. 425–446).
190. Surde B. (2009) : Bioaérosols de l'environnement agricoles et protection contre l'allergie. Thèse de Doctorat « Homme, Environnement, Santé ». Université de Franche-Comté. 308 p.



191. Tauber H. (1974): A static non-overload pollen collector. *New Phytol.*, 73: 359-369.
192. Thibaudon M. et Lachasse C. (2005) : Phénologie : intérêt et méthodes en aérobiologie. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 45 : 194-199.
193. Thibaudon M., Outteryck R. et Lachasse C. (2005 a) : Bioclimatologie et allergie. *Rev. Fr. Allergol. Immunol. Clin.*, 45 : 447-55.
194. Thibaudon M., Caillaud D. et Besancenot J.P. (2013) : Méthodes d'étude des pollens atmosphériques et calendriers polliniques. *Revue des Maladies Respiratoires*, 30 : 463-479.
195. Tosunoğlu A., Yenigun, A., Biçakçi, A., & Eliaçik, K. (2013). Airborne pollen content of Kuşadası. *Turkish Journal of Botany*, 37: 297-305.
196. Trigo M. M., Recio M., Toro F. J., Cano M., Dopazo M. and García H. (1999): Annual variations of airborne *Casuarina* pollen in the Iberian Peninsula. *Polen*, 10: 71-77.
197. Tripodi S., Frediani T., Lucarelli S., Macrì F., Pingitore G., Di Rienzo Businco A., Dondi A., Pansa P., Ragusa G., Asero R., Faggian D., Plebani M., and Matricardi P.M. (2012) : Molecular profiles of IgE to

Références Bibliographiques

Phleum pratense in children with grass pollen allergy: Implications for specific immunotherapy. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 129 (3) : 834-839.

V

198. Vaquero C., Rodríguez-Torres A., Rojo J. & Pérez-Badia R. (2013) :Airborne pollen of allergenic herb species in Toledo (Spain). *Environ. Monit. Assess.*, 185: 335–346.
199. Villalba M., Rodriguez R.et Batanero E. (2014): The spectrum of olive pollen allergens. From structures to diagnosis and treatment. *Methods*, 66:44-54.
200. Visez N., Chassard G., Azarkan N., Naas O., Sénéchal H., Sutra J.P., Poncet P. et Choël M. (2015): Wind-induced mechanical rupture of Birch pollen: Potential implications for allergen dispersal. *Journal of Aerosol Science*, 89: 77-84.

W

201. Wallaert B. et Birnbaum J. (2014) : Le grand livre des allergies. Groupe Eyrolles. 318 p.
202. Willmer P. (2011) : Pollination and Floral Ecology. Princeton University Press. 778 P.
203. Wodehouse R.P. (1935): Pollen grains. Mc Graw Hill and Co, New York. 514 p.

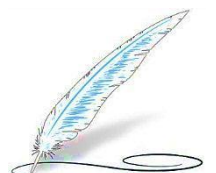
X


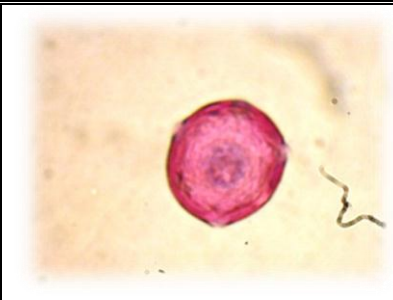





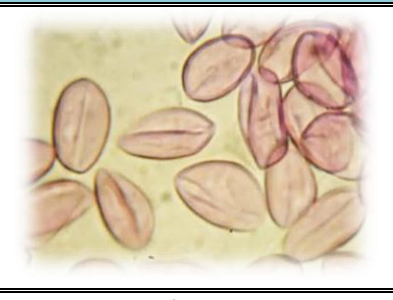
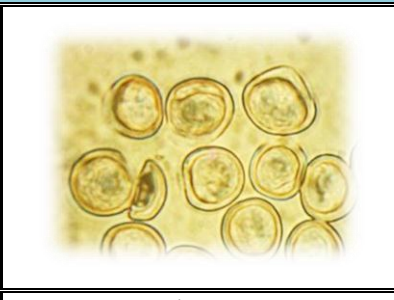
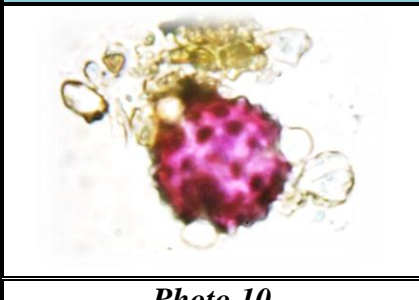
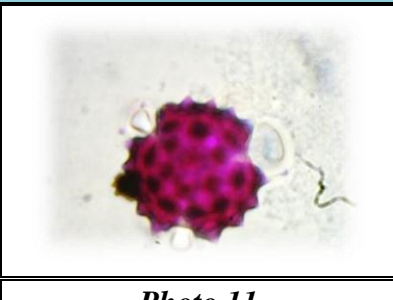
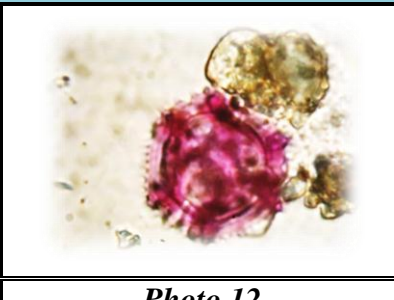
204. Xu J. X., Zhang D. S. and Li L. H. (2012): Seasonal variations of airborne pollen in Beijing, China and their relationships with meteorological factors. *Acta Ecologica Sinica*, 32 : 202–208.



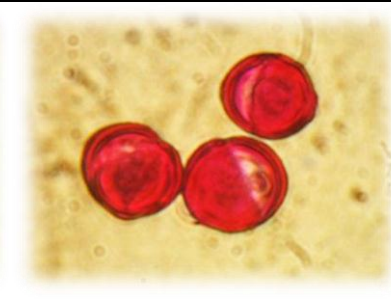


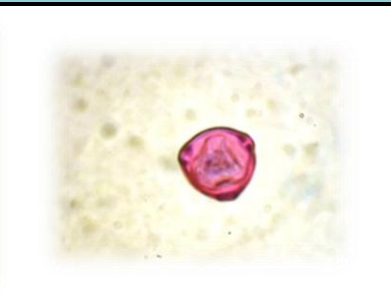




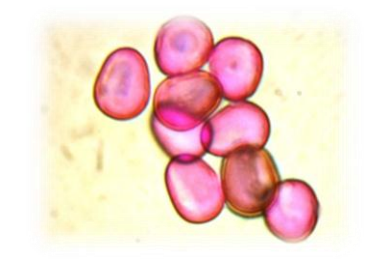

Site



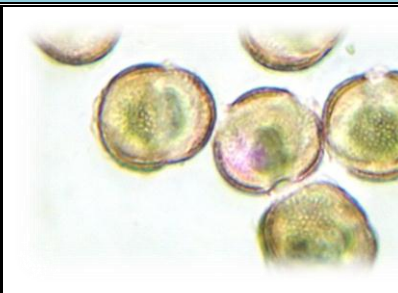

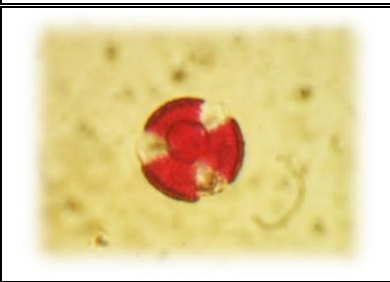


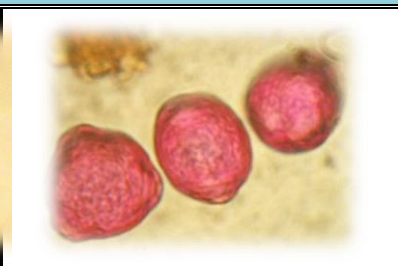



O.M.S, 2016 : <http://www.crossject-newsletter.com/fr/blog/focus/15-l-allergie-4eme-maladie-chronique-mondiale-selon-l-oms.html> (Consulté le: 06/04/2016)



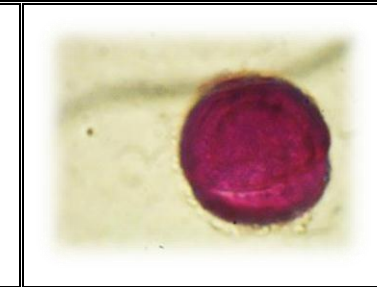







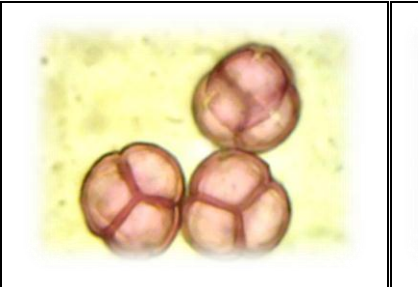
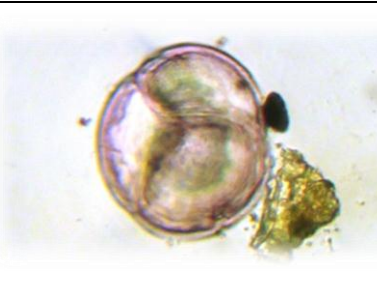
Atlas pollinique

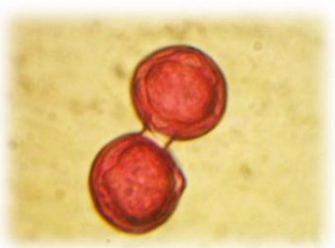




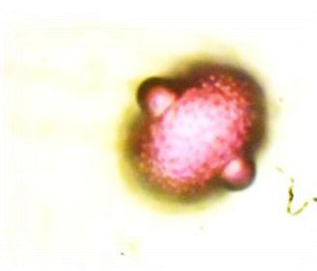

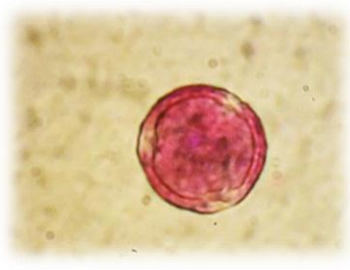


















1-Anacardiaceae		
		
Photo 1	Photo 2	Photo 3
Pistacia sp.		
2-Apiaceae		
		
Photo 4	Photo 5	Photo 6
3-Arecaceae		
		
Photo 7	Photo 8	Photo 9
Phoenix sp.		
4-Asteraceae		
		
Photo 10	Photo 11	Photo 12
Carduus sp.		Taraxacum sp.
<p>Planche 1 : Photos de pollen de :</p> <p>1. Anacardiaceae : Photos 1-3 : Pistacia sp.</p> <p>2. Apiaceae : Photos 4-6</p> <p>3. Arecaceae : Photos 7-9 : Phoenix sp.</p> <p>4. Asteraceae : Photos 10-11 : Carduus sp. ; Photo 12 : Taraxacum sp.</p>		


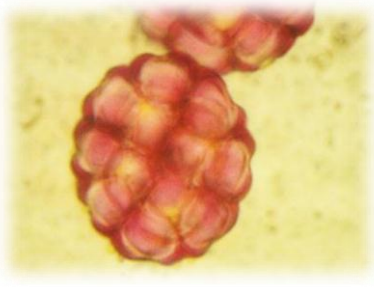
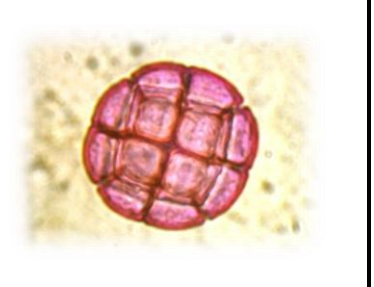

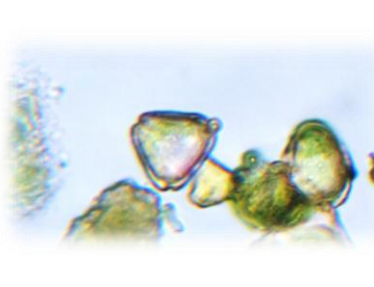


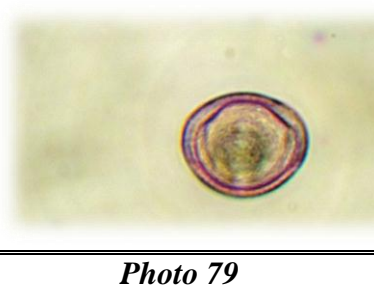
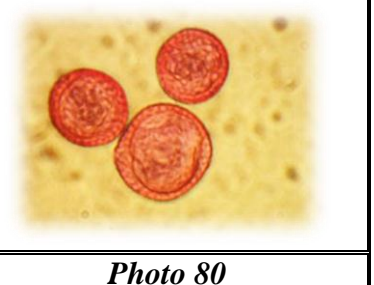


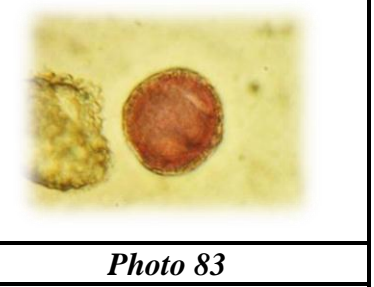
		
<i>Photo 13</i>	<i>Photo 14</i>	<i>Photo 15</i>
<i>Artemisia sp.</i>		
5-Betulaceae		
		
<i>Photo 16</i>	<i>Photo 17</i>	<i>Photo 18</i>
<i>Alnus sp.</i>	<i>Betula sp.</i>	
		
<i>Photo 19</i>	<i>Photo 20</i>	<i>Photo 21</i>
<i>Betula sp.</i>		<i>Corylus avellana</i>
6-Boraginaceae		
		
<i>Photo 22 : Anchusa sp.</i>	<i>Photo 23 : Echium sp.</i>	<i>Photo 24 : Borago sp.</i>
Planche 2 : Photos de pollen de : 4. Asteraceae : Photos 13-15 : Artemisia sp. 5. Betulaceae : Photo 16 : Alnus sp. ; Photos 17-20 : Betula sp. ; Photo 21: Coryllus avellana 6. Boraginaceae: Photo 22: Anchusa sp.; Photo 23 : Echium sp. ; Photo 24: Borago sp.		



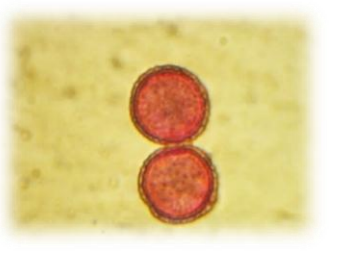


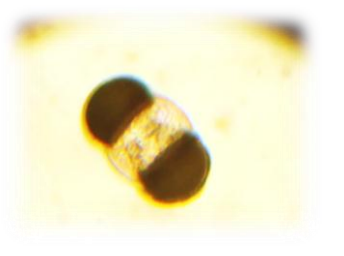
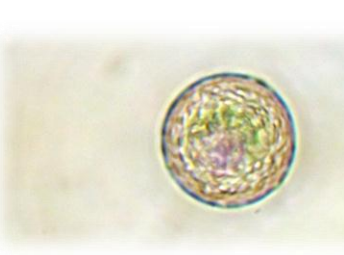



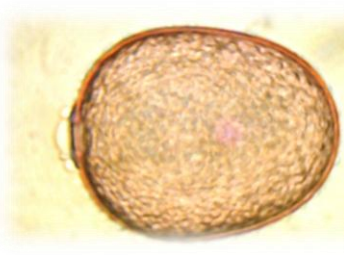

7-Brassicaceae		
		
Photo 25	Photo 26	Photo 27
		
Photo 28	Photo 29	
8-Casuarinaceae		
		
Photo 30	Photo 31	Photo 32
Casuarina sp.		
9-Chenopodiaceae/Amaranthaceae		
		
Photo 33: Chenopodium sp.	Photo 34: Noaea sp.	Photo 35 : Salsola sp.
<p>Planche 3 : Photos de pollen de :</p> <p>7. Brassicaceae : Photos 25-29</p> <p>8. Casurinnaceae : Photos 30-32</p> <p>9. Chenopodiaceae/Amaranthaceae : Photo 33 : Chenopodium sp.; Photo 34: Noaea sp. ; Photo 35 :Salsola sp.</p>		


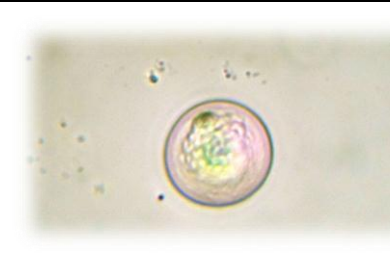



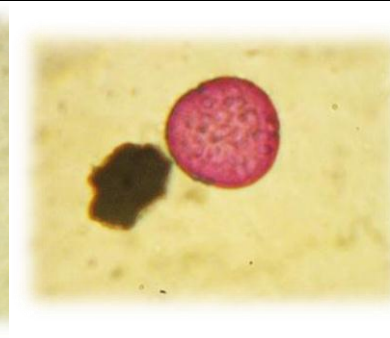
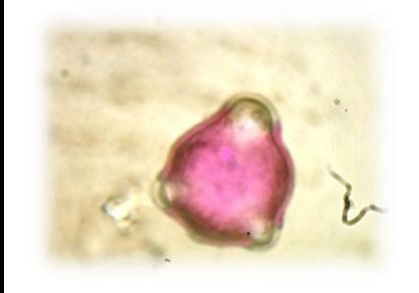
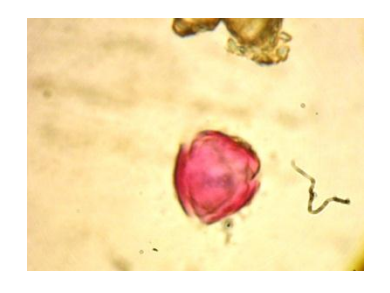
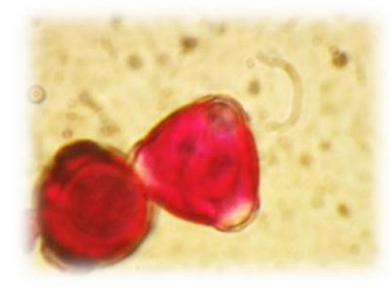



10-Cistaceae		
		
Photo 36	Photo 37	Photo 38
Cistus sp.		
11-Cupressaceae		
		
Photo 39	Photo 40	Photo 41
Cupressus sp.		
12-Cyperaceae		
		
Photo 42	Photo 43	Photo 44
Carex sp.		Cyperus sp.
13-Ephedraceae	14-Ericaceae	
		
Photo 45	Photo 46	Photo 47
Ephedra sp.	Erica sp.	Rhododendron sp.
<p>Planche 4 : Photos de pollen de :</p> <p>10. Cistaceae : Photos 36-38 : Cistus sp.</p> <p>11. Cupressaceae : Photos 39-41 : Cupressus sp.</p> <p>12. Cyperaceae : Photos 42-43 : Carex sp. ; Photo 44 : Cyperus sp.</p> <p>13. Ephedraceae : Photo 45 : Ephedra sp.</p> <p>14. Ericaceae : Photo 46 : Erica sp. ; Photo 47 : Rhododendron sp.</p>		





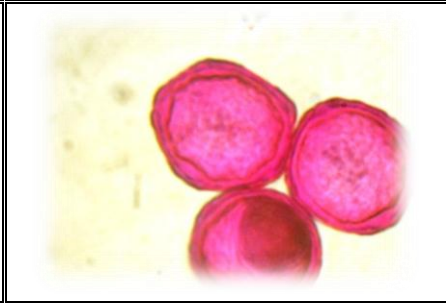
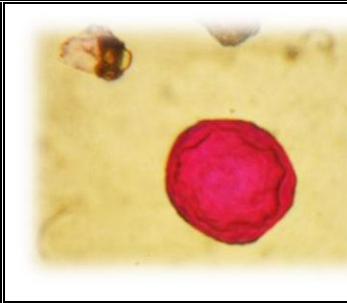
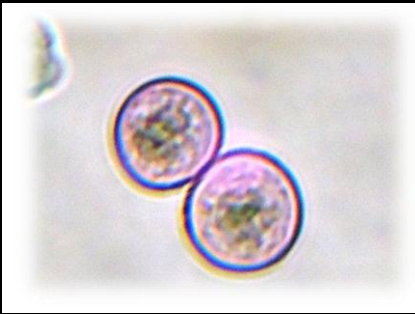





15-Euphorbiaceae		
		
Photo 48	Photo 49	Photo 50
Mercurialis sp.	Ricinus communis	
16-Fabaceae		
		
Photo 51	Photo 52	Photo 53
Ononis sp.		Trifolium sp.
17-Fagaceae		
		
Photo 54	Photo 55	Photo 56
		
Photo 57	Photo 58	Photo 59
Quercus sp.		
Planche 5 : Photos de pollen de :		
15. Euphorbiaceae : Photos 48 : Mercurialis sp. ; Photos : 49-50 Ricinus communis ,		
16. Fabaceae : Photos 51-52: Ononis sp. ; Photo 53: Trifolium sp.		
17. Fagaceae : Photos 54-59 : Quercus sp.		





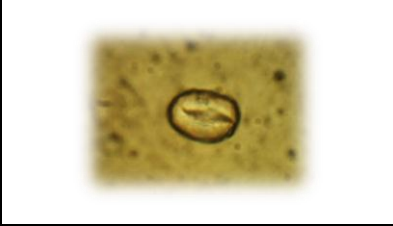





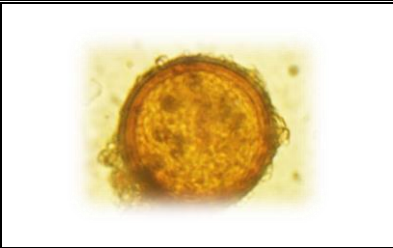
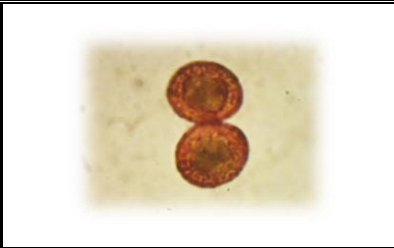

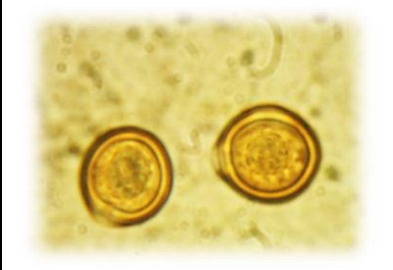
18-Juglandaceae		
		
Photo 60	Photo 61	Photo 62
Carya sp.		
		
Photo 63	Photo 64	Photo 65
Juglans sp.		
19-Juncaceae		
		
Photo 66	Photo 67	Photo 68
Juncus sp.		
20-Lamiaceae	21-Liliaceae	22-Meliaceae
		
Photo 69	Photo 70	Photo 71
	Asphodelus sp.	Melia sp.
<p>Planche 6 : Photos de pollen de: 18.Juglandaceae : Photos 60-62 : Carya sp. ; Photos 63-65 : Juglans sp. 19.Juncaceae : Photos 66-68 : Juncus sp. 20.Lamiaceae : Photo 69 21.Liliaceae : Photo 70 : Asphodelus sp. 22.Meliaceae : Photo 71 : Melia sp.</p>		

23-Mimosaceae		
		
Photo 72	Photo 73	Photo 74
<i>Acacia sp.</i>		
24-Myrtaceae		
		
Photo 75	Photo 76	Photo 77
<i>Eucalyptus sp.</i>		
25-Oleaceae		
		
Photo 78	Photo 79	Photo 80
<i>Fraxinus sp.</i>		
		
Photo 81	Photo 82	Photo 83
<i>Ligustrum sp.</i>		
<p>Planche 7 : Photos de pollen de : 23.Mimosaceae : Photos 72-74: <i>Acacia sp.</i> 24.Myrtaceae : Photos 75-77: <i>Eucalyptus sp.</i> 25.Oleaceae : Photos 78-80: <i>Fraxinus sp.</i> ; Photos 81-83: <i>Ligustrum sp.</i></p>		

		
Photo 84	Photo 85	Photo 86
Olea europaea		
26-Pinaceae		
		
Photo 87	Photo 88	Photo 89
Abies sp.	Pinus sp.	
27-Plantaginaceae		
		
Photo 90	Photo 91	Photo 92
Plantago sp.		
28-Poaceae		
		
Photo 93	Photo 94	Photo 95
<p>Planche 8 : Photos de pollen de :</p> <p>26. Oleaceae : Photos 84-86 : Olea europaea</p> <p>27.Pinaceae : Photo 87 : Abies sp. ; Photos 88-89 Pinus sp.</p> <p>28.Plantaginaceae : Photos 90-92: Plantago sp.</p> <p>29.Poaceae : Photos 93-95</p>		

		
<i>Photo 96</i>	<i>Photo 97</i>	<i>Photo 98 : Ligeum spartum</i>
29-Polygonaceae		
		
<i>Photo 99</i>	<i>Photo 100</i>	<i>Photo 101</i>
<i>Rumex sp.</i>		
30-Rosaceae		
		
<i>Photo 102</i>	<i>Photo 103</i>	<i>Photo 104</i>
<i>Prunus sp.</i>	<i>Pyrus sp.</i>	<i>Rosa sp.</i>
31-Salicaceae		
		
<i>Photo 105</i>	<i>Photo 106</i>	<i>Photo 107</i>
<i>Populus sp.</i>		
<p>Planche 9 : Photos de pollen de : 28.Poaceae : Photos 96-97 ; Photo 98 : Ligeum spartum 29.Polygonaceae : Photos 99-101 : Rumex sp. 30.Rosaceae : Photo 102 : Prunus sp. ; Photo 103 : Pyrus sp. ; Photo 104 : Rosa sp. 31.Salicaceae : Photos 105-107 : Populus sp.</p>		

		
Photo 108	Photo 109	Photo 110
Salix sp.		
32-Scorofulariaceae	33-Ulmaceae	
		
Photo 111	Photo 112	Photo 113
Euphrasia sp.	Ulmus sp.	
34-Urticaceae		
		
Photo 114	Photo 115	Photo 116
		
Photo 117	Photo 118	Photo 119
<p>Planche 10 : Photos de pollen de :</p> <p>31.Salicaceae : Photos 108-110 : Salix sp.</p> <p>32.Scorofulariaceae : Photo 111 : Euphrasia sp.</p> <p>33.Ulmaceae : Photos 112-113 : Ulmus sp.</p> <p>34.Urticaceae : Photos 114-119</p>		

35-Spores		
		
<i>Photo 120</i>	<i>Photo 121</i>	<i>Photo 122</i>
<i>Alternaria sp.</i>	<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Rust sp.</i>
		
<i>Photo 123</i>	<i>Photo 124</i>	<i>Photo 125</i>
<i>Spores monolètes</i>		<i>Spores trilète</i>
		
<i>Photo 126</i>	<i>Photo 127</i>	<i>Photo 128</i>
		
<i>Photo 129</i>	<i>Photo 130</i>	<i>Photo 131</i>
		
<i>Photo 132</i>	<i>Photo 133</i>	
<i>Planche 11 : Photos des spores:</i> <i>Photo 120: Alternaria sp. ; Photo 121: Cladosporium sp. ; Photo 122: Rust sp.;</i> <i>Photos 123-124 : Spores monolètes</i> <i>Photo 125 : Spores trilète</i> <i>Photos 126-133 : Divers spores</i>		