

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITÉ 8 MAI 1945 - GUELMA**

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la  
Terre et de l'Univers  
Département d'Écologie et Génie de l'Environnement



**THÈSE :**

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences  
Biologiques

**Contribution à l'étude aéropalynologique de la wilaya de  
Guelma (Nord- Est de l'Algérie)**

**Présentée par :**

**M<sup>me</sup> CHAHAT Nora**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	<b>M<sup>r</sup> CHEMMAM Mabrouk</b>	<b>Pr.</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Directeur de thèse :</b>	<b>M<sup>r</sup> HOUHAMDI Moussa</b>	<b>Pr.</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Examineur :</b>	<b>M<sup>r</sup> BENSLAMA Mohamed</b>	<b>Pr.</b>	<b>Université de Annaba</b>
<b>Examineur :</b>	<b>M<sup>r</sup> CHAGRA Ali</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Annaba</b>

**Année Universitaire 2017/2018**

## REMERCIEMENTS

*Au terme de ce travail, je tiens à remercier particulièrement mon directeur de thèse M<sup>r</sup> **Houhamdi Moussa**, professeur à l'université de Guelma qui a assuré la direction de ce travail. Je lui suis reconnaissante pour son aide, ses encouragements et sa disponibilité.*

*Je tiens également à remercier M<sup>r</sup> **Chemmam Mabrouk**, professeur à l'université de Guelma pour son soutien moral et ses encouragements, Il me fait l'honneur de présider le jury de cette thèse. J'espère qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.*

*J'adresse mes vifs remerciements à M<sup>r</sup> **Benslama Mohamed**, Professeur à l'université d'Annaba pour son aide précieux, son soutien et ses encouragements, il m'a fait bénéficier de ses inestimables connaissances sur la palynologie, je le remercie profondément pour m'avoir fait l'honneur de s'intéresser à ce travail et d'accepter la charge d'examinateur.*

*J'adresse mes sincères remerciements à M<sup>r</sup> **Chagra Ali**, Maître de conférences à l'université d'Annaba, d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail. Sa participation au jury est pour moi un grand honneur, qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance.*

*Je suis redevable à Mme **Drif Fahima**, Maître de conférences à l'université de Guelma pour ses aides précieux et ses encouragements tout au long de la réalisation de ce travail, je lui présente ma sincère et vive gratitude.*

*J'adresse mes sincères remerciements à M<sup>r</sup> **Msalelem Elmoundji**, Professeur à l'institut de l'Olivier de Tunis, qui m'a accueilli dans son laboratoire de palynologie en mettant à ma disposition son matériel de travail et sa documentation, je le remercie profondément.*

*Mes remerciements les plus sincères à M<sup>elle</sup> **Hadj Hamda Sahar**, doctorante à l'institut de l'Olivier de Tunis, pour sa gentillesse et son aide en matière de palynologie.*

*Mes remerciements vont également à M<sup>r</sup> **Cherif Abdenour**, Professeur à l'université d'Annaba pour son aide précieux et son soutien.*

*Je n'oublierai ma reconnaissance à mon époux qui durant toutes ces années a fait preuve d'une grande patience et d'une grande compréhension. Rien n'aurait pu être fait sans son soutien.*

*J'adresse mes sincères remerciements: au personnel de la direction de l'agriculture de*

*Guelma et le personnel de la station de purification des eaux de Guelma. A M<sup>me</sup> Khellef M., M<sup>r</sup> Zitouni A., M<sup>me</sup> Allioui N., M<sup>me</sup> Ouchtati N., M<sup>me</sup> Aouissi M., M<sup>elle</sup> Abbas L. M<sup>r</sup> Ramdani K., M<sup>elle</sup> Bouguenoun I., M<sup>elle</sup> Messaoudi S. et M<sup>elle</sup> Bara y. (université de Guelma).*

*Un grand merci à ma famille, ma belle famille et mes enfants pour leur générosité et leur amour.*

*Enfin, j'adresse mes remerciements les plus distingués à toutes les personnes que j'ai pu rencontrer et qui m'ont accordées de leur temps au cours de cette étude.*

# *Sommaire*

## **Liste des tableaux**

## **Liste des figures**

<b>Introduction.....</b>	<b>01</b>
--------------------------	-----------

## **Chapitre I : Pollen et palynologie**

I. Pollen.....	04
1. Définition .....	04
2. Biologie du pollen .....	04
2.1. Origine .....	04
2.2. Pollinisation et vecteurs de pollen .....	05
2.2.1. La pollinisation.....	05
2.2.2. Les vecteurs de pollen .....	05
2.2.2.1. Le vent.....	05
2.2.2.2. L'eau.....	06
2.2.2.3. Les animaux.....	06
2.3. Fécondation.....	07
2.4. Production pollinique.....	07
3. Structure et composition chimique du pollen .....	07
3.1. Structure.....	07
3.2. Composition chimique du grain de pollen.....	09
4. Morphologie pollinique.....	10
4.1. La polarité.....	10
4.2. La forme du pollen.....	10
4.3. La symétrie.....	11
4.4. La taille.....	12
4.5. Couleur du pollen.....	12
4.6. Les apertures.....	12
4.7. Caractéristiques sculpturales et ornementales des grains de pollen.....	14
II. Palynologie.....	14
1. Définition.....	14
2. Applications de palynologie .....	15

2.1. Le paléoenvironnement.....	15
2.2. L'archéologie.....	15
2.3. La méllissopalynologie.....	16
2.4. Paléobotanique.....	16
2.5. Pharmacopalynologie.....	17
2.6. L'aéropalynologie.....	17

## **Chapitre II : Aéropalynologie et allergie pollinique**

1. Aéropalynologie.....	19
1.1. Définition.....	19
1.2. Méthodes de mesure en Aéropalynologie.....	19
1.2.1. Méthode gravimétrique .....	19
1.2.2. Méthodes volumétriques .....	20
1.2.2.1. La méthode Hirst .....	20
1.2.2.2. Le capteur Cour .....	21
1.2.2.3. Capteurs rotatifs.....	22
1.3. Calendrier pollinique .....	23
1.4. Domaines d'application.....	23
1.4.1. En Agriculture .....	23
1.4.2. En Allergologie .....	24
1.4.3. Bio-indicateur de la pollution atmosphérique.....	24
2. Allergie au pollen .....	24
2.1. Définition .....	25
2.2. Les allergènes.....	25
2.3. Pollens allergisants .....	25
2.3.1. Caractéristiques du pollen allergisant .....	26
2.3.2. Pouvoir allergisant et saisons pollinique.....	26
2.3.2.1. Pouvoir allergisant .....	26
2.3.2.2. Les saisons polliniques.....	27
2.4. Effets des changements climatiques sur le pollen.....	28
2.5. Effet de la pollution atmosphérique sur le pollen.....	28
2.6. Manifestation clinique des allergies .....	29
2.6.1. Mécanismes.....	30
2.6.2. Diagnostic de l'allergie aux pollens.....	31

2.6.1.1. Les tests cutanés.....	32
2.6.2.2. Sérologie.....	32
2.6.2.3. Eosinophilie.....	32
2.6 2.4. Traitement du pollinose.....	33

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

1. Description de la zone d'étude.....	34
1.1. Relief .....	35
1 .2. Couvert végétal .....	35
1.3. Climat.....	35
2. Matériel et méthodes.....	35
2.1. Sites d'étude.....	35
2.2. Méthode de travail.....	36
2.3. Observation microscopique .....	37
2.4. Caractéristiques climatiques de la région de Guelma .....	37
2.4.1. La température.....	37
2.4.2. Les précipitations.....	38
2.4.3. L'humidité .....	39
2.4.4. Le vent.....	40
2.4.5. Le diagramme de Bagnlous et Gaussen.....	41
2.4.6. Climagramme d'Emberger.....	42

### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

1. Résultats et discussion.....	44
1.1. Identification de la composition pollinique atmosphérique de la région de Guelma.....	44
1.2. Pourcentage pollinique des familles les plus abondantes .....	69
1.3. Fréquence pollinique mensuelle des principales familles.....	70
1.4. Principales familles allergisantes et non allergisantes.....	71
1.4.1. Principales familles allergisantes .....	71
1.4.2. Principales familles non allergisantes.....	71
1.5. Quantité et pourcentage pollinique du pollen anémophile, entomophile et anémophile entomophile.....	72
1.6. Influence des conditions météorologiques sur le contenu pollinique de l'air.....	74
1.7. Le calendrier pollinique.....	75

1.8. Les espèces végétales identifiées dans l'atmosphère de Guelma .....	78
1.8.1. La famille des Apiaceae.....	78
1.8.2. La famille des Butulaceae.....	79
1.8.3. La famille des Casuarinaceae.....	79
1.8.4. La famille des Chenopodiaceae.....	80
1.8.5. La famille des Cupressaceae .....	80
1.8.6. La famille des Ericaceae.....	81
1.8.7. La famille des Fabaceae.....	82
1.8.8. La famille des Liliaceae.....	85
1.8.9. La famille des Myrtaceae.....	86
1.8.10. La famille des Plantaginaceae.....	87
1.8.11. La famille des Poaceae .....	87
1.8.12. La famille des Ulmaceae.....	92
1.8.13. La famille des Asteraceae .....	92
1.8.14. La famille des Fagaceae .....	95
1.8.15. La famille des Oleaceae .....	96
1.8.16. La famille des Papaveraceae.....	98
1.8.17. La famille des Euphorbiaceae.....	98
1.8.18. La famille des Mimosaceae.....	99
1.8.19. La famille des Brassicaceae.....	100
1.8.20. La famille des Lamiaceae.....	101
1.8.21. La famille des Pinaceae .....	101
1.8.22. La famille des Rutaceae.....	103
1.8.23. La famille des Boraginaceae.....	103
1.8.24. La famille des Malvaceae .....	104
1.8.25. La famille des Ephedraceae.....	105
1.8.26. La famille des Salicaceae .....	105
1.8.27. La famille des Rosaceae .....	106
1.8.28. La famille des Tiliaceae .....	107
1.8.29. La famille des Urticaceae .....	108
1.8.30. La famille des Polygonaceae .....	108
1.8.31. La famille des Anacardiaceae .....	109
1.8.32. La famille des Typhaceae .....	109

1.8.33. La famille des Araliceae .....	110
1.9. Analyse factorielle des Correspondances.....	110
<b>2. Discussion générale</b> .....	<b>113</b>
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	<b>130</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>133</b>
<b>Résumé</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>ملخص</b>	
<b>Annexes</b>	

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	Caractéristiques des types aperturax et de leur répartition dans les trois grands groupes d' Angiospermes .....	13
<b>Tableau 02</b>	Potentiel allergisant de certaines espèces.....	27
<b>Tableau 03</b>	Les coordonnées des trois points d'échantillonnage.....	36
<b>Tableau 04</b>	Températures moyennes mensuelles en °C (2004-2014).....	37
<b>Tableau 05</b>	Précipitations moyennes mensuelles en mm (2004-2014).....	39
<b>Tableau 06</b>	Valeurs d'humidités moyennes mensuelles en %(2004-2014).....	40
<b>Tableau 07</b>	Valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent en m/s (2004-2014).....	41

## *Liste des Figures*

<b>Figure N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01</b>	Schéma d un grain de pollen .....	04
<b>Figure 02</b>	Coupe transversal d'une anthère .....	05
<b>Figure 03</b>	La pollinisation entomophile chez les angiospermes .....	06
<b>Figure 04</b>	Structure de la paroi pollinique .....	09
<b>Figure 05</b>	Orientation du grain de pollen dans la tétrade .....	10
<b>Figure 06</b>	Les différentes formes de gains de pollen .....	11
<b>Figure 07</b>	Symétrie des grains de pollen .....	11
<b>Figure 08</b>	grain de pollen présentant des apertures (famille des Asteraceae).....	13
<b>Figure 09</b>	Quelques exemples de l'ornementation de l'exine .....	14
<b>Figure 10</b>	Appareil de Durham .....	20
<b>Figure 11</b>	Appareil de Hirst.....	21
<b>Figure 12</b>	Capteur de type Cour (1974) et anémomètre totalisateur .....	22
<b>Figure 13</b>	Capteur rotatif à impaction.....	22
<b>Figure 14</b>	Mécanisme de l'allergie.....	31
<b>Figure 15</b>	Carte de situation géographique de la zone d'étude.....	34
<b>Figure 16</b>	Vue aérienne des trois points d'échantillonnage .....	36
<b>Figure 17</b>	Variation des températures moyennes mensuelles, Guelma (2004-2010)....	38
<b>Figure 18</b>	Variation des températures moyennes annuelles, Guelma (2004-2010).....	38
<b>Figure 19</b>	Variation moyennes mensuelles des précipitations, Guelma (2004-2014)...	39
<b>Figure 20</b>	Variation moyennes annuelles des précipitations, Guelma (2004-2014).....	39
<b>Figure 21</b>	Variation mensuelle des taux d'humidité, Guelma (2004-2014).....	40
<b>Figure 22</b>	Variation annuelle des taux d'humidité, Guelma (2004-2014).....	40
<b>Figure 23</b>	Variation mensuelle de la vitesse du vent, Guelma (2004-2014).....	41
<b>Figure 24</b>	Variation annuelle de la vitesse du vent, Guelma (2004-2014).....	41
<b>Figure 25</b>	Diagramme Ombrothermique de Gaussen pour la région d'étude, Guelma (2004-2014).....	42

<b>Figure 26</b>	Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2004-2014).....	43
<b>Figure 27</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Apiaceae.....	45
<b>Figure 28</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Betulaceae.....	45
<b>Figure 29</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Casuarinaceae.....	46
<b>Figure 30</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Chenopodiaceae...	47
<b>Figure 31</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Cupressaceae.....	48
<b>Figure 32</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Ericaceae.....	49
<b>Figure 33</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Fabaceae.....	49
<b>Figure 34</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Liliaceae.....	50
<b>Figure 35</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Myrtaceae.....	51
<b>Figure 36</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Plantaginaceae.....	52
<b>Figure 37</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Poaceae.....	53
<b>Figure 38</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Ulmaceae.....	53
<b>Figure 39</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Asteraceae.....	54
<b>Figure 40</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Fabaceae. ....	55
<b>Figure 41</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Oleaceae.....	56
<b>Figure 42</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Papaveraceae.....	57
<b>Figure 43</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Euphorbiaceae.....	58
<b>Figure 44</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Mimosaceae.....	58
<b>Figure 45</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Brassicaceae.....	59
<b>Figure 46</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Lamiaceae.....	60
<b>Figure 47</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Pinaceae.....	61
<b>Figure 48</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Rutaceae.....	61
<b>Figure 49</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Borraginaceae.....	62
<b>Figure 50</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Malvaceae.....	63
<b>Figure 51</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Ephedraceae.....	63
<b>Figure 52</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Salicaceae.....	64
<b>Figure 53</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Rosaceae.....	65
<b>Figure 54</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Tiliaceae.....	65
<b>Figure 55</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Urticaceae.....	66

<b>Figure 56</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Polygonaceae.....	67
<b>Figure 57</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Anacardiaceae.....	67
<b>Figure 58</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Typhaceae.....	68
<b>Figure 59</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Araliaceae.....	69
<b>Figure 60</b>	Pourcentage pollinique des familles les plus abondantes.....	70
<b>Figure 61</b>	Fréquence pollinique mensuelle des principales familles.....	70
<b>Figure 62</b>	Principales familles allergisantes.....	71
<b>Figure 63</b>	Principales familles non allergisantes.....	72
<b>Figure 64</b>	Pourcentage proportionnel des familles allergisantes et non allergisantes...	72
<b>Figure 65</b>	Quantité du pollen anémophile, entomophile et anémophile- entomophile de l'année 2013.....	73
<b>Figure 66</b>	Taux des grains de pollen anémophile, entomophile et anémophile- entomophile récoltés.....	73
<b>Figure 67</b>	Quantité de pollen en fonction de la température, les précipitations et la vitesse du vent.....	75
<b>Figure 68</b>	Calendrier pollinique de la région de Guelma de janvier à aout de l'année 2013.....	77
<b>Figure 69</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Daucus carota</i> .....	78
<b>Figure 70</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Angelica vulgaris</i> .....	78
<b>Figure 71</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Alnus glutinosa</i> .....	79
<b>Figure 72</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Butula</i> sp.....	79
<b>Figure 73</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Casuarina</i> sp.....	80
<b>Figure 74</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Chenopodium album</i> ....	80
<b>Figure 75</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Cupressus sempervirens</i> .....	81
<b>Figure 76</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Juniperus</i> sp.....	81
<b>Figure 77</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Erica arboria</i> .....	82
<b>Figure 78</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Arbutus</i> sp. ....	82
<b>Figure 79</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Robinia pseudoacacia</i> ..	83
<b>Figure 80</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Melilotus</i> sp. ....	83
<b>Figure 81</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Trifolium</i> sp. ....	84

<b>Figure 82</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Vicia</i> sp. ....	84
<b>Figure 83</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Lathyrus</i> sp.....	85
<b>Figure 84</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Ceratonia siliqua</i> .....	85
<b>Figure 85</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Lilium</i> sp. ....	86
<b>Figure 86</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Eucalyptus rudis</i> .....	86
<b>Figure 87</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Myrtus communis</i> .....	87
<b>Figure 88</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Plantago lanceolata</i> .....	87
<b>Figure 89</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Phragmite australis</i> .....	88
<b>Figure 90</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Cynodon dactylon</i> .....	88
<b>Figure 91</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Poa</i> sp.....	89
<b>Figure 92</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Triticum</i> sp.....	89
<b>Figure 93</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Triticum sativum</i> .....	90
<b>Figure 94</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Hordeum vulgare</i> .....	90
<b>Figure 95</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Avena sterelis</i> .....	91
<b>Figure 96</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Dactylis glomerata</i> .....	91
<b>Figure 97</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Secale cereale</i> .....	92
<b>Figure 98</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Ulmus</i> sp.....	92
<b>Figure 99</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Artemisia vulgaris</i> .....	93
<b>Figure 100</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Hilianthus annus</i> .....	93
<b>Figure 101</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Ambrosia</i> sp.....	94
<b>Figure 102</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Taraxacum</i> sp.....	94
<b>Figure 103</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Centauria</i> sp.....	95
<b>Figure 104</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Quercus</i> sp.....	95
<b>Figure 105</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Castanea</i> sp.....	96
<b>Figure 106</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Olea europaea</i> .....	96
<b>Figure 107</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Phillyrea</i> sp.....	97
<b>Figure 108</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Ligustrum</i> sp.....	97
<b>Figure 109</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Fraxinus</i> sp.....	98
<b>Figure 110</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Papaver rhoeas</i> .....	98
<b>Figure 111</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Mercurialis annua</i> .....	99

<b>Figure 112</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Ephorbia</i> sp.....	99
<b>Figure 113</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Acacia</i> sp.....	100
<b>Figure 114</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Sinapis arvensis</i> .....	100
<b>Figure 115</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Brassica napus</i> . ....	101
<b>Figure 116</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Lavandula angustifolia</i> . ....	101
<b>Figure 117</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Pinus maritima</i> . ....	102
<b>Figure 118</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Pinus</i> sp.....	102
<b>Figure 119</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Cedrus</i> sp.....	103
<b>Figure 120</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Citrus</i> sp.....	103
<b>Figure 121</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Borago officinalis</i> .....	104
<b>Figure 122</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Echium vulgare</i> .....	104
<b>Figure 123</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Malva sylvestris</i> .....	105
<b>Figure 124</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Ephedra</i> sp.....	105
<b>Figure 125</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Salix</i> sp.....	106
<b>Figure 126</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Rosa</i> sp.....	106
<b>Figure 127</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Rubus</i> sp.....	107
<b>Figure 128</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Prunus</i> sp.....	107
<b>Figure 129</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Tilia</i> sp.....	108
<b>Figure 130</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Urtica dioiqua</i> .....	108
<b>Figure 131</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Rumex acetosa</i> . ....	109
<b>Figure 132</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Pistacia lentiscus</i> .....	109
<b>Figure 133</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Typha angustifolia</i> .....	110
<b>Figure 134</b>	Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce <i>Hedera helix</i> .....	110
<b>Figure 135</b>	Plan factoriel 1x2 de l'Analyse factorielle des Correspondances Axes d'inertie: 0.33, 0.22, 0.16 et 0.11.....	112

# *Introduction*

L'air, bien que trait d'union entre une source de particules et un récepteur, est chargé d'une multitude de particules d'origine biologique, qui sont transportées par les courants d'air. Leur concentration peut atteindre, à certaines périodes, plusieurs dizaines de milliers d'unités par mètre cube d'air (**Thibaudon, 2012**). Ces particules biologiques sont considérées comme des polluants atmosphériques, dont le pollen est le principal transporteur d'allergènes causant ainsi des allergies saisonnières « la pollinose ».

Le processus de la pollinisation, qui se repose sur différents modes de dissémination, notamment l'anémophilie (transport par le vent), l'entomophilie (transport par les insectes), l'ornithophilie (transport par les oiseaux) et l'hydrophilie (transport par l'eau) permet d'assurer le transport des gamétophytes mâles, les grains de pollen, jusqu'à la surface réceptrice femelle, afin d'assurer la fécondation (**Huynen et Menne, 2003**). Cependant, les périodes d'émissions des pollens dans l'air sont variables, allant de février pour le noisetier à septembre pour l'ambrosie, en passant par la classique saison des graminées au printemps et au début de l'été. De même, les plantes émettrices de pollen allergisant se répartissent selon des aires géographiques assez précises en fonction du climat qui leur convient et qui représente un déterminant majeur de leur phénologie, de leur distribution et de leur productivité (**Sofiev et al., 2009**).

Au cours des dernières années, les niveaux de pollens et autres bioaérosols ont connu une augmentation constante, notamment en raison des impacts des changements climatiques sur les végétaux producteurs du pollen allergisant (**Comtois et Gagnon, 1988**). Parmi les principaux effets observés sur les plantes allergènes ; l'allongement de la saison de croissance, l'augmentation de la production de pollen par les plantes et l'acroissement de l'allergénicité du pollen (**Demers, 2013**) ce qui conduit à une sévérité des symptômes et une augmentation du nombre de personnes qui devient sensibilisé (**Sanchez-Mesa, 2005**).

La prévalence des pathologies allergiques et des pollinoses en particulier, n'a cessé d'augmenter au cours des dernières décennies dans les pays industrialisés. Les études épidémiologiques soulignent l'augmentation rapide du nombre d'habitants sujets à ces maladies allergiques (**Calleja et al., 2005**), dont les pollens présentent la majeure partie des aéroallergènes, responsables de la rhinite allergique saisonnière et contribue aussi à l'aggravation des problèmes de santé chez les asthmatiques (**Comtois et Gagnon, 1988**). En région méditerranéenne, l'allergie due aux pollens affecte plus de 10 % de la population

(**D'Amato, 1998**). En Europe, elle représente environ la moitié des allergies et touche 10 à 20% de la population globale (**Guillam et Ségala, 2008**). Selon une estimation de l'OMS, elle pourrait toucher 50 % de la population mondiale dans moins de dix ans (**Shahali, 2011**). La plupart des études épidémiologiques se sont intéressées aux liens entre les niveaux de comptes polliniques et pollinoses saisonnières (**Guillam et Ségala, 2008**).

Les grains de pollen sont considérés comme des vecteurs d'allergènes atmosphériques et parmi les plus invasifs, car ces grains peuvent franchir de très longues distances dans l'air et d'interagir avec divers facteurs biologiques ou chimiques existants dans l'atmosphère (**Shahali, 2011**), ce qui induit une fragilisation de la membrane pollinique, qui peut ainsi, au contact de l'eau libérer de petites particules ou granules cytoplasmiques. Ces dernières, contiennent des allergènes majeurs de pollen, qui peuvent provoquer des réactions allergiques plus fortes que celles induites par le grain de pollen (**Abou Chakra, 2009**).

Cependant, tous les pollens ne sont pas équivalents du point de vue du risque allergique. Les pollens allergisants sont le plus souvent émis par des plantes anémophiles (transport par le vent) et le risque variant également, en fonction de la quantité du pollen émise (**Shahali, 2011**). En effet, les plantes anémophiles produisent de grandes quantités de pollen pour compenser les pertes énormes engendrées par ce mode de dispersion hasardeux et d'augmenter les quantités de pollen libérées dans l'atmosphère (**Clot, 2007**), ce qui augmente les risques d'hypersensibilité.

L'étude du contenu pollinique de l'air est l'intérêt de l'aéropalynologie. Cette discipline a une grande importance dans le domaine de l'allergologie, elle permet de déterminer la relation entre les concentrations polliniques dans l'atmosphère et les symptômes allergiques (**Murray et al., 2010**) et encore d'identifier de nombreux taxons comme responsables de maladies allergiques telles que les rhinites, l'asthme et les dermatites (**Hyde, 1972**). L'ensemble de ces allergies dues au pollen est appelé pollinose (**Bardei et al., 2013 ; Filali et al., 2015**). De plus, la présence de certains grains dans l'atmosphère et le reflet de l'évolution de l'environnement végétal des différentes régions du monde (**Livertoux, 1998**).

Les études aéropalynologiques se sont développées dans les pays européens depuis plusieurs années (**Dedier et al., 1988**), ou différents types de capteurs servant à mesurer les concentrations de pollens dans l'air ont été utilisés (**Laaidi et al., 1997**). En Afrique, quelques études ont été élaborées pendant ces dernières décennies, notamment en Tunisie (**Daoud-**

**Bouattour, 1996**), en Algérie (**Becila- Kortteby et al., 1988 ; Chafai et Boughediri, 2006**), en Afrique du Sud (**Hawke et Meadows, 1989**), et au Bénin (**Tossou et al., 2016 ; Tchabi et al., 2017**). Ces études permettent non seulement d'interpréter des analyses polliniques des sédiments quaternaires (**Ybert, 1980**), mais aussi la mise au point des calendriers polliniques qui renseignent sur la cinétique et l'intensité de la libération du pollen des taxons à intérêt dans le domaine de l'allergologie (**Bouziane et al., 2016**), pour une meilleure prise en charge et une gestion plus efficace des pollinoses et en agriculture, en ce qui concerne les potentialités de rendement.

Notre attention est portée sur l'identification qualitative et quantitative de l'atmosphère pollinique de la région de Guelma en vue de déterminer la richesse de l'espace aérien de cette région, principalement en taxons pouvant provoquer des allergies et/ou des hypersensibilités chez l'homme et d'établir un calendrier pollinique qui nous fournira une image sur l'étalement des émissions polliniques dans le temps, voire les dates de pollinisation des différents taxons présents dans l'atmosphère. Ces renseignements sont d'une première importance dans le domaine de l'allergologie notamment en ce qui concerne la prévention contre le pollen allergisant.

Ce travail est organisé en deux parties:

La première sera consacrée à une synthèse bibliographique contenant deux chapitres, le premier exposera des généralités sur le pollen, la palynologie et ses applications. Le deuxième présentera des connaissances sur l'aéropalynologie et sa relation avec l'allergie pollinique.

La deuxième partie sera réservée à la présentation de la zone d'étude, la méthodologie suivie dans l'étude aéropalynologique, les résultats obtenus ainsi que leur discussion et nous terminerons par une conclusion générale et les éventuelles perspectives.

*Chapitre I :*  
*Pollen et palynologie*

## I. Pollen

### 1. Définition

Ce substantif a été proposé en 1766 par le naturaliste suédois Linné par assimilation au même mot latin qui signifie poussière très fine. Le grain de pollen est le gamétophyte mâle, c'est-à-dire la structure qui produit les deux gamètes mâles des plantes à graines. Le pollen se développe soit dans un sac pollinique (Gymnospermes), soit dans une anthère, composée de 4 sacs polliniques, (Angiospermes) qui s'ouvrent à maturité dans l'atmosphère (**Guérin et Cour, 1993**).

Les grains de pollen sont des particules fertilisantes, ils vont servir à féconder les ovules situés dans les ovaires des plantes à graines (**Trigo et al., 2008**) (**Fig.1**).

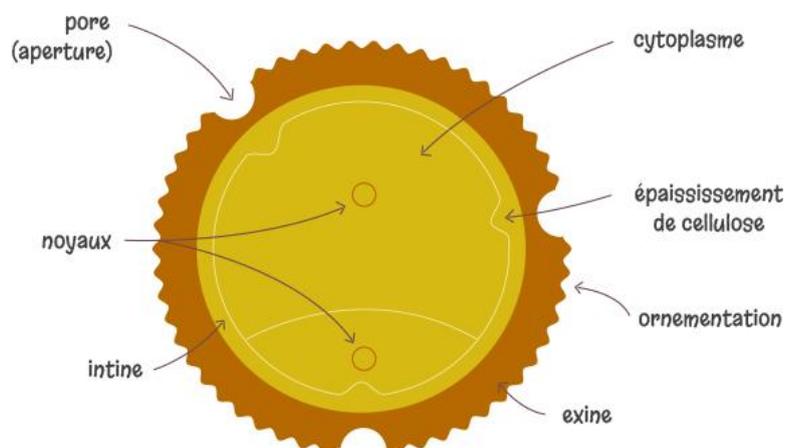


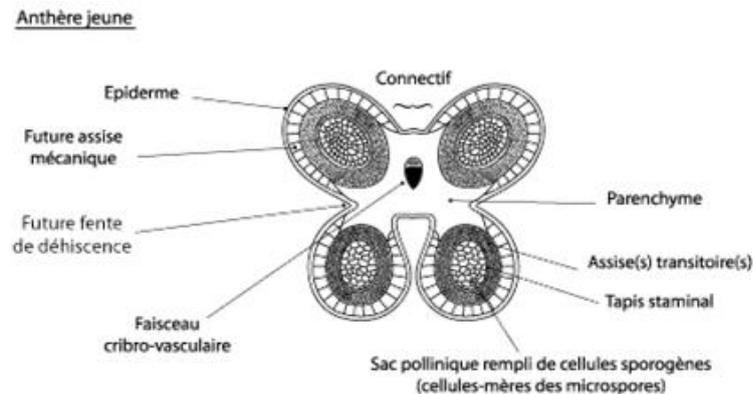
Figure 1: Schéma d'un grain de pollen (1)

## 2. Biologie du pollen

### 2.1. Origine

Les grains de pollen se développent à l'intérieur des anthères en développement, à partir des cellules sporogènes diploïdes spécialisées entourées du tissu interne protecteur de la paroi de l'anthère: le tapis. Chacune des cellules sporogènes subissant la méiose qui aboutit généralement à la formation de quatre cellules filles haploïdes ou tétraspores (groupées initialement en tétrades), ou moins fréquent agencées en polyades ou pollinie (**Kessler et Harley, 2011**). Les tétraspores vont sécréter alors une paroi individuelle, la protoexine. Cette paroi se structure en se chargeant d'un haut polymère dur et compact, la sporopollénine. Elle se transforme en exine. En fin, lorsque les jeunes pollens sont libérés dans le sac pollinique, une seconde paroi pectocellulosiques, l'intine, est mise en place contre le plasmalemme

(**Roland *et al.*, 2008**). Lorsqu'il est à maturité, le noyau haploïde du grain de pollen subit une division mitotique, conduit à la formation de deux noyaux: le noyau végétatif, qui contrôlera la croissance du tube pollinique lors de la fécondation et le noyau reproducteur qui, par une nouvelle division nucléaire survenue dans le grain de pollen conduira à la formation de deux noyaux spermatiques (**Heller, 1990**) (**Fig. 2**).



**Figure 2: Coupe transversale d'une anthère (2)**

## 2.2. Pollinisation et vecteurs de pollen

### 2.2.1. La pollinisation

Quand le pollen est parvenu à maturité, il est mis en liberté par l'ouverture des loges polliniques est transporté sur le stigmate de la fleur par différents mécanismes pour féconder les ovules dans l'ovaire: C'est la pollinisation.

Lorsque l'anthère et le stigmate sont voisins l'un de l'autre, la pesanteur et l'agitation de la fleur peuvent réaliser ce transport à l'intérieur de la même fleur, on parle alors d'une autopolinisation, mais souvent très rare (**Ozenda, 2000**).

La pollinisation croisée caractérise les espèces dioïques qui présentent une distribution des deux sexes sur des plantes différentes ou même les espèces hermaphrodites, ce mode de pollinisation est plus répandu (**Gorenflot et Foucault, 2005**).

### 2.2.2. Les vecteurs de pollen

On distingue classiquement trois vecteurs principaux: Le vent, l'eau, et les animaux.

#### 2.2.2.1. Le vent

C'est le facteur essentiel de dispersion de pollen chez les Gymnospermes, en particulier les conifères, mais ces derniers ne représentent que quelques espèces dans le

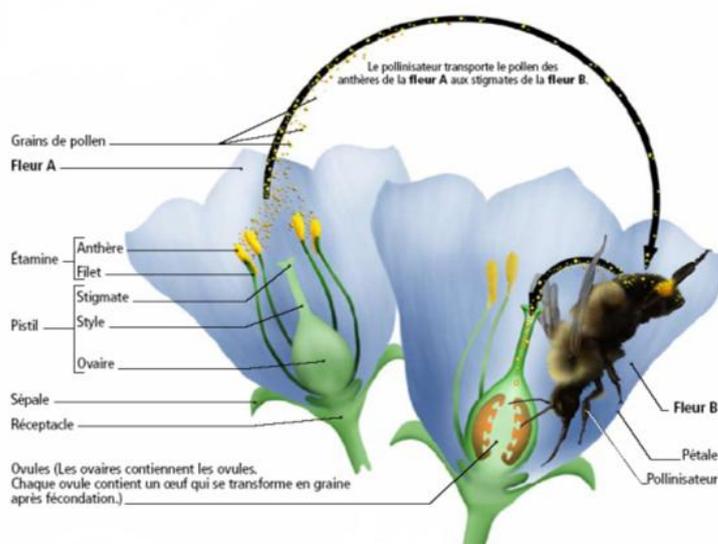
monde. Chez les plantes à fleurs, le vent ne constitue l'agent pollinisateur principal que pour 10% d'espèces qui sont qualifiées d'anémophiles (**Le Conte *et al.*, 2003**). Ces plantes possèdent typiquement de petites fleurs peu voyantes, ne produisent ni nectar, ni parfum, avec des étamines bien dégagées, facilement agitées par le vent, ce qui facilite la libération et le transport du pollen (**Nabors, 2008**). Les espèces pollinisées par le vent produisent en abondance un pollen lisse et léger (**Le Conte *et al.*, 2003**).

### 2.2.2.2. L'eau

Les genres dont la pollinisation est assurée par l'eau sont relativement rares, bien que très répandus, certains peuplent les eaux marines (*Zostera* /Zosteraceae), d'autres les eaux douces (*Ceratophyllum*/Ceratophyllaceae). Les fleurs des espèces hydrophiles sont discrètes, de taille réduite et ne produisent ni nectar ni odeurs spécifiques, rappellent celle des espèces aériennes anémophiles (**Gorenflot et Foucault, 2005**).

### 2.2.2.3. Les animaux

La pollinisation par les animaux est une caractéristique majeure des Angiospermes, leurs fleurs attirent ses visiteurs principalement les insectes avec du pollen et du nectar. Certaines plantes sont colonisées par les oiseaux, les chauves-souris ou même des rongeurs, mais généralement les insectes qui sont les plus actifs de cette tâche. Les végétaux que ces derniers visitent sont qualifiés d'entomophiles. Beaucoup d'espèces assurent la pollinisation des Angiospermes et tout particulièrement les abeilles qui occupent la place prépondérante, elles interviennent dans la pollinisation de 200000 d'espèces de plantes à fleurs (**Le Conte *et al.*, 2003**) (**Fig. 3**).



**Figure 3: La pollinisation entomophile chez les Angiospermes (3)**

### 2.3. Fécondation

Si le grain de pollen au cours de son transport parvient à rencontrer le stigmate d'un ovaire et s'il ya compatibilité génétique entre les deux organes, le processus de fécondation peut s'engager. Le grain de pollen s'hydrate, sort de la vie latente et germe en produisant un tube pollinique, qui pénètre la surface du stigmate et croit à travers le style (**Heller, 1990**). A l'extrémité du tube pollinique se localisent le noyau végétatif et la cellule générative. Celle-ci produit deux noyaux (gamètes males), tandis que le noyau végétatif dégénère. Lorsque le tube pollinique atteint l'ovule dans la cavité ovarienne, il divise son contenu à l'intérieur du sac embryonnaire, un des deux noyaux s'unit à l'oosphère et donne un zygote principal diploïde à l'origine de l'embryon, l'autre formera avec les noyaux polaires un zygote accessoire triploïde à l'origine d'un tissu nourricier « l'albumen ». C'est la double fécondation, phénomène caractéristique des Angiospermes (**Roland et al., 2008**).

### 2.4. Production pollinique

La production pollinique varie beaucoup selon les espèces et d'une année sur l'autre, en fonction de la richesse du sol, de l'éclairement, de l'âge de l'individu et des conditions climatiques (**Guérin et Cour, 1993**). Dans le cas des espèces anémophiles dont la dissémination de son pollen est assurée par le vent, produisent généralement un nombre important de grains de pollen tandis que les espèces entomophiles, qui utilisent les animaux, notamment les insectes pour assurer le transport de son pollen, produisent moins de grains. Les différences constatées peuvent être reliées au caractère plus ou moins aléatoire du mode de pollinisation. Pour augmenter leur chance de se reproduire, les espèces anémophiles vont donc produire un nombre considérable de grains de pollen, il a été estimé qu'un épillet de seigle pouvait libérer en un jour 50 000 grains de pollen et un chaton de noisetier 4 millions de grains (**Calleja et al., 2005**). Le pollen des espèces anémophiles est plus petits, très léger, sec, doué d'une flottabilité et de réelles qualités aérodynamique (**Guérin et Cour, 1993**), quant aux espèces entomophiles, leur pollen est plus gros et collant qui s'accroche aux poils et aux plumes des pollinisateurs grâce aux ornements de l'exine ou à l'enduit visqueux qui la recouvre (**Gorenflot, 1983**).

## 3. Structure et composition chimique du pollen

### 3.1 . Structure

Le grain de pollen est le gamétophyte mâle qui produit les gamètes mâles, éléments

fécondants des végétaux supérieurs, sa partie vivante est entourée par un ensemble d'enveloppes appelé le sporoderme (**Laaidi et al., 1997**) qui présente plusieurs propriétés qui en justifient l'étude et l'utilisation dans de nombreux domaines. Par ailleurs, grâce à sa composition chimique particulière, le sporoderme résiste à toutes sortes d'altérations ce qui permet aux palynologues quaternaristes la détermination des grains de pollen et donc la reconstitution des environnements passés (**Lézine, 2009**). L'enveloppe pollinique est constitué de l'extérieur vers l'intérieur de:

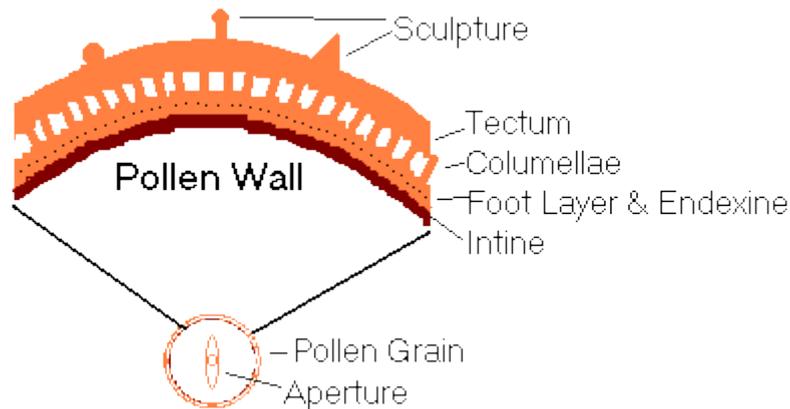
- **L'exine**

De nature sporopollénique, composée de l'ectexine et de l'endexine, la première est de structure alvéolaire (Préspermaphytes et Gymnospermes) ou columellaire (Angiospermes). La seconde est généralement absente chez les monocotylédones. L'exine est lisse ou ornementée, nue ou recouverte d'un enduit gras ou mucilagineux interrompue par des pores germinatifs permettant au tube pollinique de faire saillie à l'extérieur. Leur nombre et leur disposition sont variables d'une espèce à l'autre (**Gorenflot et Foucault, 2005**). La composition chimique du sporopollénine n'a pas encore été totalement caractérisée. Cette molécule comporte des acides carboxyliques gras, aromatiques et minimaux (**Kessler et Harley, 2011**). De plus, **Trigo et al. (2008)**, ont montré que cette substance est synthétisée dans les cellules du tapis de l'anthere. Elle est très résistante aux dégradations chimiques et naturelles et permet aux grains de pollen de se conserver dans les sédiments des millions d'années.

- **L'intine**

Elle constitue la couche la plus interne, sa composition est à base de cellulose et de pectine (polysaccharides complexes), n'est pas fossilisable. Elaborée par le cytoplasme, elle est riche en phosphatase acide (**Gorenflot et Foucault, 2005**).

Cette couche enveloppe le cytoplasme qui remplit l'intérieur du grain de pollen mature, juste avant qu'il se disperse. Les cellules végétatives et génératrices sont contenues dans le cytoplasme, avec toutes les autres structures cellulaires spécifiques (organites), qui assurent le fonctionnement du pollen (**Kessler et Harley, 2011**).



**Figure 4: Structure de la paroi pollinique (4)**

### 3.2. Composition chimique du grain de pollen

La composition chimique du pollen varie en fonction de l'origine florale et selon la richesse en certains éléments, mais généralement Il est constitué de protéines, d'acides aminés, de vitamines (A, B, C, D, E) et de minéraux.

- Les acides aminés: La composition qualitative et quantitative en acides aminés varie considérablement suivant les familles et les espèces (entre 4 et 19 acides aminés).
- Les protéines: Sont généralement présentes dans la paroi du grain mur et dans le cytoplasme. Leur taux global varie entre 6 et 30%. Le taux des protéines cytoplasmique est plus représentatif.
- Les lipides: Le taux des lipides en poids de substances extractibles par l'éther varie selon les espèces entre 1et 20% du poids sec avec une moyenne d'environ 5%.
- Un système enzymatique indispensable au métabolisme interne et externe qui permet la construction du tube pollinique particulièrement les oxydoréductases, les transférases, les hydrolases, les lipases, les enzymes protéolytiques et d'autres enzymes qui interviennent dans le métabolisme du grain.
- Des acides nucléiques: ADN/ARN.
- Des cofacteurs qui correspondent ou non à des vitamines (C, B, E).
- Des ions en particulier du cobalt.
- Des pigments caroténoïdes ou flavonoïdes: Ils pourraient constituer des facteurs de croissance, et d'autres substances à l'origine de certains allergènes comme la quercitine.

- Des facteurs de croissance proche des auxines des Angiospermes (**Guérin et Cour, 1993**).

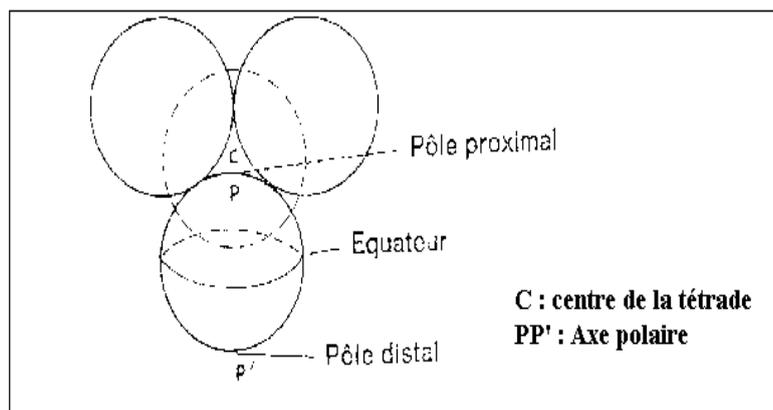
Des études portées sur la composition chimique du pollen révèlent la présence d'une grande variété de molécules dont la composition de certaines restes mal connues (**Hesse *et al.*, 2009**).

### 4. Morphologie pollinique

La morphologie du grain de pollen est l'une des branches les plus importantes dans les études palynologiques, elle constitue l'outil principal utilisé dans l'identification du pollen des plantes vivantes et des plantes fossiles. Diverses caractéristiques morphologiques ont été utilisées par les palynologues comme éléments essentiels d'identification et de classification des végétaux: la polarité, la forme, la symétrie, la taille, les apertures, les ornementsations ...etc. (**Hesse *et al.*, 2009**).

#### 4.1. La polarité

Le grain de pollen est orienté dans une tétrade. Cette dernière permet de reconnaître le pôle proximal, proche du centre, et le pôle distal diamétralement opposé qui permettent de construire un axe polaire **PP'** et un axe équatorial **E** (**Guérin et Cour, 1993**).



**Figure 5: Orientation du grain de pollen dans la tétrade (Renaut-Miskovsky et Petzold, 1992)**

#### 4.2. La forme du pollen

La forme du grain de pollen est définie par le rapport qui existe entre les dimensions de l'axe polaire (**P**) et l'axe équatorial (**E**). Dans le grain de forme sphéroïdale (ou isodiamétrique) l'axe polaire est  $\pm$  égal au diamètre de l'axe équatorial. Dans le cas où l'axe

polaire est plus long que l'axe équatorial, le grain est dit prolé ou allongé et les grains oblés sont ceux dont le diamètre de l'axe polaire est plus court que celui de l'axe équatorial (Hesse *et al.*, 2009).

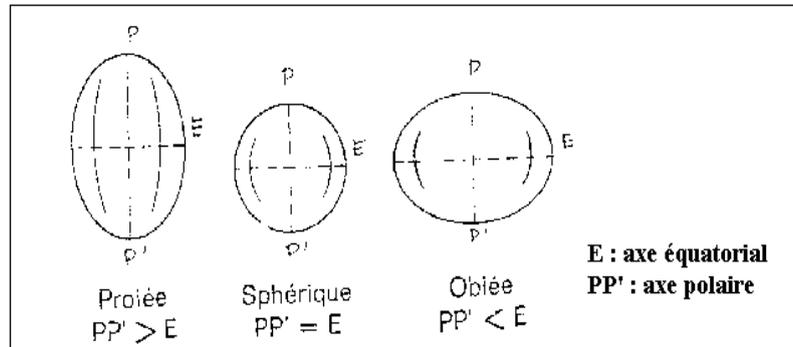


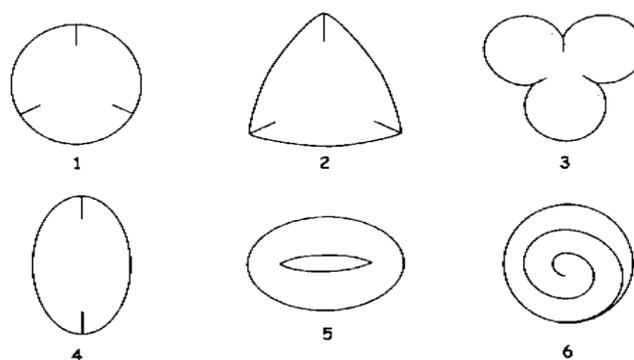
Figure 6: Les différentes formes des grains de pollen (Guérin et Cour, 1993)

### 4.3. La symétrie

Les grains de pollen peuvent être symétriques ou asymétriques. Cette symétrie est définie toujours en vue polaire. On peut distinguer alors des grains de pollen:

- **Radio symétriques**: Ces grains présentent plus de deux plans verticaux de symétrie.
- **Bisymétriques**: Ces grains présentent deux plans de symétrie.
- **Grains asymétriques**: Si le grain de pollen ne présente aucun plan de symétrie.

(Agashe et Caulton, 2009).



1-2-3 grains de pollen radiosymétriques

4-5 grains de pollen bisymétriques

6- grain de pollen asymétrique

Figure7: Symétrie des grains de pollen (Trigo *et al.*, 2008)

### 4.4. La taille

La détermination de la taille est basée sur le rapport des deux axes (P) et (E). Dans le cas des grains de pollen apolaires nous pouvons considérer le diamètre pour déterminer la taille. Elle varie selon les espèces entre moins que 10µm et plus que 200µm. L'échelle de classification suivante est très utile pour déterminer la taille des grains:

- Grains de pollen très petit: < 10 µm
- Grains de pollen petits: 10 - 25 µm
- Grains de pollen moyens: 25- 50 µm
- Grains de pollen grands: 50 -100 µm
- Grains de pollen très grands: 100 -200 µm
- Grains de pollen géants: > 200 µm (**Trigo et al., 2008**).

Le pollen de la majorité des plantes anémogames a une taille comprise entre 10 et 40 µm excepté celui des Pinaceae (60-140 µm), en raison de la présence de deux ballonnets remplis d'air (**Clot, 2007**).

### 4.5. Couleur du pollen

Les grains de pollen peuvent présenter une grande variété de couleurs, même s'ils sont le plus souvent incolores ou jaunes en fonction de l'espèce de plante. Les pigments sont principalement des caroténoïdes et des flavonoïdes. Les premiers vont du jaune clair au jaune foncé et à l'orangé, tandis que les seconds vont de l'incolore au jaune, ainsi que des anthocyanines rouges ou violettes. Tous ces pigments peuvent être présents dans la sporopollénine de l'exine, mais les flavonoïdes semblent être prédominants, alors que les caroténoïdes prévalent dans la couche lipidique externe, comme chez le lis. Généralement, le pollen des plantes anémophiles est de couleur jaune pâle ou incolore, celui d'une autre couleur est associés à la pollinisation par les insectes (**Kessler et Harley, 2011**).

### 4.6. Les apertures

La plupart des exines des grains de pollen se caractérisent par la présence d'une ou plusieurs ouvertures. Celles-ci permettent au tube pollinique de germer afin de transporter les cellules reproductrices jusqu'à l'ovule (**Kessler et Harley, 2011**) (**Fig. 8**). Ces ouvertures peuvent être ecto-, endo- ou mésoapertures en fonction de leur position dans les différentes couches de l'exine, Les ectoapertures sont plus superficielles et se situent dans l'ectexine, les endoapertures dans l'endexine et les mésoapertures dans des sites intermédiaires (**Punt et al.,**

1994). Les grains inaperturés sont ceux qui n'ont pas d'ouvertures, ces grains permettent la germination du tube pollinique via les régions minces dans l'exine. Les trois types d'ouvertures de base sont: le colpus, le porus et le colporus. Le colpus est un sillon germinal allongé (Erdtman, 1947), Le porus est une ouverture arrondie de l'exine, et le colporus est constitué à la fois d'un colpus et d'un ou plusieurs porus (Punt *et al.*, 1994).

Le nombre des apertures équatoriales est indiqué par les préfixes mono, di, tri, tétra, penta et même hexa et poly pour de nombreuses apertures. Le nombre et la disposition des apertures sont variables et sont considérés comme éléments de base pour l'identification et la classification du pollen (Hesse *et al.*, 2009) (Tableau 1).

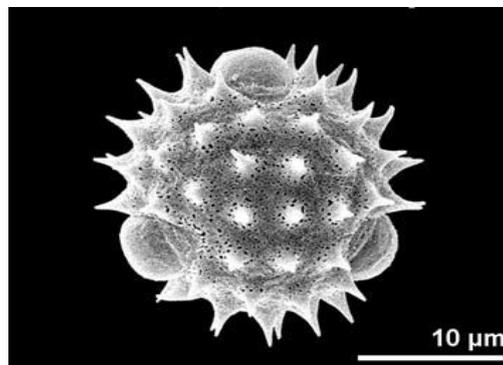


Figure 8: grain de pollen présentant trois apertures (famille des Asteraceae). (Hesse *et al.*, 2009)

Tableau 1: Caractéristiques des types aperturaux et de leur répartition dans les trois grands groupes d'Angiospermes (Penet, 2005).

<p><b>Monocotylédones</b></p>	<p>Types aperturaux de base dérivés du type monosulqué</p> <p>Pollen majoritaire : Type monosulqué</p>   <p>Type tétrachotomosulqué (très rare)</p>  <p>Type trichotomosulqué</p>	<p>Hétéromorphisme exceptionnel</p> <p>-----</p> <p>30 % des familles sont polymorphes</p>
<p><b>Angiospermes basales et Magnoliideae</b></p>	 <p>Type inaperturé</p>   <p>Types zonaperturés</p>     <p>Types di- et tri-aperturés (disulqué/trisulqué)</p>	<p>Hétéromorphisme Moyen</p> <p>-----</p> <p>50 % des familles sont polymorphes</p>
<p><b>Eudicotylédones</b></p>	<p>Types aperturaux de base dérivés du type triaperturé</p>    <p>Types 2-, 3- et 4-aperturés</p>   <p>5- et 6-apertures</p>	<p>Hétéromorphisme Fréquent</p> <p>-----</p> <p>40 % des familles sont polymorphes</p>

#### 4.7. Caractéristiques sculpturales et ornementales des grains de pollen

La sexine est la couche d'exine qui contient des caractéristiques sculpturales et ornementales qui constituent la base des palynologues lors de l'identification des grains de pollen (Colinvaux *et al.*, 2005). Ces éléments peuvent être sous formes des verrues, gemmules, des échinules, des bacules (éléments isodiamétriques) ou des clavules (éléments à extrémité distal renflée) (Fig. 9). La répartition spatiale de ces éléments sur la surface de l'exine aboutit à la réalisation de motifs ornementaux compliqués tels que stries ou réseaux. La partie superficielle de l'ectexine (ou sexine) est le tectum, formé par la fusion des extrémités distales des clavules, alors que les parties proximales libres prennent le nom de columelles. Ces tectums qu'ils soient continus sur toute la surface de l'exine ou limités aux murs que réalise l'alignement des columelles, peuvent à leurs tours porter des éléments de sculptures aussi variés (verrues, échinules...) et qui peuvent former des éléments d'ornementations divers (Reille, 1990).

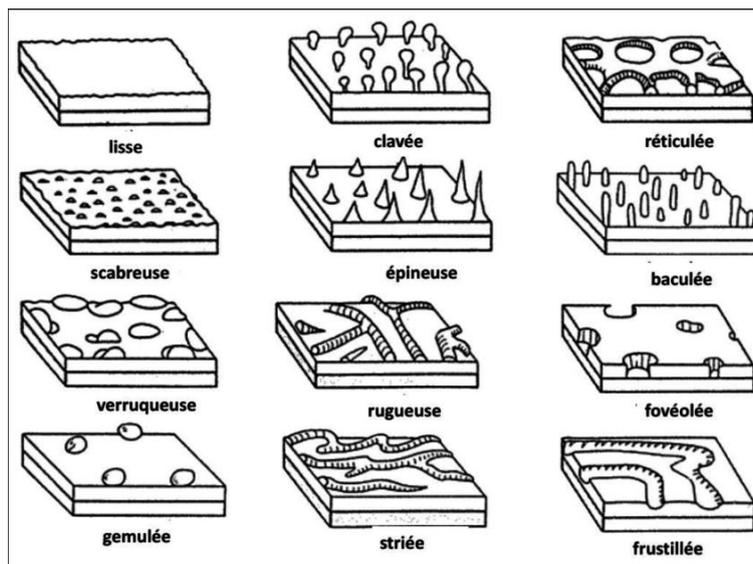


Figure 9: Quelques exemples de l'ornementation de l'exine (5)

## II. La Palynologie

### 1. Définition

La palynologie, est la science qui s'adresse plus précisément à la poussière végétale que constituent les spores et les grains de pollen et vers cette discipline, convergent tout un faisceau d'activités scientifiques et pratiques pouvant aller de la géologie et la botanique, à la biologie générale et à l'agronomie. L'objet de toutes ces recherches est donc très varié (Reille, 1990).

Les grains de pollen sont les vecteurs de l'élément sexuel mâle des plantes à fleurs. Les études palynologiques concernent non seulement les formes vivantes du pollen, mais également ses formes fossiles sédimentées au cours des temps géologiques. Il constitue l'outil principal pour reconstituer les changements environnementaux et climatiques qui ont marqué l'histoire de la terre (**Lézine, 2009**).

### 2. Applications de palynologie

La palynologie a de nombreuses applications fondamentales et appliquées. Fondamentales en botanique notamment dans la classification des végétaux, cette discipline exploite la diversité spécifique du sporoderme des grains de pollen sur la base de plusieurs caractères micromorphologiques tels que: la symétrie des grains de pollen (ou des spores) en rapport avec la disposition des microspores dans la tétrade, leur forme générale en vue méridienne, leur taille, le nombre et la place des ouvertures, ...etc. (**Gorenflot et Foucault, 2005**). La particularité de la paroi des grains de pollen contribue à l'étude systématique et phylogénétique des végétaux (**Lézine, 2009**).

Les domaines d'application de la palynologie appliquée sont :

#### 2.1. Le paléoenvironnement

La palynologie permet en effet d'obtenir par l'identification des grains de pollen et spores une image d'une partie du couvert végétal d'un lieu, le plus souvent à l'échelle locale mais aussi parfois régionale. Cette image peut être celle d'un instant T bien précis ou représenter l'évolution dans le temps du couvert végétal d'une aire géographique (**6**). De plus, l'analyse palynologique est considérée parmi les paléo-marqueurs de l'environnement et du climat, et concerne non seulement l'étude des variations à long terme de l'environnement et du climat, mais également des variations rapides, liées à des événements catastrophiques ponctuels ou à des crises climatiques d'une ou plusieurs décennies. Le pollen est donc un instrument puissant de reconstitution de l'histoire de l'évolution et l'outil le plus employé pour reconstituer les modifications environnementales et climatiques depuis plusieurs centaines de milliers d'années (**Lézine, 2009**).

#### 2.2. L'archéologie

L'archéopalynologie se consacre spécifiquement aux assemblages sporo-polliniques conservés dans les sites archéologiques de tous âges. Les spores et les grains de pollen possèdent de nombreuses facultés. Parmi les plus importantes figurent leur morphologie

spécifique, indicatrice de la plante productrice, leur grande résistance aux injures du temps et leur aptitude à donner une image des végétations du passé. Ces propriétés permettent de les retrouver dans de nombreux milieux sédimentaires, de savoir quelles espèces végétales vivaient au moment de la formation de ces dépôts et de connaître l'évolution de la végétation au cours du temps. L'archéopalynologie est également susceptible, selon le type de gisement et/ou la nature des matériaux analysés de fournir des indications sur l'usage de certaines plantes par les populations du passé (**Bui Thi Mai et Gérard, 2010**). Les spores et les grains de pollen sont donc parmi les témoins les plus rigoureux des climats et des paysages du passé (**Renault-Miskovsky, 1988**)

### 2.3. La méllissopalynologie

Cette discipline a pour but l'étude de l'origine des miels par l'identification des grains de pollen qu'ils renferment (**Louveaux, 1970**). L'efficacité de l'analyse méllissopalynologique permet la certification de l'origine géographique et botanique d'un miel et également de préciser sa composition nectarifère (**Battesti et Goeury, 1992**). En effet, la détermination microscopique et la numération des éléments figurés du sédiment des miels peuvent nous renseigner sur le milieu végétal au sein duquel le miel a été récolté par les abeilles et, par conséquent de connaître l'origine géographique du produit analysé. En outre, la connaissance des types de miels et des combinaisons polliniques qui les caractérisent permet aujourd'hui non seulement la distinction des miels des différentes régions, mais également le diagnostic des mélanges de miels (**Louveaux, 1970**).

### 2.4. Paléobotanique

La paléobotanique est une branche de la paléontologie qui étudie les végétaux ayant vécu dans le passé depuis l'aurore des temps géologiques jusqu'à nos jours, ne date réellement que du début du 19<sup>ème</sup> siècle et on peut considérer qu'Adolphe Brongniart en fut le véritable fondateur (**Alpern et al., 1968**). Cette discipline contribue à la connaissance des environnements passés et fournissent des données de pléovégétation directement interprétable en terme de paléoclimats (**Lézine, 1989**). En effet, les espèces végétales étant particulièrement sensibles aux variations de température et aux changements hydrométriques, c'est la paléobotanique qui peut certainement rendre compte de l'évolution des climats et des paysages restitués, grâce aux spores, aux grains de pollen microscopiques, aux macrorestes divers (graines, fruits, écorces, charbons...) et aux empreintes, leur étant inféodés (**Renault-**

**Miskovsky, 1988**). Ces parties fossiles jouent un rôle essentiel dans la reconstruction de l'histoire évolutive des plantes, des climats et des environnements anciens (7).

### 2.5. Pharmacopalynologie

Le pollen est considéré parmi les aliments les plus riches en vitamines, acides aminés essentiels, protéines, acides gras, minéraux, enzymes et d'autres substances comme les flavonoïdes (**Donadiou, 1983**). De nombreuses propriétés thérapeutiques du pollen ont été identifiées par **Langler (2002)**, dont les plus importantes sont:

- Il régularise divers troubles fonctionnels, en équilibrant la fonction de la flore intestinale.
- Il agit sur le système hormonal en réduisant le stress et le vieillissement prématuré.
- Grâce à la présence de flavonoïdes dans sa composition, le pollen agit sur la circulation sanguine en renforçant les veines et les artères.
- Il renforce le métabolisme cellulaire en raison de la présence d'une grande variété d'acides aminés, oligo-éléments et des vitamines, éléments de synthèse des protéines.
- La consommation de pollen augmente les capacités physique et mentale.

Selon **Hakim (1994)**, (*in* **Langer, 2002**), la B-carotène ou pro-vitamine A contenu dans le pollen rend cet aliment de haute valeur nutritionnelle et d'importance fondamentale dans l'alimentation humaine. De même il est très riche en fer et en vitamine B12, ces éléments sont indispensables dans la régénération du sang et des tissus.

### 2.6. L'aéropalynologie

Elle consiste à collecter les grains de pollen libérés dans l'atmosphère d'une région donnée et à les identifier et à l'évaluer statistiquement dans une période de temps bien déterminée (**Renault-Miskovsky et Petzold, 1992**). Les premières études aéropalynologiques ont été débutées en Angleterre par le chercheur Blackley en 1873 (**Guérin et Michel, 1993**). En France la surveillance du contenu aéropollinique est assurée par le réseau nationale de surveillance aérobiologique (RNA) qui a été installé dès 1996 (**Laaidi et al., 1997**). Cette discipline est utilisée surtout en médecine en ce qui concerne le traitement des pollinoses. En Suisse, un laboratoire spécialisé en analyse pollinique fournit aux médecins allergologues et aux personnes allergiques, les informations nécessaires à la prévention, au diagnostic et à la thérapie des pollinoses (**Clot et Küpfer, 1999**). D'autre part, les recherches aéropalynologiques se sont développées en agronomie dans le domaine de la prévision de

production. Il a été prouvé que le dosage du contenu pollinique atmosphérique est un indicateur fiable pour prévoir la récolte dès la fin de la floraison. De même, les courbes des émissions polliniques permettent de connaître les dates de la période florale et d'estimer les potentialités qualitatives du millésime (**Besselat et Cour, 1996**).

*Chapitre II :*  
*Aéropalynologie et allergie*  
*pollinique*

### II. Aéropalynologie et allergie pollinique

#### 1. Aéropalynologie

##### 1.1. Définition

Le terme d'aérobiologie a été proposé la première fois par le chercheur Meier en 1937 pour définir la science qui étudie l'émission des particules d'origines biologique dans l'atmosphère, leur dispersion, leur transport passif et leur dépôt (ou émission), voire leur remise ultérieure en suspension (**Thibaudon et al., 2013**).

Ces particules peuvent être des organismes entiers, des organes de résistance et de dissémination, d'agents de la reproduction, de fragments et débris ou substances produites par les êtres vivants. Les grains de pollen sont parmi les plus grandes particules biologiques que l'on rencontre en abondance dans l'air (**Hyde, 1972**). La discipline qui s'intéresse à l'étude du pollen présent dans l'air est l'aéropalynologie. Le pollen a fait certainement l'objet d'un grand nombre de recherche, principalement en ce qui concerne le traitement des allergies respiratoires (pollinoses). L'aéropalynologie est comme l'aérobiologie interdisciplinaire: elle requiert au moins les savoirs de la botanique, de la météorologie et de la phénologie. Elle trouve ses applications en particulier dans le domaine de la santé (allergies), de l'agriculture (prévision de la récolte), de la foresterie, de la génétique et plus récemment, de la climatologie (changement climatique) (**Clot, 2007**).

##### 1.2. Méthodes de mesure en Aéropalynologie

Différents types d'appareils, ont été mis au point pour récolter les grains de pollen, afin que l'on puisse les dénombrer et procéder à leur identification. Les uns recueillent la pluie pollinique, c'est-à-dire les grains qui tombent par sédimentation, du seul fait de la pesanteur, et se déposent pendant l'unité de temps sur une unité de surface horizontale, ce type de capteurs appartenant à la méthode gravimétrique, les autres recueillent les flux de pollen rapportés au volume d'air, ce type appartenant aux capteurs volumétriques (**Laaidi et al., 1997**).

###### 1.2.1. Méthode gravimétrique

Cette méthode a été inventé par le chercheur Durham en 1946, elle est fondée sur le principe de la sédimentation pollinique sous l'effet de la pesanteur (**Durham, 1946**).

L'instrument est constitué d'une lame enduite de substance adhésive, à savoir la gélatine glycéinée maintenue entre deux disques métalliques assurant une protection contre les intempéries (**Fig.10**). La lame est changée chaque jour, pour être lue en microscopie photonique. Le dépôt vient pour l'essentiel de la chute par gravité, mais aussi de la projection des particules par les turbulences (**Solomon, 1984**). Plusieurs inconvénients ont été signalés lors de l'utilisation de cet instrument: La quantité de pollen récoltée est relativement faible et viennent essentiellement des taxons les plus représentés, de même cette méthode ne fournit pas des données concernant les concentrations du pollen par mètre cube d'air qui sont essentielles pour déterminer les seuils capables de déclencher de symptômes (**Durham, 1946**).

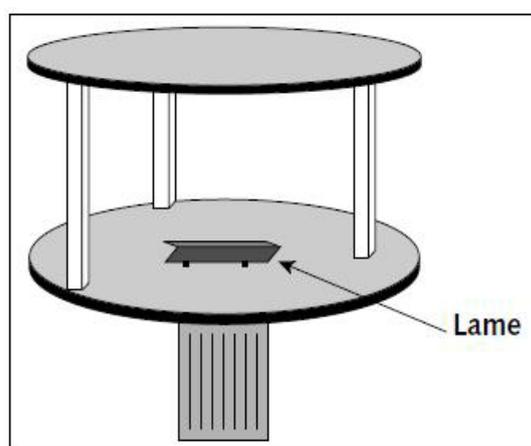


Figure 10: Appareil de Durham (Laaidi *et al.*, 1997)

### 1.2.2. Méthodes volumétriques

#### 1.2.2.1. La méthode Hirst

Le prototype a été élaboré en 1952 par l'Anglais Hirst (**Hirst, 1952**). Diverses améliorations successives ont ensuite conduit aux modèles actuellement commercialisés (**Mandrioli *et al.*, 1998**) (**Fig. 11**). Les grains de pollen aspirés par ce capteur, au rythme de 10 litres d'air/ minute, sont projetés sur une bande de cellophane rendue adhésive. Cette bande, est fixée sur le tambour qui défile devant la buse d'aspiration du capteur grâce à un mécanisme d'horlogerie à une vitesse de 2 mm / h. La buse d'aspiration, de 28 mm<sup>2</sup> de surface utile est orientée face aux vents dominants à l'aide d'un empennage.

Après une semaine de fonctionnement, le ruban adhésif est découpé en sept segments qui correspondent à chaque jour de la semaine. Chaque segment est alors coloré, puis placé dans

un milieu de montage solide entre lame et lamelle et analysé en utilisant le microscope optique (Calleja *et al.*, 2005). L'analyse microscopique du pollen récolté permet d'identifier et de compter les taxons présents sur les prélèvements.



**Figure 11: Appareil de Hirst (1952) (8).**

### 1.2.2.2 . Le capteur Cour

Parmi les techniques volumétriques celle proposée par Pierre Cour (Cour, 1974), elle recueille les grains de pollen sur deux filtres placés verticalement de 400 cm<sup>2</sup> de surface utile, composés de plusieurs couches de gaze hydrophile serties entre deux cadres et enduites d'une matière collante à base de silicone. Les filtres verticaux sont maintenus face à la direction du vent. Cet appareil peut s'installer n'importe où. Il doit néanmoins être couplé à un anémomètre enregistreur permettant l'évaluation du nombre de pollen transportés par mètre cube d'air. Il est en général placé au sol, dans un espace ouvert (Laaidi *et al.*, 1997) (Fig.12).

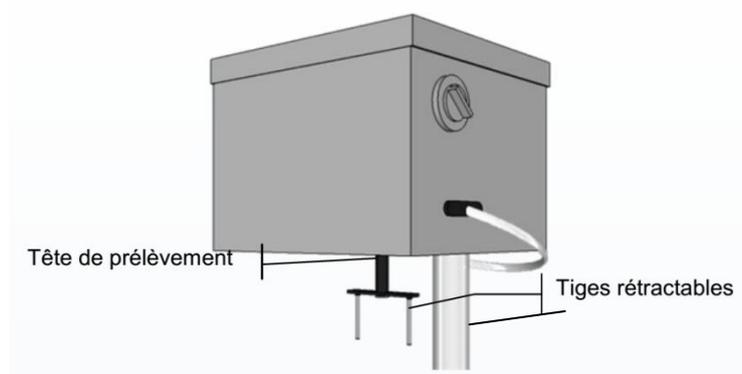
Au laboratoire, les filtres sont soumis à une série de traitement chimique, dissolvant la trame organique des filtres et les éléments minéraux. Les pollens par contre, restent intacts. Le comptage et l'identification des pollens contenus dans le culot se font par analyse microscopique. Les données obtenues sont ensuite traitées par un système informatisé (Nolard et Detandt, 1993). Cette méthode fournit des informations semi-hebdomadaires ou hebdomadaires (Cambon, 1993).



**Figure 12: Capteur de type Cour (1974)  
et anémomètre totalisateur (Calleja *et al.*, 2005)**

### 1.2.2.3 . Capteurs rotatifs

Les capteurs rotatifs à impaction sont constitués de deux tiges fixées à un montant motorisé, ce qui constitue la tête de prélèvement (**Fig. 13**). Ces tiges sont enduites d'un adhésif, et à mesure qu'elles tournent, les pollens dans l'air entrent en collision avec les tiges et se fixent sur l'adhésif. Grâce à une formule qui permet de convertir l'aire de la surface de prélèvement en une unité de volume par rapport au temps, il est possible d'obtenir des données sur une base volumétrique (nombre de grains/m<sup>3</sup>). Le principal avantage de ce type de capteur est son faible coût comparativement aux capteurs volumétriques à aspiration. (**Aerobiology Research Laboratory, 2012**).



**Figure 13 : Capteur rotatif à impaction (Demers, 2013).**

### 1.3. Calendrier pollinique

Les données du contenu pollinique de l'air d'une région et durant une période de l'année, permettent d'établir le calendrier pollinique de cette région pour laquelle différents types de pollen sont présents dans l'air (**Beeker et Thiboudon, 1999**). Ce calendrier met en évidence les périodes de pollinisation des principaux pollens notamment ceux connus pour provoquer des manifestations allergiques et leur succession dans l'année (**Clot, 2007**). Il est possible de réunir les données partielles (journalières, hebdomadaires ou décadaires) et de constituer un récapitulatif des périodes de début pleine et fin de floraison des plantes (**Cambon, 1993**).

Les calendriers polliniques permettent non seulement de connaître les périodes des émissions polliniques, mais également de suivre l'évolution du flux polliniques au cours de la saison. Ces types de calendriers constituent un outil des plus appréciés tant pour poser ou confirmer un diagnostic que pour apprécier l'efficacité d'un traitement (**Nolard et Detandt, 1993**).

Un calendrier pollinique est Généralement subdivisé en trois périodes: la première est marquée par les pollens d'arbres dès la fin de l'hiver, cette période se succède par celle des herbacées principalement les Graminées (Poaceae) au printemps et au début de l'été, et une période tardive estivo-automnale, caractérisée par le pollen des Chenopodiaceae et certaines Composeae (Asteraceae) (**Beeker et Thiboudon, 1999**).

### 1.4. Domaines d'application

Les données polliniques issues des études aéropalynologiques ont beaucoup d'utilisations dans les domaines de phénologie, prévision des récoltes et de l'allergologie (**Fornaciari et al., 2000**).

#### 1.4.1. En Agriculture

L'analyse quantitative des émissions polliniques atmosphériques a un grand intérêt en agriculture, pour une prévision de récolte (**Besselat et Cour, 1996**). L'étude de **Cour et Van Campo (1980)**, sur le contenu pollinique de l'atmosphère de Montpellier (France) a montré qu'il existe une corrélation étroite entre le rendement de la vigne, de l'olivier et des céréales et le nombre de pollens au mètre cube d'air pendant la pollinisation. Ainsi, l'utilisation d'une prévision précoce peut également être envisagée en tant qu'aide pour la détermination des

mesures à appliquer dès la « nouaison », dans le cadre de la mise en place d'une politique de maîtrise des rendements (**Besselat et Cour, 1996**). De même, l'analyse du contenu aéropollinique permet également de contrôler les mauvaises herbes et de prévenir les spécialistes en pathologie végétales pour mieux les combattre (**Jato-Rodriguez et al., 2001**).

### 1.4.2. En Allergologie

L'allergie aux pollens est très fréquente et varie d'une année à l'autre et même d'une région à l'autre (**Didier et al., 2006**). En effet, les données polliniques sont utiles comme aide au diagnostic des allergies respiratoires saisonnières. Lorsque une personne a manifesté des symptômes allergiques, les pollens présents à ce moment dans l'air seront suspectés d'en être la cause. Elles sont aussi utiles en corrélation avec le calendrier des symptômes pour le contrôle de l'efficacité des traitements (**Clot, 2007**). De plus, l'analyse des comptes polliniques permet de déceler de nouveaux pollens allergisants. Des traitements mieux adaptés pourront ainsi être proposés aux patients pendant la saison pollinique (**Beeker et Thibaudon, 1999**). Les symptômes des pollinoses sont corrélés avec les quantités de pollen allergisant récoltées (**Ickovic et al., 1988**).

### 1.4.3. Bio-indicateur de la pollution atmosphérique

Plusieurs études ont montré l'influence de l'environnement sur la structure organique (glycoprotéines) et inorganique (ions) de la paroi externe du pollen (l'exine). Ainsi, la composition minérale de l'exine et la présence de particules polluantes inorganiques adhérentes à l'exine, peuvent être de bons "marqueurs" de la pollution atmosphérique. De plus, l'adhésion de particules minérales polluantes à la surface de l'exine peut accentuer l'activité allergénique du pollen (**Cerceau- Larrival et al., 1991 ; Cerceau- Larrival, 1992**). D'autres études ont montré que les polluants atmosphériques peuvent modifier l'allergénicité du grain de pollen en entraînant des cassures de la membrane pollinique et ainsi une libération accrue des granules (**Abou-chakra et al., 2010**).

## 2. Allergie au pollen

La prévalence des maladies allergiques a doublé au cours des quinze dernières années. L'organisation mondiale de la santé (O.M.S) classe aujourd'hui les maladies allergiques au quatrième rang des maladies chroniques. Le diagnostic allergologique comprend la détermination de l'origine allergique des symptômes et l'identification des allergènes en cause

(Didier *et al.*, 2006).

### 2.1. Définition

L'allergie est une réaction d'hypersensibilité initiée par une réaction immunitaire spécifique à une substance étrangère à l'organisme humain (Mortureux *et al.*, 2014), en général des protéines, que l'on regroupe sous le terme d'allergènes (Sauty, 2003). L'allergie au pollen, ou pollinose, ou encore communément appelée "Rhume des foins" est une affection saisonnière liée à la présence de grains de pollen dans l'air. Cette pathologie provoque à la fois des symptômes peu invalidants comme des rhinites, conjonctivites, mais aussi des complications bronchiques (asthme) et cutanées (eczéma) (Thibaudon et Olivier, 2007). Elle peut être provoquée par les pollens d'arbres aussi bien que par ceux des herbacées. Le risque dépend de deux facteurs essentiels: la présence d'allergènes dans le pollen et la sensibilité des allergiques. Or la pollution chimique agit sur les deux (Monnier *et al.*, 2015). La pollinose est très fréquente et concerne 10 à 30% de la population de la planète et elle varie selon les régions (Dedier *et al.*, 2006).

### 2.2. Les allergènes

Les allergènes sont des composants naturels de l'environnement. L'identification des sources d'allergènes responsables de la symptomatologie est un préalable indispensable pour initier des conseils et des traitements spécifiques. Les allergènes, qui sont pour la plupart des protéines, sont des antigènes qui réagissent avec des Immunoglobulines E (IgE) spécifiques (Abou chakra, 2009). Les pneumallergènes sont ceux qui pénètrent dans l'organisme par voie respiratoire et fréquemment impliqués dans la rhinite et l'asthme. Les allergènes respiratoires les plus courants sont issus de: pollen, moisissures, acariens, blattes et les allergènes des animaux (Dedier *et al.*, 2006). Dans le cas des pollinoses, différentes parties des grains de pollen contiennent de nombreux allergènes responsables des manifestations allergiques (Abou chakra, 2009).

### 2.3. Pollens allergisants

Les pollens impliqués dans l'induction et le déclenchement de maladies allergiques, comme le rhume des foins proviennent essentiellement des plantes à pollinisation anémophile mais ils peuvent provenir de plantes à pollinisation mixte (entomophile et anémophile) comme le saule (*Salix* sp.) ou plus rarement d'une libération mécanique produite

par l'homme. Leur allergénicité dépend de multiples facteurs comme le nombre et la taille des grains (**Guérin et Cour, 1993**).

### 2.3.1. Caractéristiques du pollen allergisant

Les pollens responsables des maladies allergiques sont généralement émis par des plantes anémophiles (transport par le vent) et présentent certaines caractéristiques communes; ces pollens sont en général de petite taille, ce qui leur permet d'une part, d'être transporté dans l'air et d'autre part, de pénétrer dans le système respiratoire (**Demers, 2013**). L'allergénicité d'une espèce dépend aussi de la quantité des grains libérés dans l'atmosphère et la présence d'un certain nombre de molécules allergisantes (**Calleja et al., 2005**). Ces dernières sont présentes, d'une part, dans l'intine et le cytoplasme (parties vivantes du grain), d'autre part, dans l'exine (enveloppe externe du grain), cela explique que l'on soit sensible aussi bien au pollen vivant qu'au pollen mort. Le risque allergisant varie également en fonction du seuil pour provoquer l'allergie pollinique. En effet, 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 (**Alleaume, 2004**).

### 2.3.2. Pouvoir allergisant et saisons pollinique

#### 2.3.2.1. Pouvoir allergisant

Le pouvoir allergisant est lié à la présence, à la surface des grains de pollen et au sein des granules cytoplasmiques, de glycoprotéines pouvant provoquer des réactions immunologiques allergiques chez les personnes sensibles. Au sein d'une espèce réputée allergisante, le contenu en allergènes majeurs des grains de pollens peut varier d'une année à l'autre, ainsi que d'une situation géographique à l'autre. Ces allergènes sont à l'origine des symptomatologies plus ou moins fortes (**Buters et al., 2008**). Selon **Thibaubon et al. (2008)**, le potentiel allergisant varie de 0 (nul) à 5 (très élevé) (**Tableau 2**).

**Tableau 2: Potentiel allergisant de certains pollens (9)**

Epèces	Potentiel allergisant		Espèces	Potentiel allergisant
		Arbres		
Cyprès	5		Platane	3
Noisetier	3		Murier	2
Aulne	4		Hêtre	2
Peuplier	2		Chêne	4
Orme	1		Pin	0
Saule	3		Olivier	3
Frêne	4		Tilleul	3
Charme	3		Châtaignier	2
Bouleau	5			
		Herbacées		
Oseille	2		Ortie	1
Graminées	5		Chénopode	3
Plantain	3		Armoise	4
Pariétaire	4		Ambroisie	5

### 2.3.2.2. Les saisons polliniques

Les saisons polliniques correspondent aux périodes de pollinisation des plantes allergisantes durant l'année. Nous pouvons déterminer la période de pollinisation de chaque taxon et pour une région donnée à partir des données aéropolliniques de cette région. Généralement, on distingue trois saisons polliniques:

- **La pré-saison pollinique (ou saison des arbres):** Les pollens d'arbres apparaissent dans l'atmosphère dès le mois de février et le début du printemps, ce qui explique les symptômes précoces dues aux pollens du cyprès, bouleau, aulne, orme, olivier, peuplier et platane.
- **La grande saison pollinique (ou saison des graminées):** La période de pollinisation des Graminées (Poaceae) varie d'une année à une autre et en fonction des régions. Elle englobe le plus souvent, mai, juin et juillet et elle est retardée en montagne.

- **La fin saison pollinique (ou saison des herbacées):** Elle s'étend de juillet à octobre et caractérisée par la présence dans l'air du pollen de l'ambroisie, le plantain, l'armoise, l'ortie... (**Dedier et al., 2006 ; Thibaudon et al., 2013**).

### 2.4. Effets des changements climatiques sur le pollen

Les changements climatiques, et en particulier le réchauffement de la planète influence les quantités de pollen libérées par les plantes. En effet, les analyses effectuées à partir de sédiments holocènes ont mis en évidence, au cours des derniers millénaires, une hausse de productivité pollinique à chaque fois que régnaient des conditions climatiques plus chaudes (**Besancenot et Thibaudon, 2012**). Les végétaux sont donc des indicateurs très sensibles aux changements climatiques et leur réponse peut se voir à l'échelle d'un siècle comme l'ont montré les études de paléopalynologie (**Shea et al., 2008**). Le réchauffement climatique peut aussi influencer l'allergie pollinique à plusieurs niveaux: en modifiant les aires de répartition des végétaux producteurs de pollen allergisant, en allongeant la saison de floraison et les quantités de pollen produites et en augmentant le contenu allergénique des grains de pollen (**Laaidi et al., 2011**). Selon **Ariano (2009)**, les changements climatiques entraînent une modulation et amplification du rôle des aéroallergènes suscitent de réelles inquiétudes, avec cette particularité que la menace ne se borne pas à un avenir plus ou moins lointain, mais semble d'ores et déjà décelable.

### 2.5. Effet de la pollution atmosphérique sur le pollen

Les polluants atmosphériques induisent une diminution de la viabilité des grains de pollen, une altération physicochimique et physique de la paroi externe du grain (exine) et une modification du potentiel allergisant (**Charpin et Caillaud, 2014**). L'étude de **Kopferschmitt-Kubler et Pauli (1999)**, a montré que les polluants atmosphériques affectent considérablement la qualité d'allergènes présents dans le grain de pollen, la capacité de ces allergènes à se libérer dans l'air et par suite l'activité allergénique des pollens. C'est ainsi que les pollens d'ivraie (*Lolium*) récoltés dans une ville à fort taux d'ozone renferme l'un de ses allergène (LoIp5) à une concentration bien supérieure à celle retrouvée dans les mêmes pollens provenant d'une localité moins polluée (**Masuch et al., 1997**). Par ailleurs, le pourcentage de pollens libérant spontanément leurs granules au contact de l'eau est significativement augmenté chez les pollens pré-exposés aux polluants (**Lacroix, 2005**). De même, **Reid et Gamble, (2009)**, ont montré que l'augmentation des concentrations en ozone

dans l'air pourrait, par l'effet inflammatoire de ce polluant, faciliter la pénétration des allergènes polliniques dans les voies respiratoires.

Selon **Ruffin et al. (1983)**, les polluants n'exercent pas le même effet sur les grains de pollen. Des expositions contrôlées de pollen à différents polluants gazeux ont indiqué que la libération d'allergènes diminuait après exposition au SO<sub>2</sub>, alors qu'elle s'accélérait en présence de composés organique volatils, lorsque ces composés s'accumulent sur la surface du grain peuvent induire une préactivation qui, conduire à la libération de particules de taille micronique, portant une activité allergénique (**Behrendt et al., 2001**). D'autres polluants tels que les particules diesel émises par les moteurs pourraient se lier au protéines de surface des pollens puis pourraient être, dans certaines conditions, resuspendus dans l'atmosphère et permettre l'inhalation des allergènes polliniques (**Behrendt et al., 1992 ; Knox et al., 1997**).

**Lhuissier (1998)**, a étudié l'effet de différentes concentrations de monoxyde d'azote (NO) marqué à l'azote 15, sur le pollen de bouleau (*Betula verrucosa* Ehrh.) et de dactyle (*Dactylis glomerata* L.). Les résultats obtenus après analyse par microscopie électronique à balayage, ont montré que le NO altère le sporoderme des deux espèces de pollens étudiées. Des fissures et des trous apparaissent rapidement et se propagent à la surface des grains ce qui à pour effet un accroissement dans la libération des allergènes.

Par ailleurs, les polluants tels que l'ozone et le dioxyde d'azote sont des gaz irritants pour les muqueuses respiratoires et oculaires, engendrant une sensibilisation accrue aux pollens et leur rôle néfaste (**Motta, 2004 ; Motta et al., 2006**). Leur action peut être renforcée par celle des conditions météorologiques, surtout lorsque les mêmes paramètres favorisent à la fois la production et la dispersion des pollens et celles des polluants (**Laaidi et al., 2011**). D'autres part **Omura et al. (1989)**, ont constaté que les polluants atmosphériques peuvent également affecter la plante productrice du pollen. Ces mêmes auteurs ont révélé que les plantes cultivées en milieu pollué produisaient des pollens de plus petite taille et fréquemment déformés par rapport à celles cultivées en milieu non pollué.

### 2.6. Manifestation clinique des allergies aux pollens

L'allergie peut se présenter sous différents aspects cliniques: cutané (poussée aigue d'urticaire et /ou d'œdème, eczéma), respiratoire (asthme, rhinite), oculaire (conjonctivite), digestifs et généraux (**Dedier et al., 2006**).

Les pollinoses ou rhinites saisonnières regroupent les manifestations cliniques dues à une allergie aux pollens. Il s'agit le plus souvent d'une rhinite allergique ou rhume des foins très souvent associée à une conjonctivite allergique. Elle est également souvent associée à un asthme et elle peut se compliquer par des infections locales (sinusites en particulier) (**Ravault et al., 2005**). Les pollinoses provoquent des réactions au niveau des zones de contact comme les muqueuses respiratoires et oculaire et plus rarement ils peuvent être responsables de réactions cutanées, telles que l'eczéma ou l'urticaire (**Abou Chakra, 2009 ; Mortureux et al., 2014**).

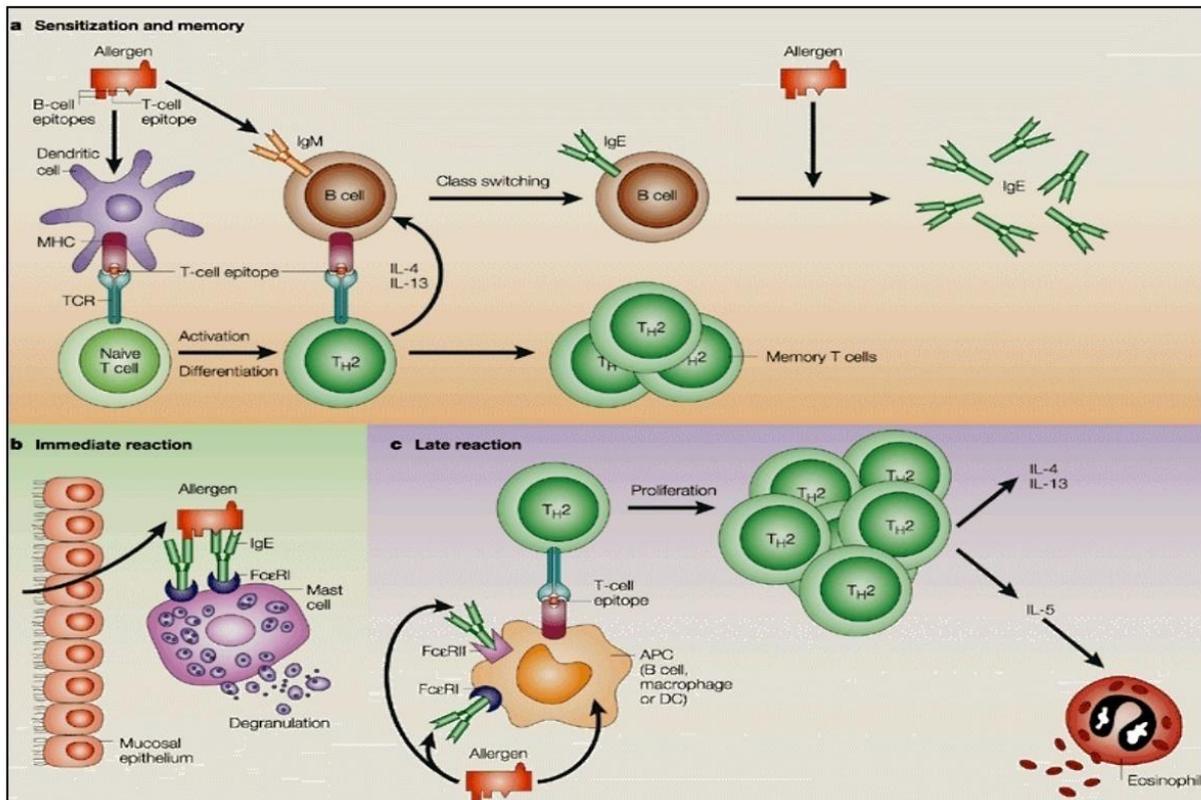
Lors du contact de l'allergène pollinique avec le corps humain, un ou plusieurs symptômes peuvent se déclencher :

- **La rhinite allergique saisonnière:** caractérisée par des éternuements, de rhinorrhée avec sécrétion aqueuses antérieure ou sécrétion postérieure visqueuse et l'obstruction nasale liée à une congestion de la muqueuse nasale.
- **La rhino conjonctivite:** caractérisée par un larmolement, un prurit oculaire, un chemosis, des éternuements et une obstruction nasal (**Bousquet et al., 1993**).
- **L'asthme:** se traduisant par de diverses symptômes (dyspnée paroxystique sifflante, essoufflement, sensation d'oppression thoracique, toux) et d'une insuffisance respiratoire de degré variable qui est, au moins en partie, réversible spontanément ou à l'aide d'un traitement (**Djukanovic et al., 1990**).

### 2.6.1 Mécanismes

En raison de son abondance dans l'air, le pollen des plantes anémogames peut entrer en contact de façon répétée avec les corps humains, c'est pourquoi il est fréquemment responsable d'allergies. Celles-ci peuvent se manifester au niveau des yeux (conjonctivites), des voies respiratoires (rhinite, asthme) ou de la peau (dermatite atopique, urticaire) (**Clot, 2007**). Les mécanismes physiologiques de l'allergie se déclenchent lorsque les grains de pollen se déposent sur les yeux ou sur les muqueuses du tractus respiratoire, à ce moment, ils libèrent ses allergènes qui induisent la synthèse d'anticorps spécifiques, les IgE qui se fixent sur d'autres types de cellules, les mastocytes et les basophiles, c'est la phase de sensibilisation. Les IgE fixé sur les mastocytes induisent la libération de médiateurs chimiques dont le principal est l'histamine, à l'origine, dans la rhinite allergique de l'hypersécrétion de mucus et du prurit nasal, c'est la réaction allergique immédiate. Lors

d'une réaction allergique secondaire de nombreux médiateurs chimiques se libèrent par des cellules constituant un infiltrat inflammatoire responsable de l'hyperréactivité nasale ou bronchique (**Fig. 14**) (Laaidi *et al.*, 1997).



**Figure 14: Mécanisme de l'allergie (Abou Chakra, 2009)**

Le premier contact avec l'allergène s'appelle la sensibilisation (**a**). Le second contact avec le même allergène, ou un autre allergène ayant une structure moléculaire proche de celui qui est responsable de la sensibilisation, entraîne une réaction qui s'accompagne de manifestations cliniques. La réaction allergique est composée de deux phases. Une phase précoce (**b**), médiée par les IgE, débute 10 minutes après le contact entre l'organisme et l'allergène. Elle atteint son pic en 30 minutes et se résorbe en 1 à 3 heures. La phase tardive (**c**) est une réaction à médiation cellulaire. Elle atteint son maximum en 6 à 12 heures et s'estompe généralement après 24 heures.

### 2.6.2 . Diagnostic de l'allergie aux pollens

L'interrogatoire est primordial toujours en allergologie. Il permet de préciser l'ancienneté des manifestations cliniques, leur description précise et surtout la date de leur survenue chaque année. La parfaite régularité de l'apparition des symptômes doit être décrite spontanément et doit correspondre à la date de l'émergence du pollen incriminé dans

l'environnement. L'interrogatoire précise en outre les antécédents personnels du malade et recherche les moments d'orientation que sont l'existence d'une allergie alimentaire associée pour certains fruits, pour certains légumes ou encore une autre sensibilisation pollinique pour une espèce botanique de la même famille, ou connue pour pouvoir être à l'origine d'une réaction croisée (**Laurent *et al.*, 1999**).

### 2.6.2.1 . Les tests cutanés

Le but des tests cutanés est de chercher les anticorps IgE spécifiques d'un allergène fixés sur les mastocytes cutanés. La fixation de l'allergène sur les IgE correspondantes induit une dégranulation mastocytaire et une libération d'histamine, responsables d'une induration et d'un érythème. Ils traduisent la réaction IgE- dépendante.

La technique la plus utilisée est celle du prick-test. Elle consiste à piquer l'épiderme à l'aide d'aiguilles spéciales au travers d'une goutte d'un extrait allergénique préalablement déposée sur la peau. Ce test doit être pratiqué en peau saine, sur la face antérieure de l'avant-bras ou au niveau du dos chez le nourrisson en respectant une distance de 3 cm entre les piqûres (**Dedier *et al.*, 2006**). La réactivité cutanée est contrôlée par un témoin négatif (sérum physiologique) pour éliminer un éventuel dermographisme et un témoin positif (phosphate de codéine, histamine). Une réaction positive se traduit par l'apparition d'une papule, d'un érythème périphérique et d'un prurit local. Le test est considéré positif lorsque le diamètre de la papule, lu après 15 minutes, est supérieur à 3mm, et au moins égale à 50 % du témoin positif (**Neukirch, 2004**).

### 2.6.2.2. Sérologie

Le radio-allergosorbent test (RAST) est le test classique pour la détection d'anticorps IgE spécifiques. Les tests plus sensibles n'utilisent plus d'anticorps radiomarqués mais des anticorps marqués par des enzymes ou par de la fluorescéine. A l'opposé des tests cutanés, les tests d'anticorps spécifiques ne mesurent que les anticorps IgE non liés, circulant librement dans le sang. Le test sérologique devrait donc être utilisé non pas pour le dépistage, mais plutôt de manière ciblée, par exemple pour poser l'indication d'une immunothérapie spécifique (ITS) (**Dürr *et al.*, 2008**).

### 2.6.2.3. Eosinophilie

L'allergie est une pathologie systémique. En plus des mastocytes, certaines cellules

inflammatoires, comme les éosinophiles, participent à la pathogénèse. Sous nos latitudes, une éosinophilie modérée (0,4–1,0 G/L) indique souvent une atopie et reflète une exposition momentanée à un allergène d'inhalation. C'est pourquoi la gravité et l'évolution d'une allergie par inhalation peuvent parfois être évaluées par la mesure des éosinophiles sanguins. Il n'est en général pas nécessaire d'effectuer ces mesures au cabinet médical en cas de pollinose, pour autant que le diagnostic repose principalement sur l'anamnèse présentant une répétition de signes cliniques à caractère saisonnier, et sur le dépistage *in vitro* ou *in vivo* de la sensibilisation aux pollens (**Dürr *et al.*, 2008**).

### 2.6 2.4. Traitement du pollinose

Le premier traitement prescrit aux patients souffrant de l'allergie pollinique est l'éviction de l'allergène en cause. Ceci est difficilement possible en pratique et se résume à éviter de s'exposer massivement. Un autre traitement étiologique consisterait à bloquer la phase de sensibilisation mais malheureusement il n'existe aucun médicament ayant cet impact. L'immunothérapie spécifique (ITS) (ou désensibilisation) permet de moduler la réponse anti- allergénique à un allergène donné. Deux options thérapeutiques sont mises à la disposition des sujets allergéniques: d'une part des médicaments pour traiter les symptômes et d'autre part l'immunothérapie spécifique.

Pour la bonne réussite du traitement symptomatique, il est recommandé de le prendre non au besoin, mais de manière systématique, dès les premières manifestations des symptômes polliniques et jusqu'à ce que la floraison incriminée prenne fin. La prise irrégulière du traitement conduit à la persistance des symptômes et à l'arrêt du traitement considéré comme inefficace. Pour éviter des échecs de traitement, il est donc très important de donner une information précise et complète aux patients (**Brozek *et al.*, 2010**). Le traitement symptomatique contre les allergènes polliniques comprend les antihistaminiques (H1), les corticostéroïdes ainsi que les anti-dégranulants des mastocytes peuvent être proposés seuls ou en association avec les antihistaminiques ou les corticostéroïdes. Pour l'immunothérapie spécifique, le traitement par voies sous cutanées est très utilisé notamment pour le pollen d'arbres, ce traitement vise à réduire les symptômes et la consommation médicamenteuse. La standardisation des allergènes est le garant d'une bonne sécurité d'emploi et d'efficacité. Pour obtenir de bons résultats par l'immunothérapie spécifique, ce traitement peut se durer 3 ans (**Laurent *et al.*, 1999**).

*Chapitre III*  
*Matériel et méthodes*

### 1. Description de la zone d'étude

La wilaya de Guelma se situe au Nord-Est du pays ( $36^{\circ} 25'N$ ,  $7^{\circ} 25' E$ ) et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba – Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum-El-Bouaghi et Tébessa), outre la proximité du territoire tunisien à l'Est. Au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, elle s'étend sur une superficie de 386 624 hectares et entourée de montagnes (Maouna, Debagh, Houra). Elle est limitée au Nord par la Wilaya d'Annaba, au Nord-Est par la Wilaya d'El Tarf, au Nord- Ouest par la Wilaya de Skikda, à l'Ouest par la Wilaya de Constantine, au Sud par la Wilaya d'Oum El Bouaghi et à l'Est par la Wilaya de Souk Ahras, région frontalière de la Tunisie (**Fig. 15**).



Figure 15: Carte de situation géographique de la zone d'étude (DPAT, 2008)

### 1.1. Relief

Guelma est caractérisée par son relief diversifié, mais relativement peu accidenté, elle est subdivisée en trois zones bien distinctes :

- Zone de montagnes occupent près de 30 % de la superficie totale.
- Zones des collines et piémonts occupent 10 % de la superficie totale.
- Zones des basses plaines occupent 60 % de la superficie totale.

### 1.2. Couvert végétal

Il est divisé en deux milieux :

- **Milieu forestier:** Les forêts couvrent une superficie de 116864 hectares, soit 31,70 % de la surface total de la wilaya. Elles sont constituées principalement de chêne liège, chêne zeen, chêne vert, Eucalyptus, pin d'Alep, pin maritime, pin pignon, du cyprès et des maquis oléo-lentisques occupent les montagnes et une partie des piémonts.
- **Milieu agricole:** La région est réputée par la céréaliculture principalement le blé, l'orge ainsi que les espèces fourragères au sud, le nord-est est caractérisé par l'arboriculture (agrumes, pommacées, amandier) et la viticulture avec la présence de multiples d'espèces spontanées qui se développent sur les terrains incultes.

### 1.3. Climat

La région est située dans l'étage bioclimatique semi- aride qui est caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec. Les vents dominants sont du nord-ouest avec un vent saisonnier, le sirocco qui prédomine pendant les mois de juillet et aout. Les précipitations moyennes annuelles ne dépassent pas les 600 mm.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Sites d'étude

Pour obtenir des données objectives et plus représentatives sur le contenu pollinique atmosphérique de la région de Guelma, nous avons choisis trois points d'échantillonnage au sein de la ville de Guelma, le choix a été effectué selon les critères suivants: Toits ouverts, surélevé par rapport au sol à une hauteur d'environ 15 mètre et l'accessibilité des sites, (**Fig. 16**).

Tableau 3: Les coordonnées des trois points d'échantillonnage.

Sites	Latitude	Longitude
Site1: Station Seridi	36° 26' 35, 29" N	07° 24' 45, 23" E
Site2: La ferme Oued Maize	36° 26' 31, 90"N	07° 26' 44, 23" E
Site 3: L'université	36° 26' 58, 25" N	07° 24' 15, 64"E

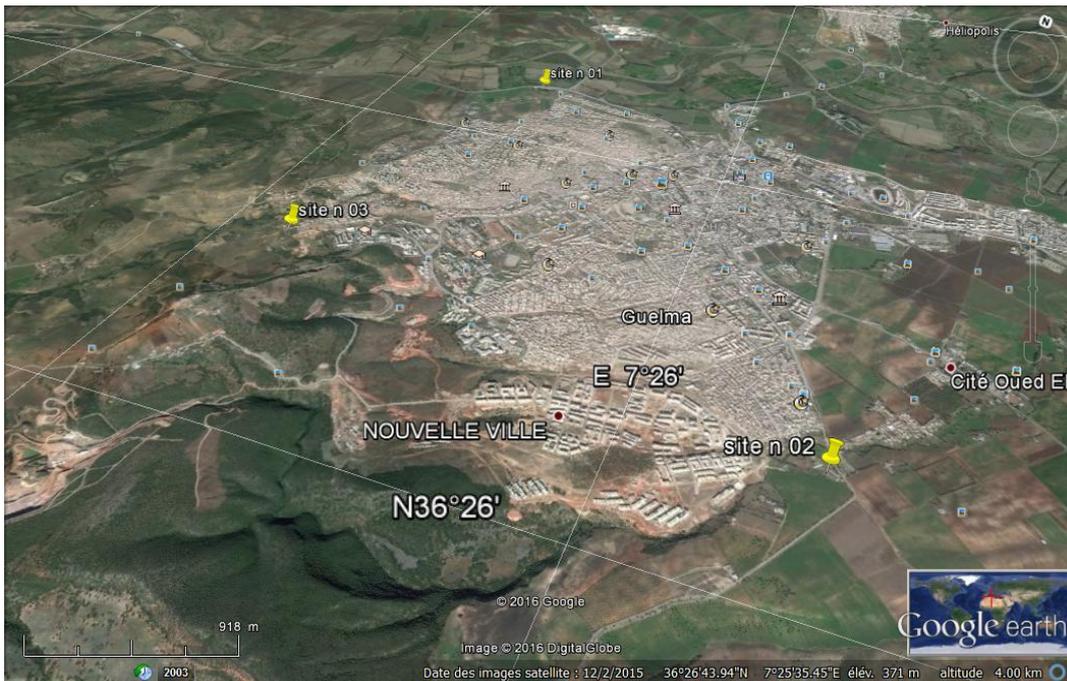


Figure 16: Vue aérienne des trois points d'échantillonnage (Google Earth, 2016).

## 2.2. Méthode de travail

Afin d'effectuer les comptes systématiques des pollens atmosphériques de la région de Guelma, des échantillonnages mensuelles ont été effectués pendant huit mois, de janvier à aout de l'année 2013, tout en choisissant trois points de dépôt. Le piégeage des grains de pollen en suspension dans l'air a été réalisé en utilisant la méthode gravimétrique (Solomon, 1984). Cette dernière comporte l'exposition à l'air d'une lame enduite de la gélatine glycinée pendant 24heures, maintenues entre deux disques métalliques qui assurent une protection contre la pluie (ressemble à l'appareil de Durham). Le dépôt vient pour l'essentiel de la chute des grains par gravité sous l'effet de la pesanteur. Les lames sont ensuite transportées dans des boîtes de Pétri au laboratoire afin de procéder au comptage et à l'identification de la totalité des grains de pollen recueillis.

### 2.3. Observation microscopique

L'identification et le dénombrement des grains de pollen récoltés sont réalisés au microscope photonique de type Laika (grossissement 400x). Le comptage a consisté en un balayage complet de toute la surface de la lame. L'identification des taxons récoltés, a été effectuée par comparaison avec les lames de référence et l'utilisation des clés de détermination des pollens:

- Atlas aéropalynologique de l'Espagne (**Trigo et al., 2008**).
- Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord (**Reille, 1992**).
- Clé d'identification des pollens atmosphériques (Réseau Nationale de Surveillance Aérologique, France) (**Laine et al., 2008**).

### 2.4. Caractéristiques climatiques de la région de Guelma

Les données climatiques nous ont été fournies par la station météorologique de Guelma. La région d'étude fait partie du Nord-Est Algérien, elle est caractérisée par un climat de type méditerranéen a été chaud et sec et hiver froid et pluvieux.

#### 2.4.1. La température

Le réchauffement de la planète au cours des dernières décennies ne fait plus guère de doute, et il a des répercussions inévitables sur la croissance et le développement des plantes. La température est le facteur climatique agissant directement sur la vitesse de développement des plantes. En effet, les températures élevées peuvent anticiper les dates de floraison, d'allonger la saison pollinique et d'augmenter les concentrations de pollen dans l'air (**Besancenot et Thibaudon, 2012**).

Selon les données de la station météorologiques de Guelma, les moyennes mensuelles des températures enregistrées dans la région sur une période s'étalant de 2004 à 2014, montrent que le mois le plus froid est le mois de janvier avec une moyenne de 9,95°C et le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une moyenne de 27,25°C (**Tab. 4 ; Fig. 17**). Quant à l'échelle annuelle les moyennes enregistrées varient entre 17,5 et 18,5 °C (**Fig. 18**).

**Tableau 4: Températures moyennes mensuelles en °C (2004-2014).**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne mensuelle	9,65	9,96	12,38	15,5	19,08	23,71	27,25	27,08	23,62	20,11	14,65	10,85

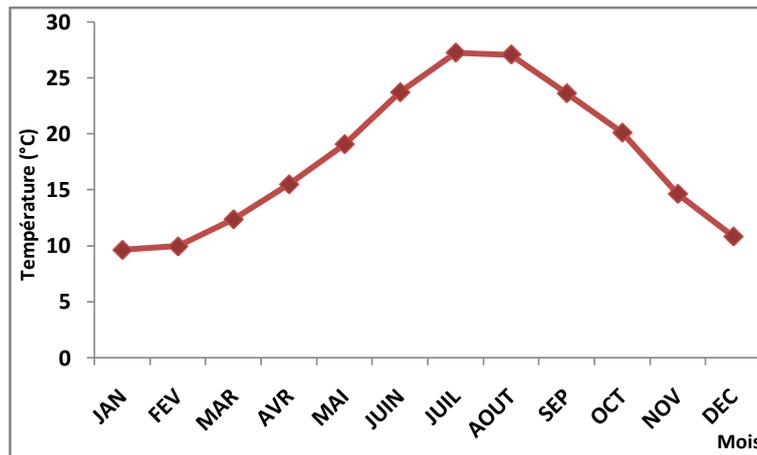


Figure 17: Variation des températures moyennes mensuelles, Guelma (2004-2010)

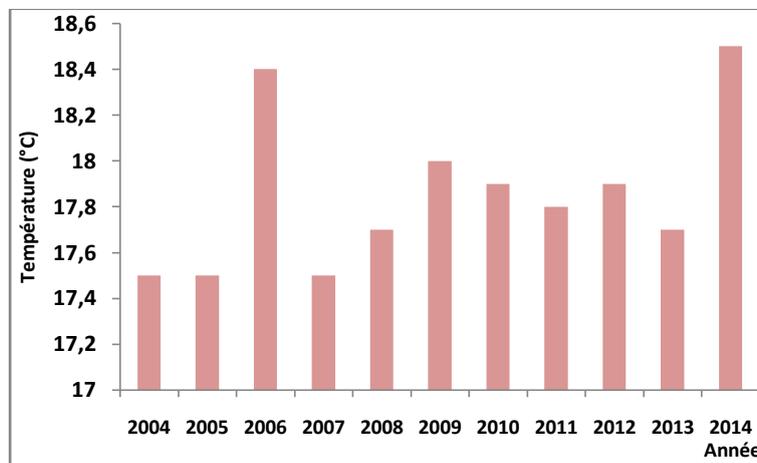


Figure 18: Variation des températures moyennes annuelles, Guelma (2004-2010)

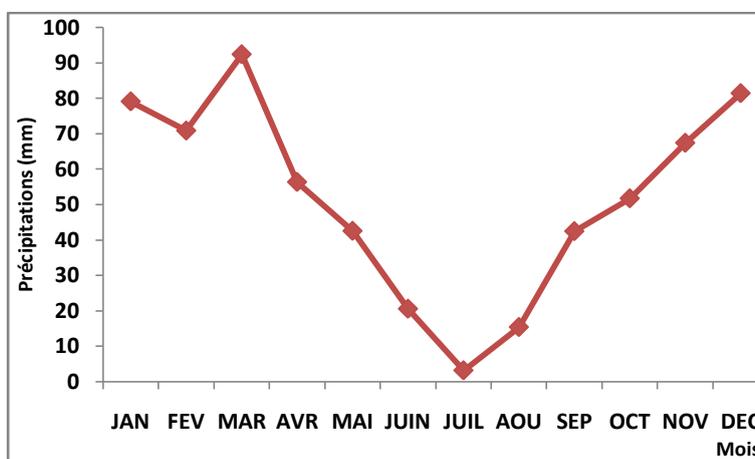
#### 2.4.2. Les précipitations

Les fortes précipitations agissent directement sur les concentrations polliniques dans l'air, en freinant l'ouverture des étamines alors qu'un air sec favorise leur éclatement. C'est donc presque toujours en l'absence de pluie, par beau temps anticyclonique ensoleillé et chaud, que se produisent les plus fortes émissions de pollen (Laaidi *et al.*, 1997). Les moyennes mensuelles de précipitations enregistrées durant la période 2004-2014 révèlent le mois de mars est le plus pluvieux avec une moyenne de 92,40 mm et le mois de juillet est le mois le plus sec avec une moyenne de 3,17 mm (Tab. 5 ; Fig. 19).

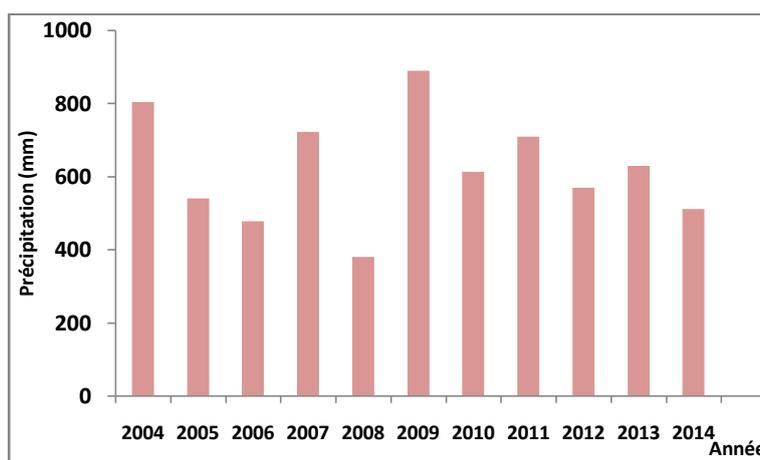
Les valeurs moyennes annuelles enregistrées montrent que, sur la période 2004-2014, l'année 2009 est la plus pluvieuse avec un taux maximal de 890,3 mm par contre l'année 2008 est la plus sèche dont la valeur enregistrée est de 381,8 mm (Fig. 20).

**Tableau 5: Précipitations moyennes mensuelles en mm (2004-2014).**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne Mensuelle	79,1	70,86	92,40	56,35	42,54	20,55	3,17	15,39	42,46	51,73	67,4	81,42



**Figure 19: Variation moyennes mensuelles des précipitations, Guelma (2004-2014)**



**Figure 20: Variation moyennes annuelles des précipitations, Guelma (2004-2014)**

### 2.4.3. L'humidité

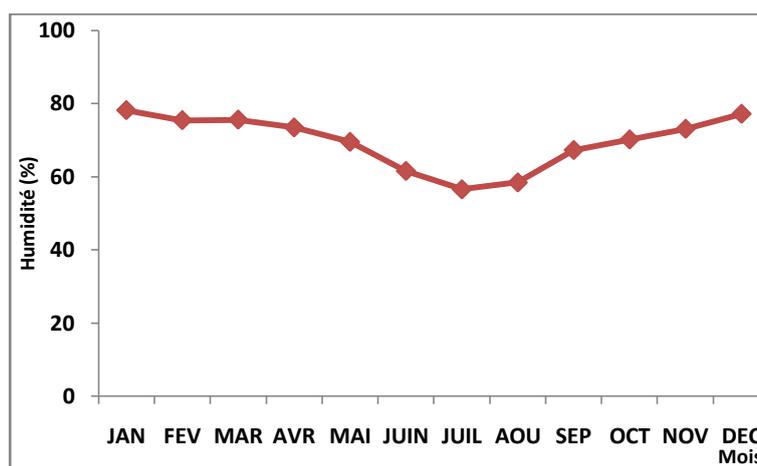
Parmi les facteurs météorologiques qui déterminent la production et la libération du pollen dans l'air, l'humidité.

Selon les données mensuelles fournies par la station météorologiques de Guelma durant la période 2004-2014, le taux maximal d'humidité est de 78,17% enregistré pendant le mois de janvier, tandis que le minimum est de 56,56% enregistré pendant le mois de juillet (**Tab. 6 ; Fig. 21**). Quant à l'échelle annuelle, les valeurs enregistrées ont montré que le taux

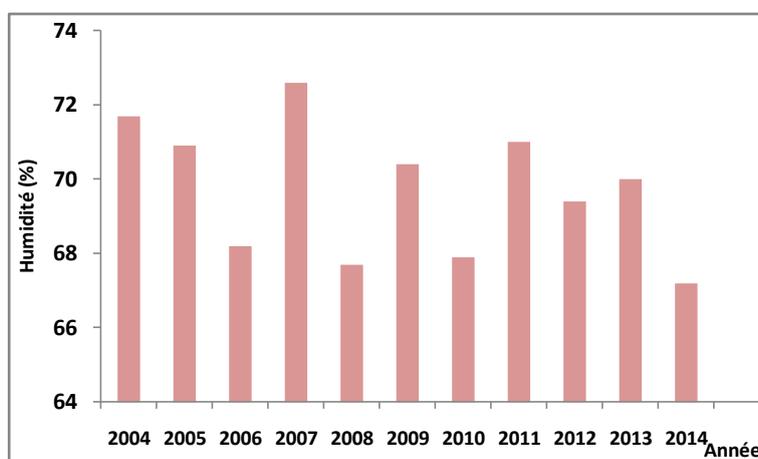
maximal a atteint 72,6% durant l'année 2007 et le minimum est de 67,2% enregistré durant l'année 2014 (Fig. 22).

**Tableau 6: Valeurs d'humidités moyennes mensuelles en % (2004-2014).**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne mensuelle	78,17	75,44	75,58	73,45	69,51	61,58	56,56	58,44	67,28	70,17	73,07	77,17



**Figure 21: Variation mensuelles des taux d'humidité, Guelma (2004-2014)**



**Figure 22: Variation annuelles des taux d'humidité, Guelma (2004-2014)**

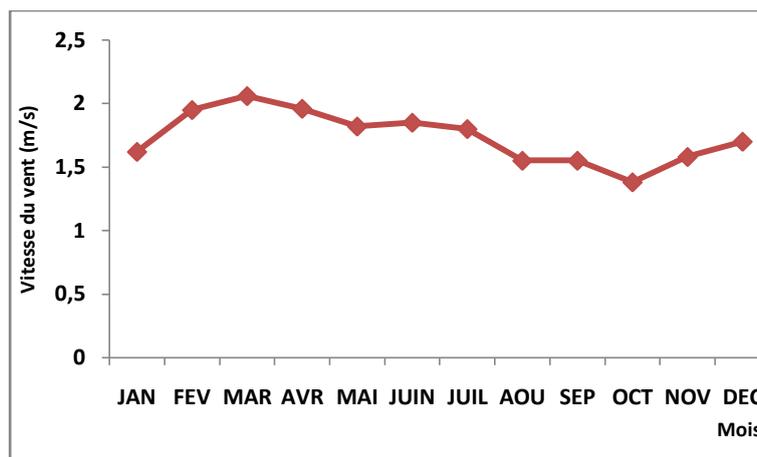
#### 2.4.4. Le vent

Le vent apparait d'une importance considérable dans la dispersion du pollen, les mouvements verticaux et horizontaux de l'atmosphère même elles sont faibles peuvent transporter le pollen à des distances bien étendu. La moyenne de la vitesse la plus élevée a été

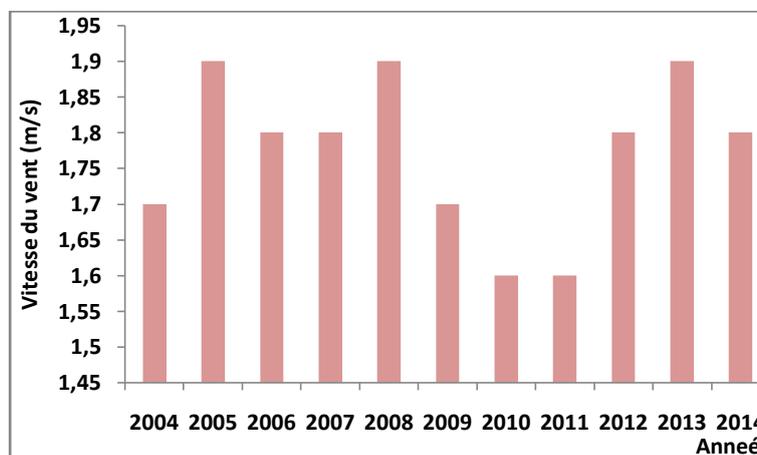
enregistrée pendant le mois de mars avec une valeur de 2,06 m/s (**Tab. 7 ; Fig. 23**). Quant aux valeurs annuelles, les variations fluctuent entre 1,6 et 1,8 m/s (**Fig. 24**).

**Tableau 7: Valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent en m/s (2004-2014).**

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Moyenne mensuelle	1,62	1,95	2,06	1,96	1,82	1,85	1,8	1,55	1,55	1,32	1,58	1,7



**Figure 23: Variation mensuelle de la vitesse du vent, Guelma (2004-2014)**



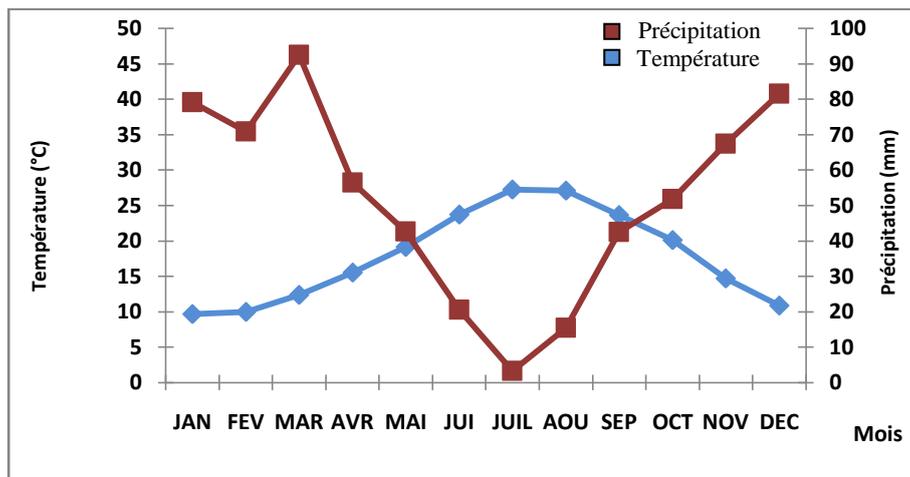
**Figure 24: Variation annuelle de la vitesse du vent, Guelma (2004-2014)**

#### 2.4.5. Le diagramme de Bagnouls et Gausson

Le diagramme Ombrothermique est un graphique représentant les caractéristiques d'un climat local par la superposition des figures exprimant d'une part les précipitations et d'autre part les températures (**Dalage et Metaille, 2000**).

**Bagnouls et Gausson (1953)**, considèrent qu'un mois est sec lorsque le rapport P/T est inférieur ou égal à 2 (P étant le total des précipitations exprimé en (mm) et T étant la température moyenne mensuelle en °C). Ce diagramme permet de déterminer les périodes sèche et humide d'une région donnée.

Le diagramme Ombrothermique de la région d'étude montre l'existence de deux périodes humide et sèche qui s'étalent comme suit: la première comprise entre le mois d'octobre et le mois de mai et la seconde entre les mois de juin et septembre (**Fig. 25**).



**Figure 25: Diagramme Ombrothermique de la région de Guelma, Guelma (2004-2014).**

#### 2.4.6. Climagramme d'Emberger

Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond. Le quotient pluviothermique d'**Emberger (1955)**, est déterminé selon la formule suivante:

$$Q_2 = 3.43 \times \frac{P}{(M - m)}$$

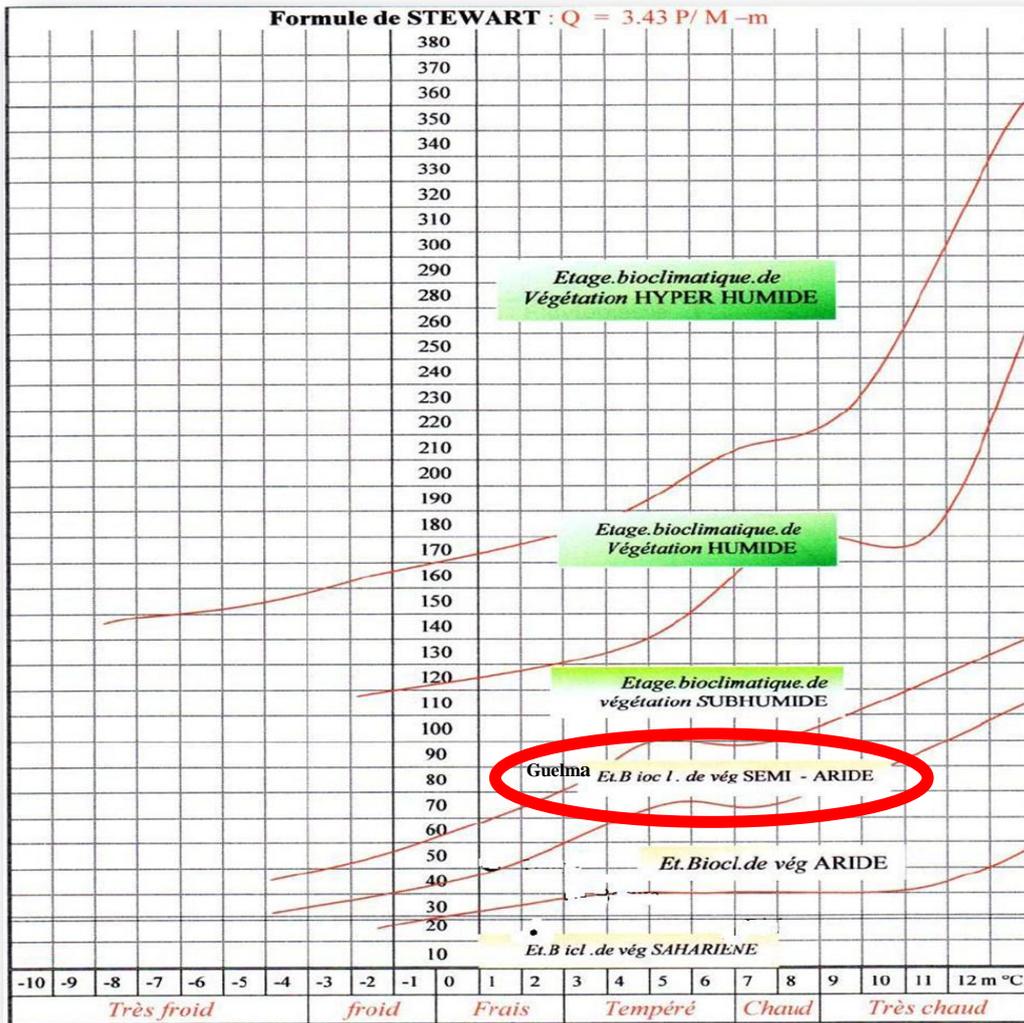
**Q<sub>2</sub>**: Quotient pluviothermique d'Emberger.

**P**: Moyenne des précipitations annuelles (mm).

**M**: Moyenne des maximums du mois le plus chaud (°C).

**m**: Moyenne des minimums du mois le plus froid (°C).

Selon la valeur de Q<sub>2</sub> qui égale à 66,88 notre région est classée dans l'étage bioclimatique à végétation semi-aride à hiver tempéré (**Fig. 26**).



**Figure 26: Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2004-2014)**

*Chapitre IV :*  
*Résultats et discussion*

### 1. Résultats et discussion

#### 1.1. Identification de la composition pollinique atmosphérique de la région de Guelma

Durant une période de collecte étalée de janvier à aout de l'année 2013, en utilisant la méthode gravimétrique, cette dernière nous a permis de recenser un nombre total de 3348 grains de pollen appartenant à 66 taxons représentant 33 familles dans les trois sites d'étude (Station Séridi (S1), la Ferme Oued Maize (S2) et l'Université (S3)).

Les comptes polliniques mensuels des pollens atmosphériques mettent en évidence la présence du pollen dans l'atmosphère de la région durant presque toute la période de l'étude.

Les familles recensées sont inégales du point de vue de leur importance dans le spectre aéropollinique. Parmi ces familles on compte: les Cupressaceae, les Betulaceae, les Ericaceae, les Poaceae, les Oleaceae et les Pinaceae comme les plus représentées. Les plus grandes concentrations du pollen ont été enregistrées pendant les mois de mars et avril avec des quantités de 1229 GP et 628 GP successives (soit GP: grain de pollen).

Les variations mensuelles des pollens atmosphériques des familles végétales identifiées sont représentées par les figures (de 27 à 59).

- **Les Apiaceae**

Les espèces appartenant à cette famille sont généralement des herbes à petites fleurs bisexuées, réunies ordinairement en ombelles et à pollinisation entomophile. C'est une famille essentiellement des régions tempérées. La plupart des espèces, contiennent dans tous leurs organes des canaux sécréteurs d'essences (**Ozenda, 2000**). Le caractère le plus distingué chez les Apiaceae est le polymorphisme foliaire qui est en rapport avec l'emplacement que les feuilles occupent sur la tige (**Crété, 1965**). Le pollen des Apiaceae est représenté dans le spectre aéropollinique de notre zone étudiée par deux espèces: *Daucus carota* et *Angelica vulgaris*, nous avons pu récolter 38 GP appartenant à cette famille, avec un nombre maximal de 16 GP enregistré pendant le mois de février (**Fig. 27**). **Murray et al., (2010)**, ont récolté le pollen des Apiaceae en faibles quantités dans l'atmosphère de Bahia Blanca (Argentine), durant la période allant de janvier 2002 à décembre 2003, (soit 0,2 % de la quantité total récoltée).

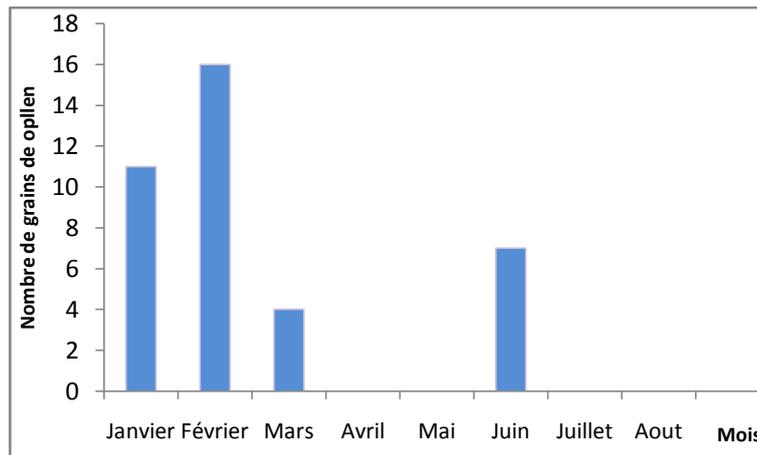


Figure 27: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Apiaceae

- Les Betulaceae

Ce sont des arbres ou arbustes des climats froids, le caractère majeur des Betulaceae est la forme des fleurs mâles en chatons pendants, mais la cupule des fleurs femelles porte une forme foliacée à maturité (Ozenda, 2000). Deux taxons appartenant à cette famille ont été identifiés *Alnus glutinosa* et *Betula* sp., le nombre total de ses grain de pollen a atteint 127 GP. La quantité maximale est de 54 GP enregistrée durant le mois de février (Fig. 28). Selon Negrini *et al.* (1987), les Betulaceae sont comptées parmi les taxons abondants dans l’atmosphère de Gêne (Italie) durant trois années consécutives (1981, 1982, 1983). Certaines espèces de cette famille sont considérées comme responsables de manifestations allergiques (Sell *et al.*, 1993). De plus, Hjelmroos (1991) et Wallin *et al.* (1991), ont signalé le pollen du *Betula* comme la cause principale de la pollinose dans les pays d’Europe centrale et orientale.

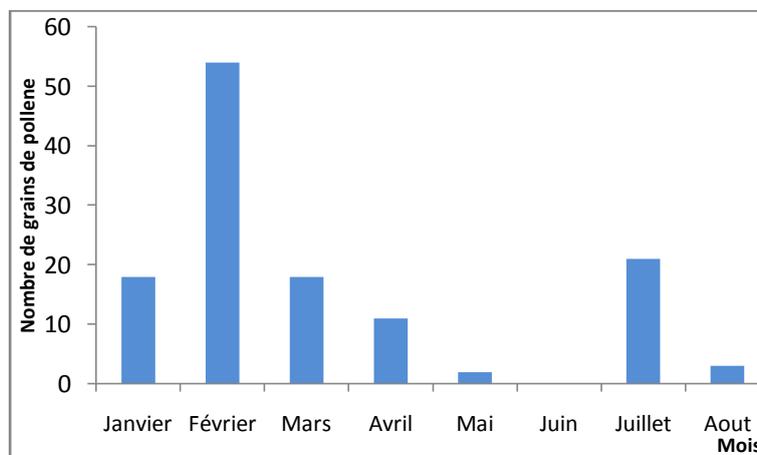
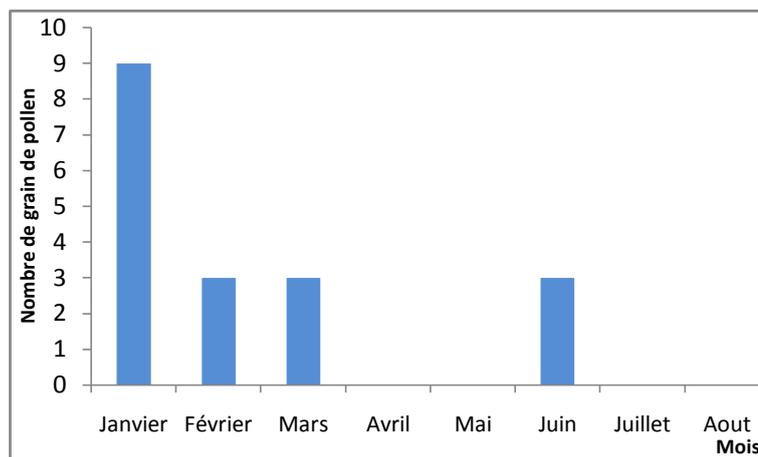


Figure 28: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Betulaceae

- **Les Casuarinaceae**

Les membres de cette famille sont des arbres à rameaux articulés portant des fleurs mâles en longue épis et des fleurs femelles en épis globuleux. Cette famille comprend un seul genre, *Casuarina*, avec 50 espèces en Australie et au sud-est Asiatique (Ozenda, 2000). Pendant la période de récolte, nous avons capturé 18 GP appartenant au genre *Casuarina* avec un maximum de 9 GP enregistrés pendant le mois de janvier (Fig. 29). L'étude de Giner *et al.* (2002), sur l'atmosphère pollinique de Murcia (Espagne) a montré que le pollen de *Casuarina* est peu abondant dans le spectre aéropollinique de cette région. Le pollen de *Casuarina* est considéré comme un aéroallergène, pouvant provoquer des maladies allergiques chez les personnes sensibles aux allergènes environnementaux. Cette allergénicité a été mis en évidence par plusieurs auteurs qui affirment leur capacité de déclencher la rhinite et l'asthme bronchique (Bucholtz *et al.*, 1987 ; Garcia *et al.*, 1997 ).

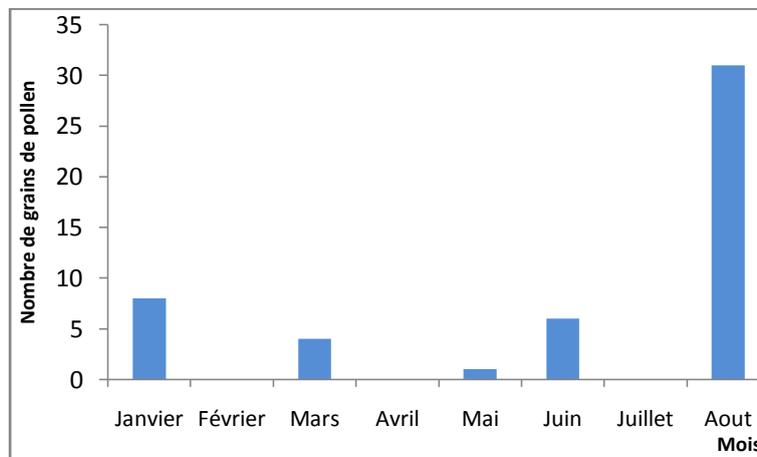


**Figure 29: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Casuarinaceae**

- **Les Chenopodiaceae**

Cette famille comprend 100 genres dont la plus part sont des herbes et plus rarement des arbustes, le genre *Chenopodium* est le plus répandu. Elles se rencontrent dans de nombreuses régions, en particulier les steppes, les déserts et les côtes marines (Gaussen *et al.*, 1982). L'espèce récoltée pour cette famille est le *Chenopodium album*, le nombre total de ses grains de pollen recensé est de 50 GP avec un pic de 31 GP noté pendant le mois d'aout (Fig. 30). Touraine *et al.* (1969), ont récolté le pollen des Chenopodiaceae en faibles quantités dans l'atmosphère de Lyon. Cette espèce est comptée parmi les taxons à pouvoir allergisant important (Galan *et al.*, 1999). D'autres études ont montré que le pollen des Chenopodiaceae

peut également produire des réactions croisées avec d'autres types de pollen comme l'*Olea* et les Graminées (Poaceae) (Galan *et al.*, 1989).



**Figure 30: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Chenopodiaceae**

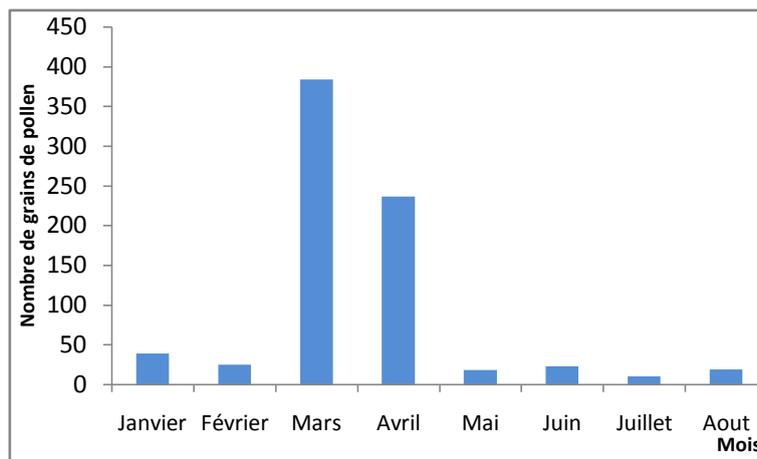
- **Les Cupressaceae**

Cette famille constitue, au sein des Gymnospermes la plus fortement représentée à travers le monde. Elle est composée de plus de 140 espèces distribuées dans les hémisphères nord et sud. Les arbres et les arbustes des Cupressaceae sont reconnaissables par ses petites fleurs incomplètes et unisexuées naissant sur de petits chatons appelés cônes mâles et femelles. Une fois arrivés à maturité, les cônes mâles libèrent dans l'atmosphère de grandes quantités de pollens (Charpin *et al.*, 2013).

Dans nos sites étudiés, le pollen des Cupressaceae a été récolté pendant tous les mois de l'étude, mais il est plus abondant aux mois de mars et d'avril. Deux taxons ont été identifiés: *Cupressus sempervirens* et *Juniperus* sp., le nombre total de ses grains de pollen capturé est de 755 GP avec un maximum de 384 GP enregistré durant le mois de mars (Fig. 31). Les quantités les plus importantes ont été recensées pour l'espèce *Cupressus sempervirens*. Le pollen des Cupressaceae est le type pollinique le plus abondant dans notre zone d'étude. A Tunis, le pollen des Cupressaceae représente la moitié des grains récoltés (El Gharbi *et al.*, 1976) et à Toledo (Espagne) il représente 24,1% du nombre total des grains récoltés dans l'atmosphère de cette ville (Pérez-Badia *et al.*, 2010). Lors d'une étude réalisée en Italie, Ariano (2008), a signalé qu'un seul arbre de *Cupressus sempervirens* produit approximativement 100 million de grains de pollen. Dans les pays méditerranéens, le cyprès

(*Cupressus*) est le taxon pollinique le plus important, qui représente la moitié de la production pollinique totale (Charpin *et al.*, 2013).

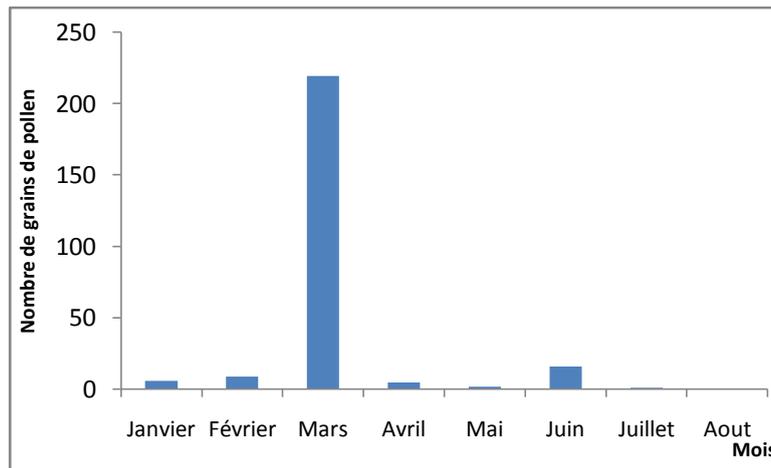
Les Cupressaceae sont considérées parmi les taxons responsables de manifestations allergiques (Sell *et al.*, 1993 ; Charpin *et al.*, 2005). De nombreuses études ont démontré que le pollen des Cupressaceae est à l'origine de la pollinose hivernale dans le bassin méditerranéen (Caramiello *et al.*, 1991 ; D'Amato et Liccardi 1994).



**Figure 31: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Cupressaceae**

- **Les Ericaceae**

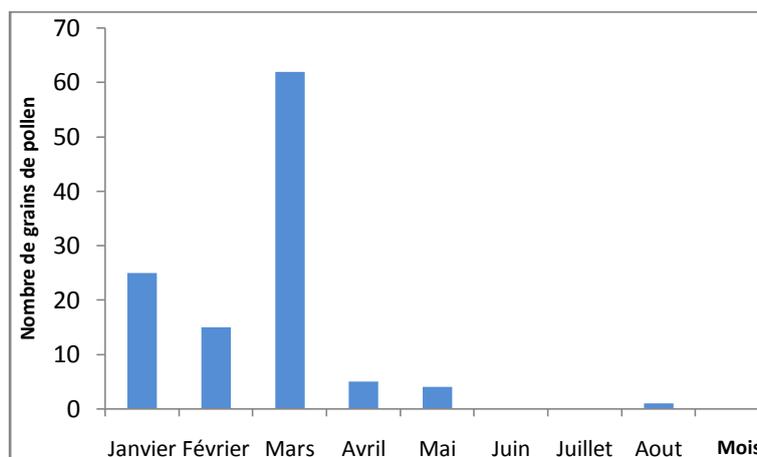
Ce sont des arbustes ou des arbrisseaux adaptés aux climats secs et localisés principalement dans les régions tempérées et froides. Certains genres sont très répandus dans l'Afrique australe, d'autres sont propres à la région méditerranéenne. Les fleurs occupent l'extrémité des rameaux, isolées ou groupées en inflorescences ; elles sont régulières, complètes, et hermaphrodites, parfois zygomorphes. Lors de l'anthèse, les Ericaceae libèrent son pollen dans l'atmosphère en masse de tétrade (Deysson, 1967). Cette famille est fortement représentée dans la région d'étude. Deux taxons ont été identifiés: *Erica arboria* et *Arbutus* sp. Le nombre total de ses grains de pollen compté est de 258 GP avec un maximum de 219 GP enregistré pendant le mois de mars (Fig. 32). Lors d'une étude réalisée sur l'atmosphère pollinique de la ville d'Annaba (Algérie), Ketfi (2016), a récolté un nombre de 146 GP des Ericaceae durant une période allant de janvier à aout de l'année 2007.



**Figure 32: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Ericaceae**

- **Les Fabaceae**

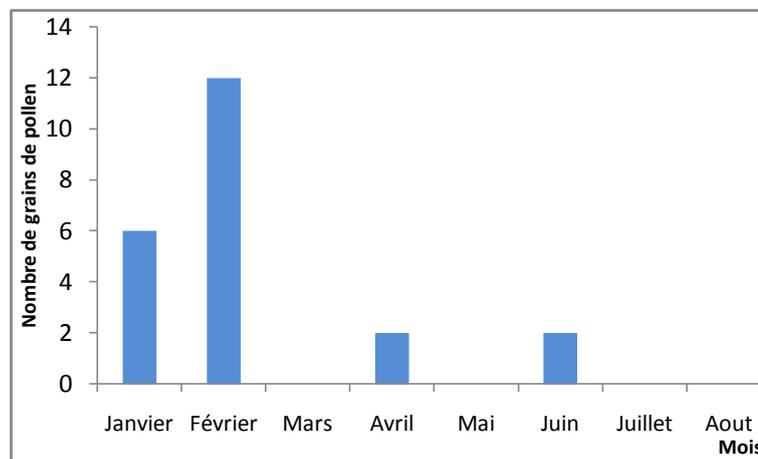
Ce sont les plus répandues dans le monde, comprennent 19500 espèces et se présentent sous deux formes principales: les formes arborescentes prédominent dans les régions chaudes et les formes herbacées dans les régions tempérées (**Dupont et Guignard, 2012**). Les feuilles souvent composées et les fleurs nettement zygomorphes, la pollinisation est généralement entomophile et rarement anémophile (**Gaussen et al., 1982**). Durant la période d'étude, six taxons appartenant à cette famille ont été identifiés dont *Robinia pseudo acacia* et *Mililotus* sp. sont les plus abondants. Ses grains de pollen sont récoltés durant les cinq premiers mois de l'étude avec un nombre total de 112 GP et une quantité maximale de 62 GP enregistrée pendant le mois de mars (**Fig. 33**).



**Figure 33: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Fabaceae**

- **Les Liliaceae**

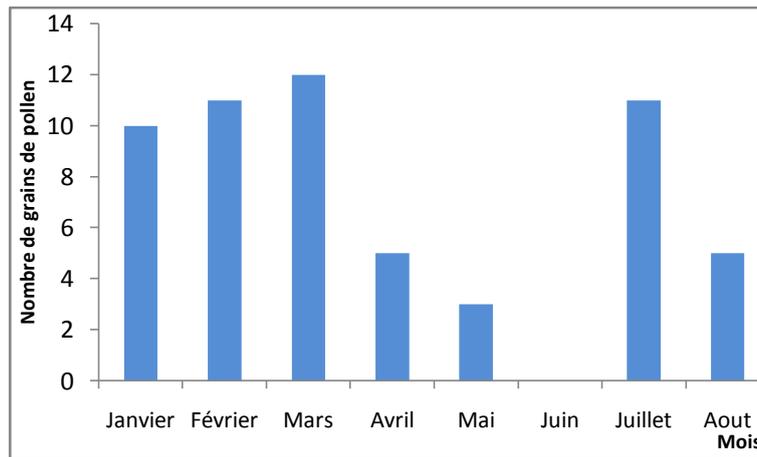
Les Liliaceae sont une vaste famille de 200 genres, elles se rencontrent sous tous les climats, mais peu de genres ont une aire de dispersion étendue. La plus part des Liliaceae sont des herbacées vivaces par rhizomes ou des bulbes. Le critère le plus distingué chez les Liliaceae est les fleurs hermaphrodites et la pollinisation entomophile typique (**Deysson, 1967**). Cette famille est représentée dans nos sites étudiés par un seul taxon (*Lilium* sp.), 22 GP ont été récoltés avec un maximum de 12 GP noté pendant le mois de février (**Fig. 34**). Certaines espèces sont considérées comme allergisantes, des manifestations pathologiques ont été enregistrées chez les personnes sensibles aux pollens des Liliaceae (**Halse (1984) ; Cadot et al., 2001**).



**Figure 34: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Liliaceae**

- **Les Myrtaceae**

Ce sont généralement des arbres ou des arbustes moins souvent des plantes herbacées aux feuilles opposées, simples et aromatiques. Les fleurs régulières et hermaphrodites, habitent généralement l’Australie et les régions tropicales. La plus part des espèces secrètent des essences spécifiques dans des poches sécrétrices, ces substances ont un grand intérêt médicale (**Dupont et Guignard, 2012**). Les Myrtaceae sont bien représentée par l’*Eucalyptus* qui est réputé par son pouvoir allergisant faible. Durant la période d’étude, deux taxons ont été identifiés: *Eucalyptus rudus* et *Myrtus comminus*. Le nombre total de ses grains de pollen récolté a atteint 57 GP avec un maximum de 12 GP enregistré pendant le mois de mars (**Fig.35**).

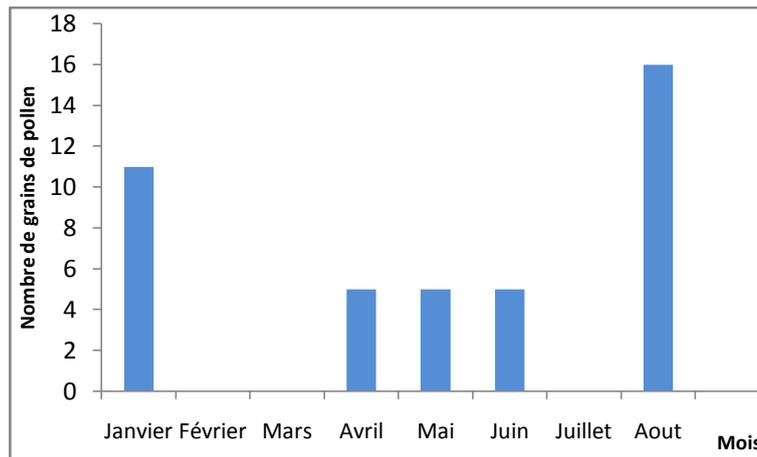


**Figure 35: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Myrtaceae**

- **Les Plantaginaceae**

Elles comprennent 3 genres et 250 espèces, c'est une famille cosmopolite constituée d'herbes vivaces ou annuelles parfois plantes ligneuses ; à feuilles souvent en rosettes et inflorescences en épis ou en capitules. Les fleurs sont actinomorphes, généralement bisexuées et rarement unisexuées (**Gaussen *et al.*, 1982**). Dans nos sites étudiés, une seule espèce appartenant à cette famille a été identifiée: *Plantago lanceolata*. Le nombre total de ses grains de pollen recensé est de 42 GP dont 16 GP comme nombre maximal enregistré durant le mois d'aout (**Fig. 36**).

Certains auteurs ont rapporté les Plantaginaceae parmi les taxons responsables de manifestations allergiques (**Iglisias-Otero *et al.*, 2014**). De même **Ranea Arroyo (2002)**, a classé le *plantago* comme la troisième plante herbacée impliquée dans le déclenchement de la pollinose en Barcelone (Espagne) après *Parietaria* et *Artemisia*. Dans le sud Européen, plusieurs études ont démontré que le pollen du *Plantago* augmente les risques allergiques chez les patients atteints de pollinose (**Garcia-Ortiz *et al.*, 1995 ; Feo Brito *et al.*, 1998**).



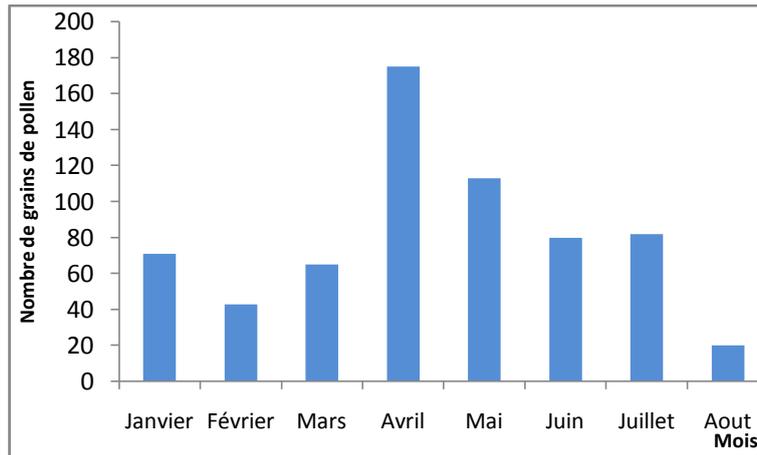
**Figure 36: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Plantaginaceae**

- **Les Poaceae**

Elles comprennent des plantes herbacées, annuelles ou vivaces, de quelques centimètres à quelques mètres de hauteur, un pouvoir remarquable de multiplication permet aux Poaceae d’occuper le terrain et de constituer des formations souvent denses et presque pures. Elles sont développées sous les climats semi-arides d’une part et les climats très froids d’autre part. Cette famille est caractérisée par une structure très particulière de son appareil végétatif et floral (**Ozenda, 2000**).

Nous avons pu identifier neuf taxons appartenant aux Poaceae dont *Phragmite australis*, *Poa* sp. et *Triticum sativum* sont les plus représentés. La quantité de pollen recensée est considérée importante (649 GP), Le nombre maximal est de 175 GP enregistré au mois d’avril (**Fig. 37**). Certains auteurs ont rapporté l’abondance du pollen des poaceae dans différentes régions du monde (**Garcia- Mozo et al., 2006 ; Hadj Hamda et al., 2016 ; Tossou et al., 2016 ; Tchabi et al., 2017**).

Le pollen des Poaceae est considéré comme une importante source d’allergènes, substances responsables d’environ 50% des cas d’allergie respiratoire en France (**Gorenflot, 1983**). L’étude de **D’amato (1998)**, sur le pollen allergénique a montré que le pollen des Poaceae est la cause la plus importante des pollinoses dans le bassin méditerranéen.

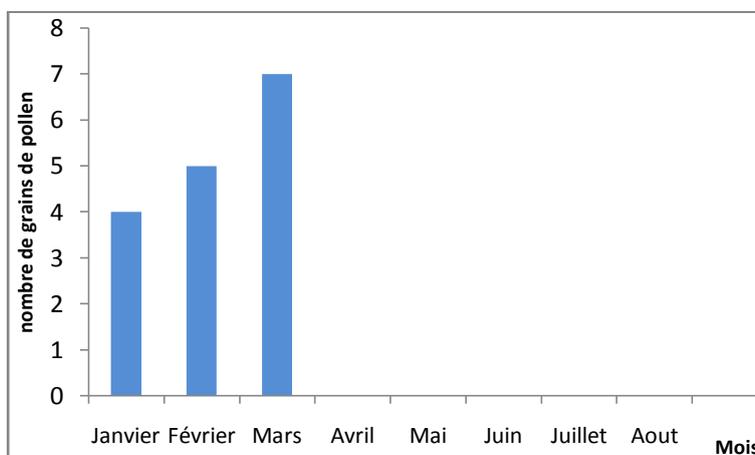


**Figure 37: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Poaceae**

- **Les Ulmaceae**

Les espèces appartenant à cette famille sont des arbres à feuilles caduques, largement distribuées dans l’hémisphère nord, en particulier dans les régions tropicales et subtropicales. Les Ulmaceae comprennent 150 espèces, ses fleurs sont généralement hermaphrodites ou unisexuées. Le fruit est caractéristique des Ulmaceae ; est une samare ailée ce qui favorise leur dispersion à de grandes distances (**Gaussen et al., 1982**). Dans nos sites étudiés, cette famille est représentée par *Ulmus* sp., son pollen est moins abondant, le nombre total a atteint 16 GP avec un maximum de 7 GP noté pendant le mois de mars (**Fig. 38**).

Les Ulmaceae sont comptées parmi les plantes allergisantes, son pollen contient des allergènes, qui sont la cause principale des rhumes des foins (pollinoses) (**Wodehouse, 1971**). De plus, **Gioulekas et al. (2004)**, ont cités le pollen des Ulamceae parmi ceux impliqués dans le déclenchement de l’allergie respiratoire dans le monde.



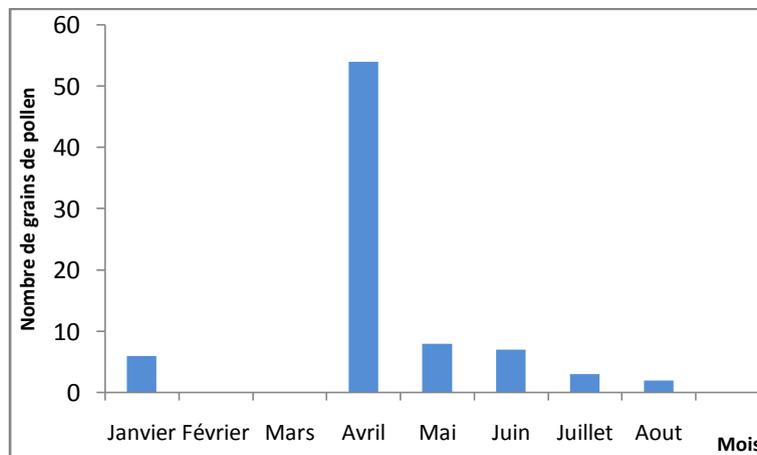
**Figure 38: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Ulmaceae**

- **Les Asteraceae**

C'est la plus vaste famille des spermaphytes, avec plus de 1000 genres et 13000 espèces. Elles se rencontrent dans toutes les contrées et particulièrement les régions tempérées et froides. Ce sont généralement des herbes annuelles ou vivaces; les espèces ligneuses sont rares. Les fleurs sont toujours réunies en inflorescence en forme de capitules qui peuvent être solitaires et terminaux, elles sont hermaphrodites, unisexuées et des fleurs stériles. La pollinisation est typiquement entomophile (**Deysson, 1967**).

Les Asteraceae sont représentées dans le spectre aéropollinique de la zone étudiée par cinq taxons dont *Helianthus annuus* est le plus abondant. Nous avons récolté 80 GP avec 54 GP comme nombre maximal enregistré pendant le mois d'avril (**Fig. 39**).

Certaines espèces d'Asteraceae sont considérées comme allergisantes, le pollen de l'Ambroisie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) est très agressif et caractérisé par un pouvoir allergisant très fort (**Thibaudon, 2000**). Quant à l'Armoise (*Atemisia vulgaris* L.), elle est dotée d'un pouvoir allergisant moyen à élevé (**Thibaudon, 2012**).



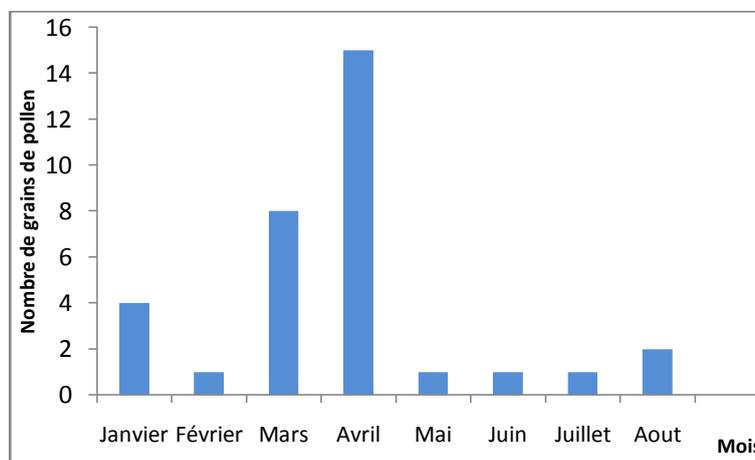
**Figure 39: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Asteraceae**

- **Les Fagaceae**

Elles comptent des centaines d'espèces, la majorité habite les montagnes tempérées et subtropicales de l'est de l'Asie (**Ozenda, 2000**). Les Fagaceae sont principalement des arbres ou arbustes à feuilles caduques ou persistantes, les fleurs unisexuées ou hermaphrodites. Les fleurs mâles en chatons pendants ou en têtes ou solitaires et les fleurs femelles solitaires ou

groupées en nombre de deux ou trois fleurs, la pollinisation est mixte: entomophile et anémophile (**Gaussen et al., 1982**). Cette famille est représentée par deux taxons: *Quercus* sp. et *Castanea* sp.. Le nombre total de ses grains de pollen recensé a atteint 33 GP avec 15 GP comme quantité maximale enregistrée durant le mois d'avril (**Fig. 40**).

Les Fagaceae font partie des familles pouvant causer des réactions allergiques. Lord d'une étude menée sur l'allergie au pollen d'arbres en Alsace (France), **Grilliat et al. (1977)**, ont montré que les Fagaceae sont impliqués dans le déclenchement de symptômes allergiques précoces, tels que la rhinite saisonnière qui s'accompagne de conjonctivite et de l'asthme bronchique. D'après **Gioulekas et al. (2004)**, le Quercus est considéré parmi les taxons pouvant provoquer des allergies respiratoires dans le monde.



**Figure 40: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Fagaceae**

- **Les Oleaceae**

Les Oleaceae sont toujours des plantes ligneuses, des arbres ou arbustes sarmenteux à feuilles opposées et fleurs régulières, hermaphrodites en général, mais avec des exceptions ; elles sont unisexuées dioïques chez divers *Fraxinus* et polygames chez *Olea europaea*. Cette famille comprend 20 genres et 400 espèces dont 160 pour le genre *Jasminum*, se concentrent généralement dans les régions tempérées et chaudes (**Deysson, 1967**). Dans nos sites étudiés, quatre taxons appartenant aux Oleaceae ont été identifiés. L'espèce la plus représentative de cette famille est *Olea europaea*, son pollen est recueilli en quantités importantes à partir du mois de mars jusqu'au mois de juin. Le nombre total récolté est de 215 GP avec 76 GP comme nombre maximal enregistré pendant le mois de mai (**Fig. 41**). La quantité du pollen émise chaque année par l'Olivier (*Olea europaea*) dépend du rythme biennal de cet arbre,

généralement une année à forte production se succède par une année à faible production (Galan *et al.*, 2001 ; Docampo *et al.*, 2007). En Italie Negrini *et al.* (1987), ont récolté des quantités importantes de pollen des Oleaceae dans l'atmosphère de Gêne, soit 8,5% de la quantité totale recueillie.

Le pollen de l'olivier (*Olea europaea*) est considéré comme l'une des principales causes de pollinose dans la région méditerranéenne (Negrini *et al.*, 1987 ; Rojo *et al.*, 2016). De même Florido *et al.* (1999), ont signalé que le pollen des Oleaceae, principalement l'olivier est à l'origine de la rhinite allergique saisonnière et l'asthme bronchique dans le sud de l'Espagne. Certaines espèces des Oleaceae tels que *Fraxinus excelsior* et *Ligustrum vulgare* sont citées par de nombreux auteurs comme peu allergisantes (Hemmer *et al.*, 2000 ; Carinanos *et al.*, 2002).

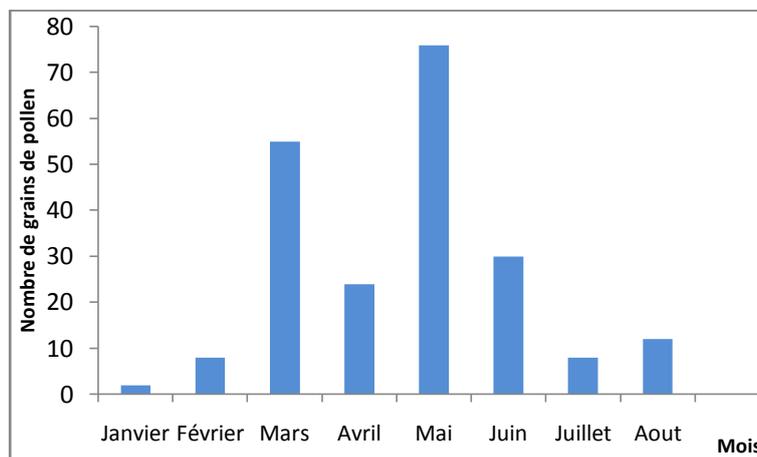
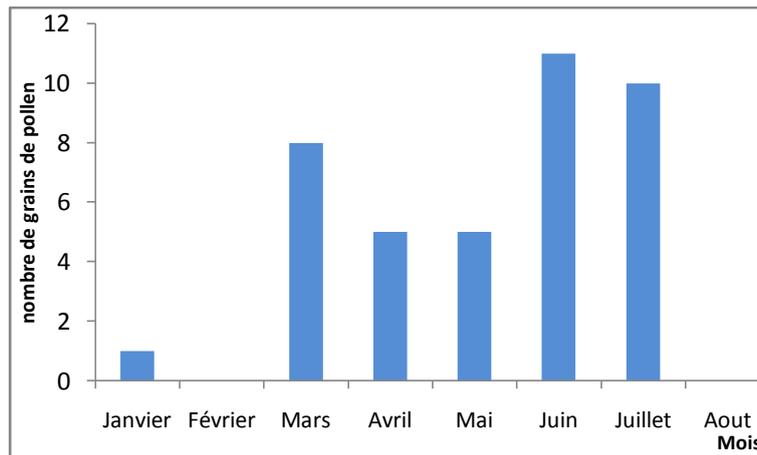


Figure 41: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Oleaceae

- **Les Papaveraceae**

Elles comprennent 820 espèces réparties dans l'hémisphère nord tempéré. Ce sont des herbacées à feuilles isolées, souvent très découpées, les fleurs isolées ou groupées en cymes (Dupont et Guignard, 2012), actinomorphes (rarement zygomorphes), hermaphrodites et l'entomophilie est la plus fréquente chez les Papaveraceae. Les espèces appartenant à cette famille sont souvent pourvues d'un appareil sécréteur de latex, riche en alcaloïdes (Gausson *et al.*, 1982).

L'espèce représentative de cette famille est le *Papaver rhoeas*, le nombre de ses grains de pollen récolté est de 40 GP avec un taux de 11 GP comme nombre maximal enregistré pendant le mois de juin (Fig. 42).

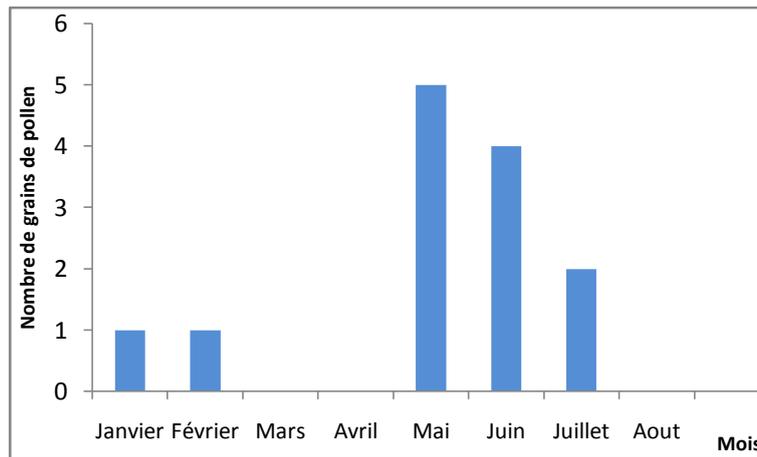


**Figure 42: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Papaveraceae**

- **Les Euphorbiaceae**

Cette famille comprend 6500 espèces dont le genre *Euphorbia* est le plus répandu. L'appareil végétatif des Euphorbiaceae est très diversifié: arbre, arbuste ou plantes herbacées. Les fleurs ont également une structure très variée, mais généralement sont groupées en inflorescences mixtes comprenant les fleurs mâles et les fleurs femelles. Elle est représentée dans toutes les régions du monde, mais surtout dans les zones tropicales et subtropicales (**Dupont et Guignard, 2012**). Les membres de cette famille sont considérés parmi les taxons pouvant causer des réactions allergiques. Certaines études ont montré que l'exposition au pollen de *Mercurialis annua* peut déclencher des symptômes allergiques (**Garcia- Ortega et al., 1992**).

Durant la période de l'étude, nous avons pu identifier deux taxons appartenant à cette famille: *Mercurialis annua* et *Euphorbia* sp. Le nombre total de ses grains de pollen recensé est de 13 GP avec un maximum de 5 GP enregistré pendant le mois de mai (**Fig. 43**).

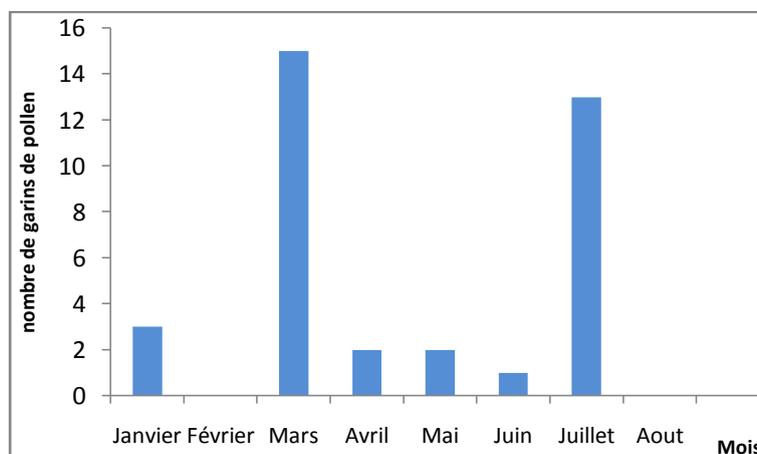


**Figure 43: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Euphorbiaceae**

- **Les Mimosaceae**

Elles comprennent 2500 espèces dont la moitié dans les genres *Acacia* et *Mimosa* ; centrées généralement dans les régions tropicales et subtropicales. L'appareil végétatif des Mimosaceae est très diversifié (arbres, arbustes, lianes ou herbes), les feuilles sont toujours composées et les fleurs généralement actinomorphes, hermaphrodites ou unisexuées, réunies en inflorescences, son pollen est aggloméré en polyades (Gaussen *et al.*, 1982). La pollinisation est typiquement entomophile, mais les polyades sont bien disséminées par le vent (Sell *et al.*, 1993).

Dans notre zone d'étude, les Mimosaceae sont représentées par un seul taxon (*Acacia* sp.), un nombre total de 36 GP a été récolté avec un maximum de 15 GP dénombré pendant le mois de mars (Fig. 44). Certaines Mimosaceae sont considérées comme allergisantes; des cas de rhinite et de conjonctivite ont été enregistrés chez les patients exposés au pollen de *Mimosa* (Souki *et al.*, 2015).

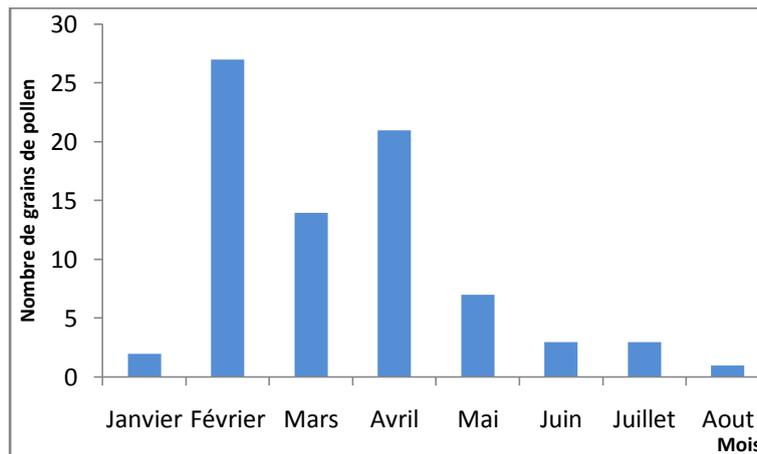


**Figure 44: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Mimosaceae**

- **Les Brassicaceae**

Cette famille comprend 3400 espèces, réparties sur toute l'étendue du globe, mais plus abondantes dans l'hémisphère nord, certaines sont adaptées à des milieux particuliers comme les montagnes et les déserts et présentent une lignification poussée et une surface foliaire réduite. Les Brassicaceae sont principalement des herbes à feuilles isolées et fleurs actinomorphes, hermaphrodites et groupées en grappe très caractéristiques (**Dupont et Guignard, 2012**).

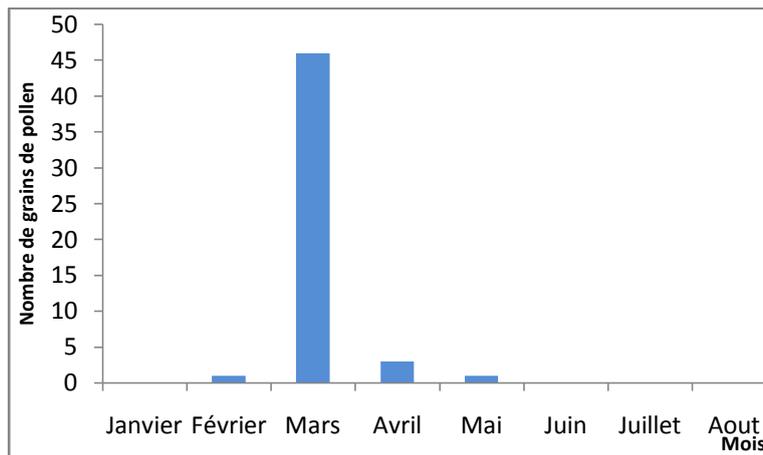
Deux espèces ont été identifiées dans l'atmosphère de nos sites étudiés: *Sinapis arvensis* et *Brassica napus*, cette dernière est la plus abondante. Le nombre total des grains de pollen recensé est de 78 GP avec un taux maximal de 27 GP enregistré durant le mois de février (**Fig. 45**). Le pollen des Brassicaceae est peu abondant dans l'atmosphère de Estepona (Sud de l'Espagne) d'où la quantité moyenne enregistrée durant trois années consécutives (1995, 1996, 1997) est de 58 GP (**Recio et al., 2006**). Cette famille est considérée par certains auteurs comme étant peut allergisante (**Peternel et al., 2005**).



**Figure 45: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Brassicaceae**

- **Les Lamiaceae**

La majorité des Lamiaceae sont des herbes vivaces ou arbustes, très rarement arbres. Elles comprennent 3000 espèces, habitent toutes les régions, mais principalement les régions méditerranéennes. Les feuilles simples à poils sécréteurs aromatiques et les fleurs zygomorphes, hermaphrodites ou unisexuées ; le mécanisme de pollinisation est très variés: entomophiles, anémophiles et même ornithophiles (**Gaussen et al., 1982**). Cette famille est bien représentée par une seule espèce: *Lavandula angustifolia* qui est abondante pendant le mois de mars. Le nombre total de ses grains de pollen récolté est de 51 GP, le maximum dénombré est de 46 GP noté pendant le mois de mars (**Fig. 46**).



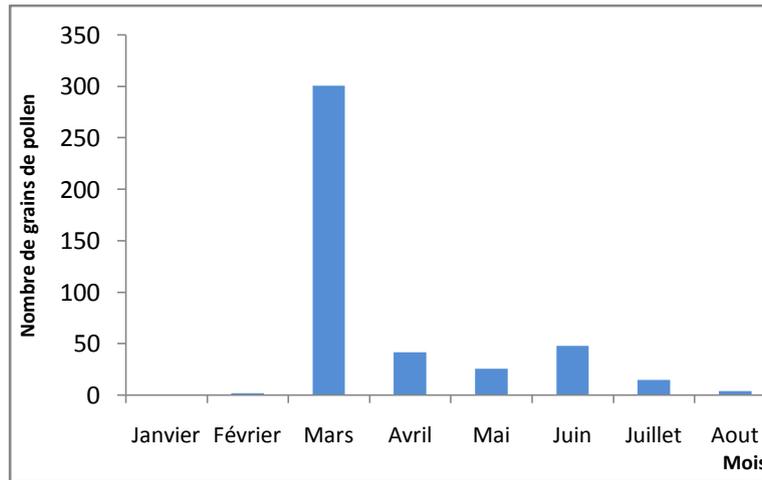
**Figure 46: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Lamiaceae**

- **Les Pinaceae**

Ce sont des plantes ligneuses, arbres essentiellement ou arbustes, à port conique caractéristique. Il en existe 510 espèces dont le genre *Pinus* est le plus répandu. L'organe reproducteur mâle est constitué par de petits cônes, chacun comporte les étamines ou se développent les grains de pollen. Le cône femelle porte des écailles ovulifère, chacune comprend deux ovules (Dupont et Guignard, 2012).

Cette famille est fortement représentée dans le spectre aéropollinique de la région d'étude, trois taxons appartenant aux Pinaceae ont été identifiés dont *Pinus maritima* est le plus abondant. Le nombre total de ses grains de pollen a atteint les 438 GP avec un maximum de 301 GP enregistré pendant le mois de mars (Fig. 47). Recio *et al.* (2006), ont rapporté l'abondance du pollen de *Pinus* dans l'atmosphère d'Estepona (sud de l'Espagne).

Les Pinaceae sont considérées comme étant peu allergisantes, cette tendance a été signalée par plusieurs auteurs (Harris et German, 1985 ; Negrini *et al.*, 1987).

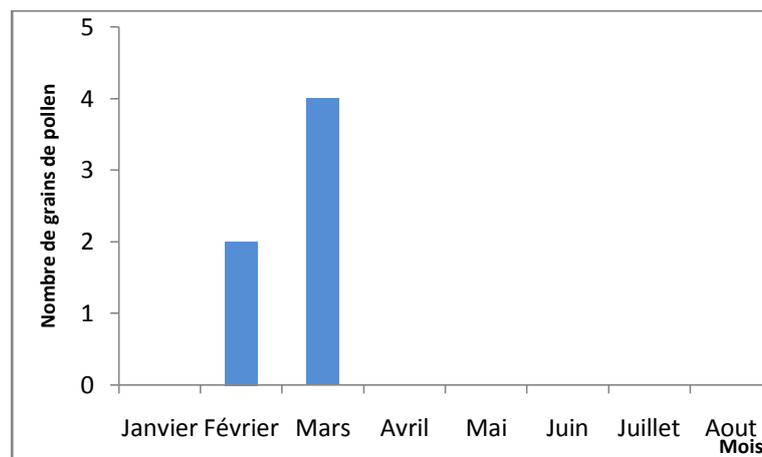


**Figure 47: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Pinaceae**

- **Les Rutaceae**

La plus part des Rutaceae sont des arbres ou arbustes (parfois herbes), à feuilles composées ou simples et les fleurs sont le plus souvent actinomorphes, hermaphrodites et rarement unisexuées. Elles comprennent 900 espèces réparties en 150 genres, se rencontrent généralement dans les régions tropicales et tempérées notamment l’Afrique du sud et l’Australie. Les Rutaceae sont caractérisées par un appareil sécréteur des substances aromatiques spécifiques (**Gaussen et al., 1982**).

Cette famille est faiblement représentée dans l’atmosphère de la zone étudiée, un seul taxon a été récolté: *Citrus* sp., 6 grains de pollen ont été capturés pendant les mois de février et mars, Le maximum est enregistré durant le mois de mars (**Fig. 48**).

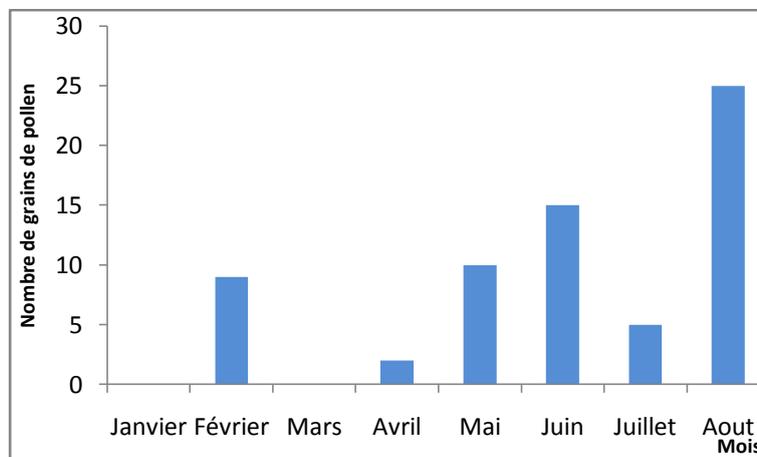


**Figure 48: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Rutaceae**

- **Les Boraginaceae**

Elles sont des herbes ou des arbrisseaux, rarement des arbres, répandus dans toutes les régions tempérées et chaudes, particulièrement dans les régions méditerranéennes. Les espèces de cette famille sont caractérisées par ses feuilles isolées et simples, les inflorescences sont toujours des cymes associées de diverses façons. Les fleurs généralement hermaphrodites et actinomorphes, la pollinisation est exclusivement entomophile (**Deysson, 1967**).

Durant la période de l'étude, deux taxons appartenant à cette familles ont été identifiés: *Borago officinalis* et *Echium vulgare* dont le second est le plus abondant. Le nombre total de ses grains de pollen capturé a atteint 66 GP avec un maximum de 25 GP dénombré pendant le mois d'aout (**Fig. 49**).

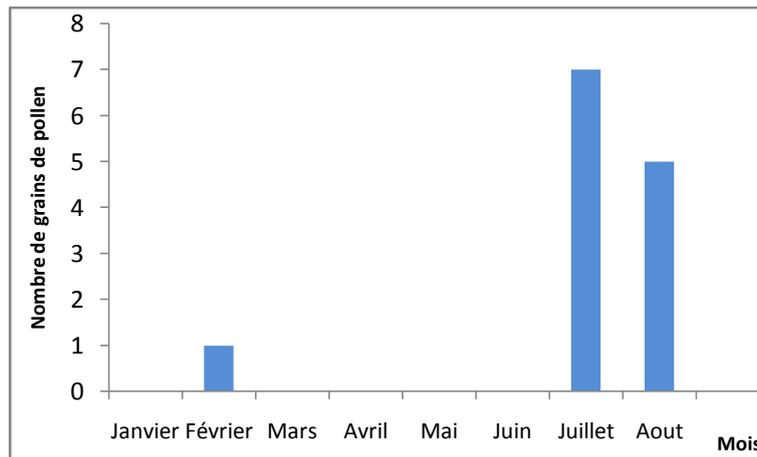


**Figure 49: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Borraginaceae**

- **Les Malvaceae**

Cette famille comprend 5000 espèces, dont 675 appartenant au genre *Hibiscus*; habitent les régions intertropicales, seules quelques espèces se rencontrent dans les régions tempérées et froides comme les mauves. Elles Comprennent des arbres, des arbustes ou des herbes à feuilles simples, les fleurs bisexuées groupés en inflorescences de formes variables et la pollinisation entomophile est la plus fréquente (**Dupont et Guignard, 2012**).

Les Malvaceae sont représentées dans le spectre aéropollinique de la région d'étude par une seule espèce (*Malva sylvestris*), le nombre total de ses grains de pollen est de 13 GP récoltés pendant les mois de janvier, de juillet et d'aout (**Fig. 50**).

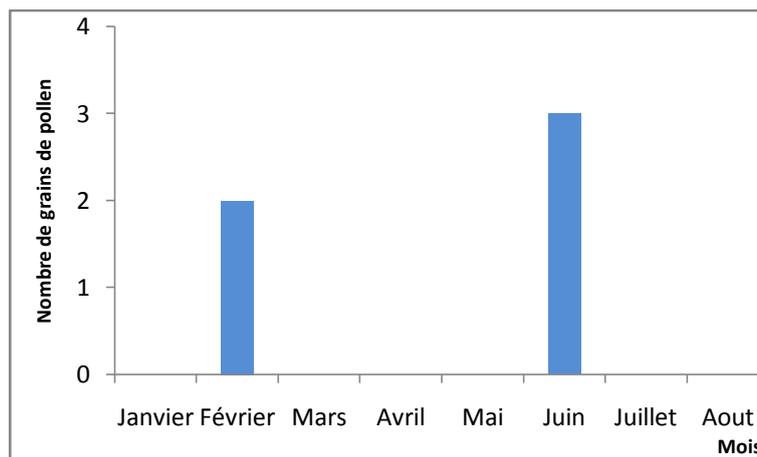


**Figure 50: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Malvaceae**

- **Les Ephedraceae**

L'*Ephedra* est le seul genre de cette famille, il comprend 35 espèces formant des buissons très branchus rampants ou grimpants. Les Ephedraceae occupent généralement les régions tempérées et chaudes; ses feuilles sont minuscules en forme d'écailles, les fleurs sont unisexuées, parfois bisexuées et les inflorescences en formes de cônes mâles et femelles (Gaussen *et al*, 1982).

Cette famille est représentée par un seul taxon (*Ephedra* sp.), son pollen est très peu abondant et récolté uniquement pendant les mois de février et de juin. Le nombre total capturé est de 5 GP avec un maximum de 3 GP recensé pendant le mois de Juin (Fig. 51).

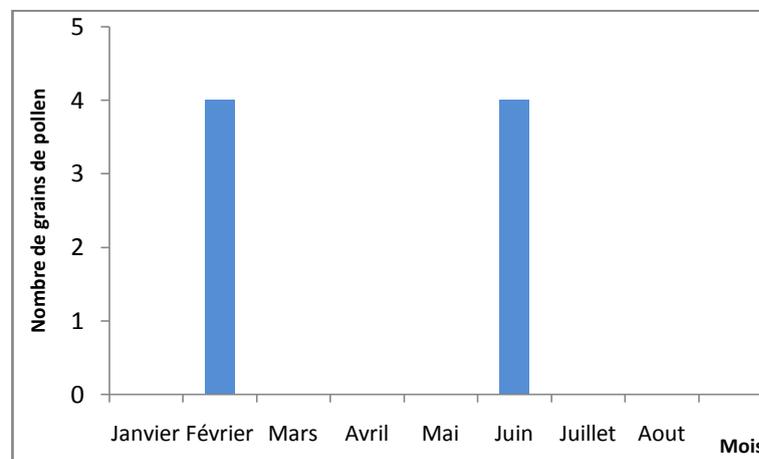


**Figure 51: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Ephedraceae**

- **Les Salicaceae**

Famille de 1200 espèces dont 450 appartiennent au genre *Salix*. Ce sont des plantes ligneuses: arbres, arbustes ou des formes buissonnantes, largement répandues, concentrées généralement dans les régions froides, certaines on les rencontre dans les régions chaudes. Les fleurs disposées en chatons unisexués, pourvus de nectaires et sont pollinisées par les insectes, d'autres espèces sont anémophiles (**Dupont et Guignard, 2012**). Cette famille est faiblement représentée dans le spectre aéropollinique de la zone d'étude, un seul taxon a été récolté (*Salix* sp.) avec un nombre de 8 GP capturé pendant les mois de février et de juin (**Fig. 52**).

Certaines espèces des Salicaceae sont responsables de manifestations allergiques, principalement le saule (*Salix*) et le peuplier (*Populus*). (**Thibaudon, 2012**).



**Figure 52: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Salicaceae**

- **Les Rosaceae**

Elles comprennent entre 2000 à 3000 espèces qui se répartissent en plus de 100 genres. Ces plantes se rencontrent dans toutes les contrées du monde, mais sont abondantes surtout dans les régions tempérées de l'hémisphère nord. Les membres de cette famille sont des arbres, arbustes ou herbes vivaces (ou annuelles) à feuilles simples ou composées, les fleurs sont généralement bisexuées et rarement unisexuées. L'entomophilie est le mode de pollinisation le plus fréquent chez les Rosaceae, mais le vent peut ainsi intervenir dans le cas des plantes à fleurs unisexuées et sans nectar (**Gausсен et al., 1982**).

Cette famille est peu abondante dans nos sites étudiés, trois taxons ont été récoltés: *Rosa* sp., *Rubus* sp. et *Prunus* sp., le nombre total de ses grains de pollen recensé est de 10 GP pendant les mois d'avril et de juillet (**Fig. 53**).

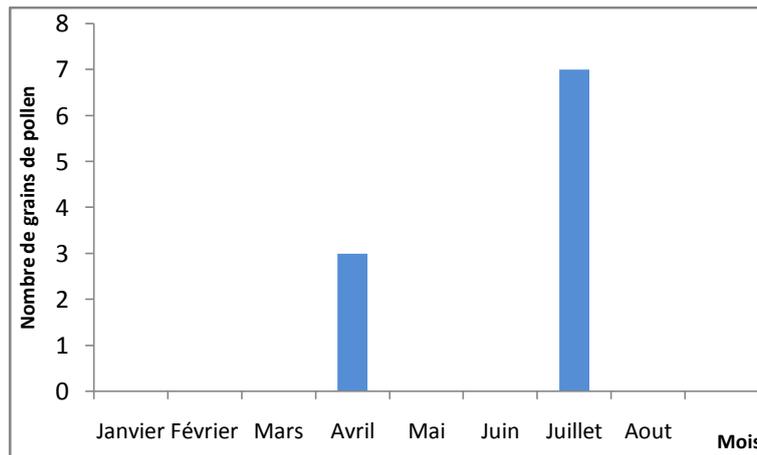


Figure 53: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Rosaceae

- Les Tiliaceae

Cette famille comprend 50 genres et 4800 espèces, localisés principalement dans les régions tropicales, seul le genre *Tilia* est originaire de la zone tempérée. Ce sont des arbres ou arbustes généralement à feuilles caduques ou même des herbacées. Les fleurs généralement bisexuées et rarement unisexuées. Cette famille comprend des espèces d'une grande importance économiques et ornementales (Gaussen *et al.*, 1982).

Les Tiliaceae sont représentées dans nos sites étudiés par un seul taxon (*Tilia* sp.), ses grains de pollen ont été récoltés uniquement pendant le mois d'avril avec un nombre enregistré de 12 GP (Fig. 54). Bien que les Tiliaceae soit des plantes entomophiles, des réactions allergiques provoquées par certaines espèces ont été signalées par certains auteurs (Sell *et al.*, 1993 ; Kazi Tani, 2017).

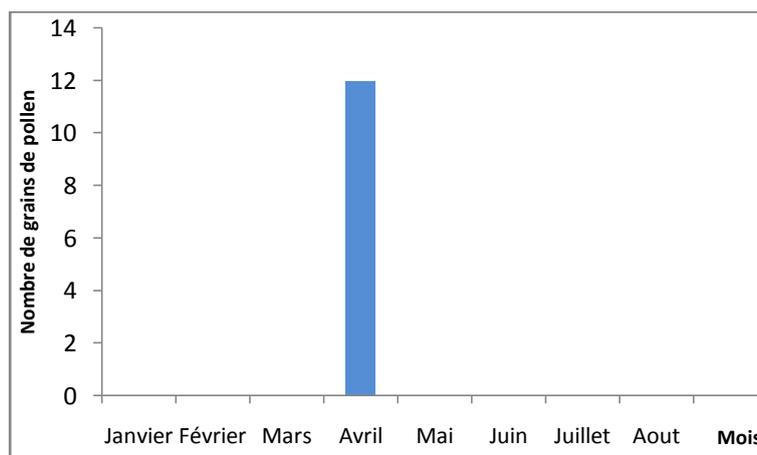
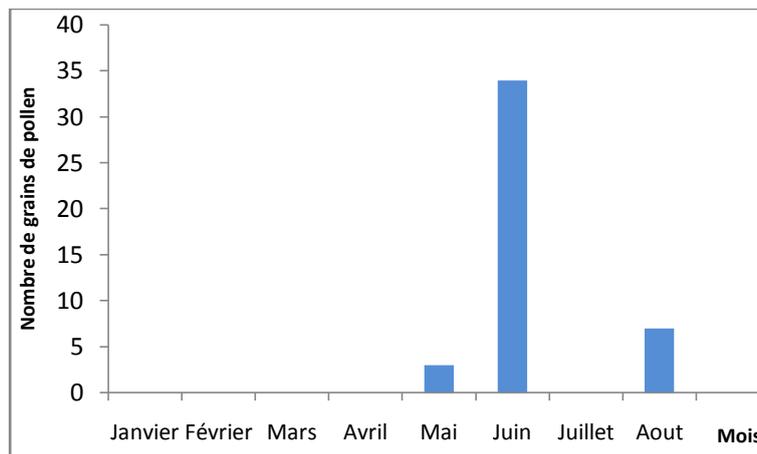


Figure 54: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Tiliaceae

- **Les Urticaceae**

Les membres de cette famille sont des herbacées poussant dans toutes les régions du monde, mais plus encore dans les régions tropicales. Les fleurs sont ordinairement unisexuées, réunies en grappes ou épis. Au moment de l’anthèse, les étamines se redressent brusquement ce qui a pour effet d’assurer la dispersion du pollen (**Crété, 1965**).

Les Urticaceae sont présentes dans l’atmosphère de la région pendant les mois de mai, juin et aout. L’espèce représentative de cette famille est l’*Urtica dioïqua*, le nombre total de ses grains de pollen recensé est de 44 GP et le maximum est de 34 GP enregistré pendant le mois de juin (**Fig. 55**). Certaines espèces des Urticaceae sont responsables de pathologies allergiques. La pariétaire (*Parietaria judaica*) est l’une des principales causes de pollinose connue dans la région méditerranéenne et l’ortie (*Urtica dioïqua*), dont ses allergènes pouvant provoquer des allergies aux personnes de différents âges (**Tiotiu et al., 2016**).



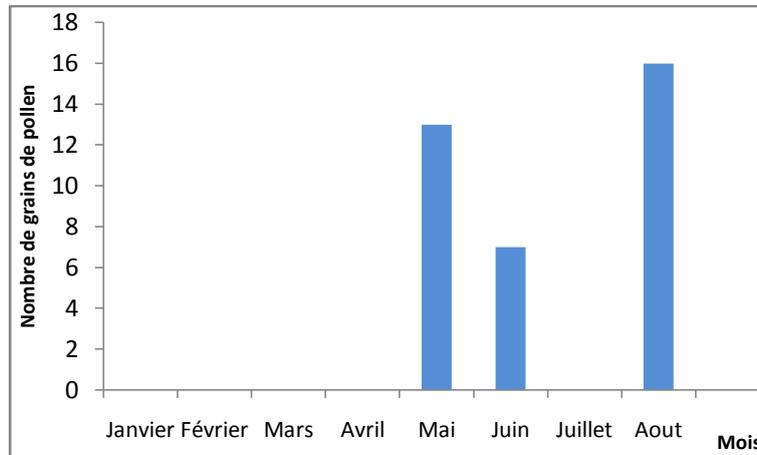
**Figure 55: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Urticaceae**

- **Les Polygonaceae**

Cette famille comprend 1200 espèces, centrée surtout dans les régions tempérées de l’hémisphère Nord. Les Polygonaceae sont généralement des plantes herbacées et rarement ligneuses qui se rencontrent dans les régions tropicales (**Dupont et Guignard, 2012**). Les fleurs sont hermaphrodites ou unisexuées, actinomorphes et la pollinisation est entomophile parfois anémophile (**Gaussen et al, 1982**). Cette famille est représentée par une seule espèce (*Rumex acetosa*) récoltée pendant les mois de mai, de juin et d’aout avec un nombre total de 36 GP et un nombre maximal de 16 GP enregistré pendant le mois d’aout (**Fig. 56**).

Les Polygonaceae sont dont leur majorité des plantes entomophiles, mais l’espèce

*Rumex acetosa* est réputée par sa forte allergénicité, son contenu en allergènes peut provoquer des allergies respiratoires chez les sujet prédisposés (Thibaudon, 2012).

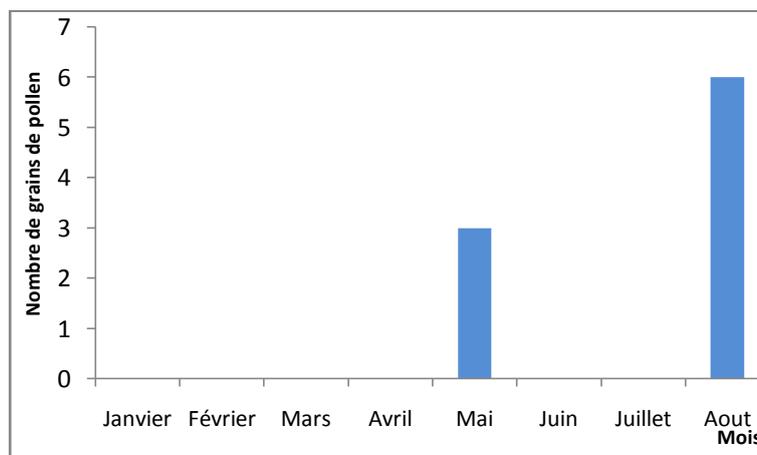


**Figure 56: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Polygonaceae**

- **Les Anacardiaceae**

Elles ont une aire de dispersion plus étendue, extrêmement répandues dans les régions chaudes et tempérées. Ce sont des plantes ligneuses, à feuilles isolées et les fleurs sont actinomorphes, hermaphrodites ou unisexuées. Certaines Anacardiaceae secrètent des oléorésines qui ont beaucoup d'utilisations dans l'industrie (Crété, 1965).

Une seule espèce appartenant à cette famille a été identifiée dans l'atmosphère de notre zone étudiée: *Pistacia lentiscus*, dont le nombre de ses grains de pollen récolté est de 9 GP durant les mois de mai et d'aout (Fig. 57).

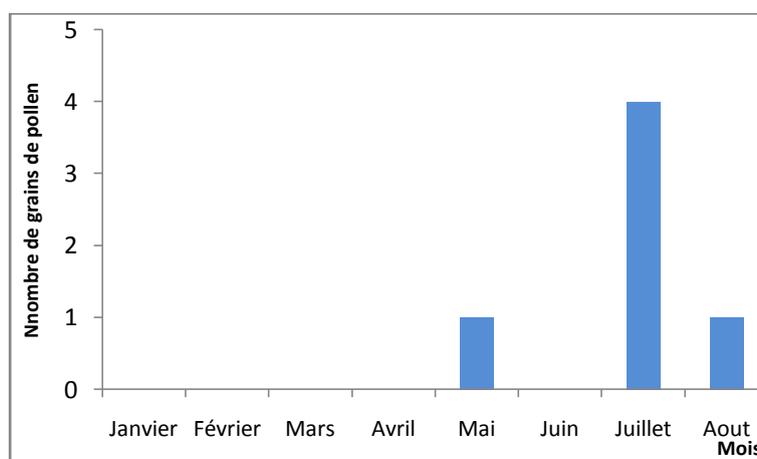


**Figure 57: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Anacardiaceae**

- **Les Typhaceae**

Cette famille comprend un seul genre (*Typha*) et 10 espèces, occupant principalement les zones tempérées et tropicales. Les espèces des Typhaceae sont des herbes vivaces, ont des feuilles distiques, des inflorescences en épis ou capitules et des fleurs unisexuées. La pollinisation est typiquement anémophile et le pollen se libère dans l'atmosphère sous forme de tétrade (Gaussen *et al.*, 1982).

L'espèce représentative de cette famille est *Typha angustifolia*. Un nombre total de 6 GP a été récolté dont 4 GP comme nombre maximal enregistré pendant le mois de Juillet (Fig. 58).

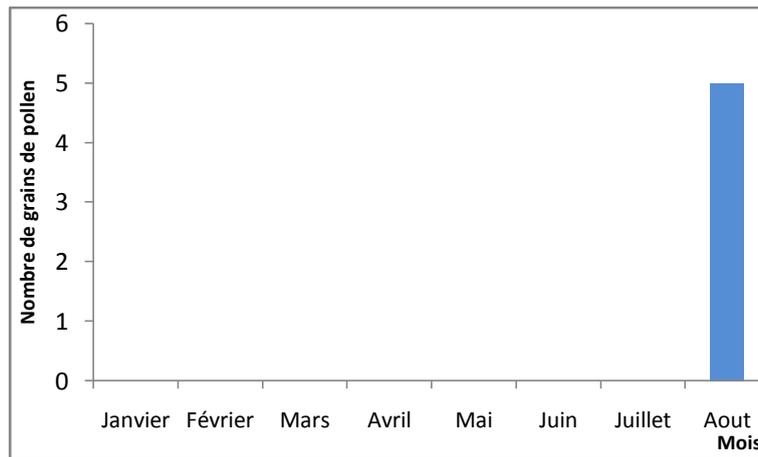


**Figure 58: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Typhaceae**

- **Les Araliaceae**

Ce sont des arbres ou des arbustes des pays chauds (Ozenda, 2000), elles comprennent environ 60 genres. Les Araliaceae sont presque toujours des plantes ligneuses qui peuvent être grimpantes. Les feuilles sont isolées et les inflorescences sont en forme d'ombelle, d'épi ou de capitule. Les fleurs sont hermaphrodites et actinomorphes. La présence des canaux sécréteurs est toujours un caractère distinguant des Araliaceae (Crété, 1965). Durant la période d'étude, une seule espèce a été récoltée: *Hedera helix*, uniquement 5 GP ont été capturés pour cette famille pendant le mois d'aout (Fig. 59).

Les Araliaceae font partie des plantes pouvant causer des réactions allergiques. Plusieurs travaux ont avéré que l'espèce *Hedera helix* possède un allergène responsable de dermatites de contact (Yesudian et Franks, 2002 ; Ozdemir *et al.*, 2003 ).



**Figure 59: Quantité pollinique mensuelle récoltée de la famille des Araliaceae**

### 1. 2. Pourcentage pollinique des familles les plus abondantes

La méthode gravimétrique utilisée pour capter le pollen atmosphérique de la région de Guelma a mis en évidence la présence de 33 familles végétales dont les plus abondantes sont: Les Cupressaceae comptent à elles seules, 755 GP soit 22,55%, les Poaceae comptent un nombre de 649 GP soit 19,38% , les Pinaceae avec un nombre de 438 GP soit 13,08%, les Ericaceae ont enregistré 258 GP soit 7,70%, les Oleaceae comptent 215 GP soit 6,42%, les Betulaceae ont dénombré 127 GP soit 3,79% , les Fabaceae ont compté 112 GP soit 3,34%, les Asteraceae, leur nombre a atteint 80 GP soit 2,38% et les Brassicaceae avec 78 GP soit 2,32%, le reste des familles, Leur nombre de grains pollen enregistré est situé entre 66 GP pour les Borriginaceae (1,97%) et 5 GP pour les Ephedraceae et les Araliaceae (0,15%) (**Fig. 60**). L'étude de **Bousquet *et al.* (1984)**, menée sur l'atmosphère pollinique de Montpellier a montré que les quantités polliniques les plus élevées ont été enregistrées pour les Poaceae, les Cupressacae et les Oleaceae. De même, **Negrini *et al.* (1987)**, ont signalé que parmi les taxons présents dans l'atmosphère de Gêne, dominant les Poaceae, les Cupressacae, les Pinaceae les Oleaceae, les Betulaceae, les Fagaceae, les Urticaceae et les Corylaceae.

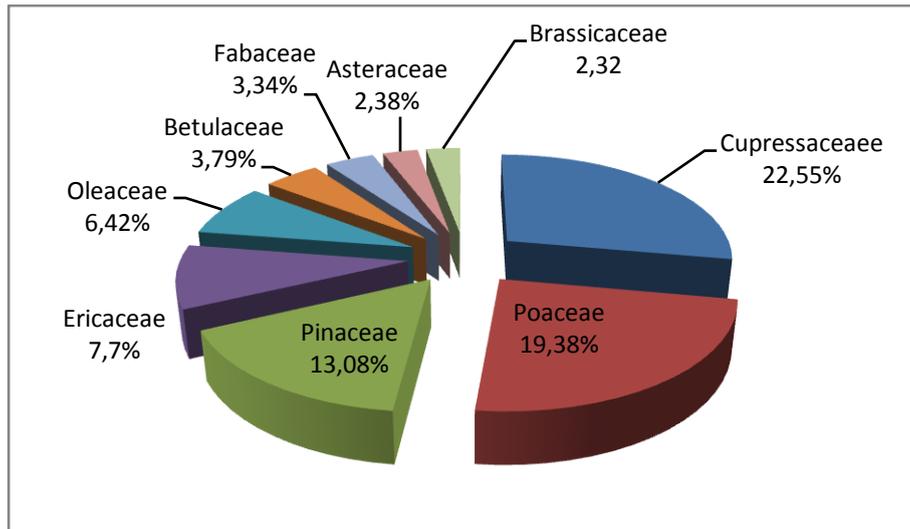


Figure 60: Pourcentage pollinique des familles les plus abondantes

### 2.1. Fréquence pollinique mensuelle des principales familles

En général, les sites étudiés révèlent une fréquence pollinique mensuelle diversifiée, illustrée dans la figure 61 et le tableau 1(annexe). Nous avons noté une présence considérable de différentes familles avec de faibles taux polliniques entre le mois de janvier et février. Pendant le mois de mars le nombre pollinique augmente avec une dominance des Cupressaceae, Pinaceae et des Ericaceae ainsi qu'une apparence des Oleaceae avec une abondance pendant le mois de mai et des Poaceae pendant le mois d'avril. Cette diversité diminue cependant pendant le mois d'aout.

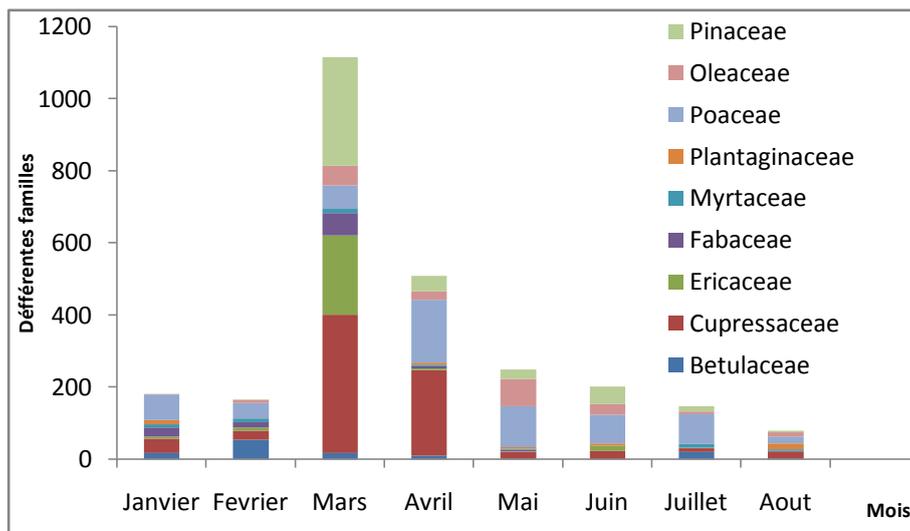
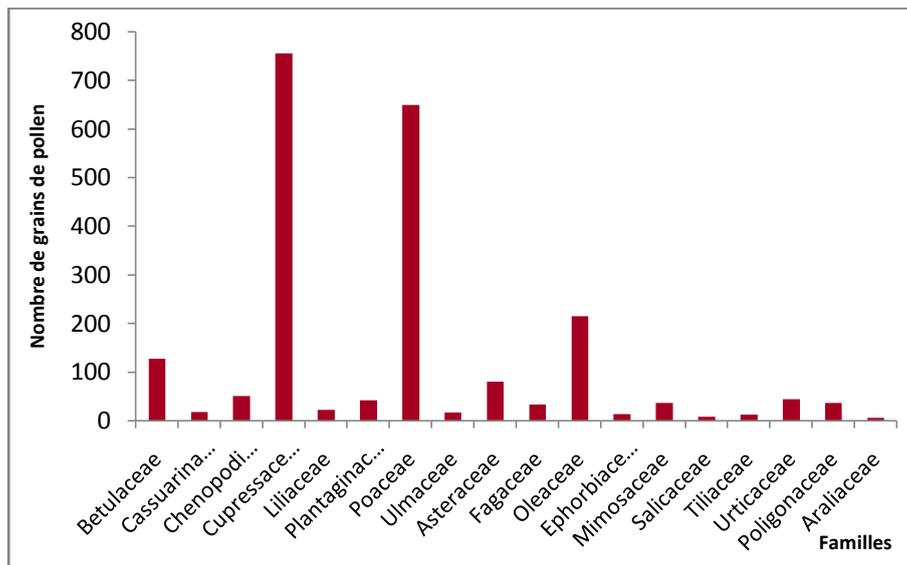


Figure 61: Fréquence pollinique mensuelle des principales familles

## 1.4. Principales familles allergisantes et non allergisantes

### 1.4.1. Principales familles allergisantes

L'exploitation de l'atmosphère pollinique de la ville de Guelma, nous a permis d'identifier dix-huit (18) familles dotées d'un haut potentiel allergisant. Les Cupressaceae viennent au premier rang représentant ainsi la famille la plus abondante (755 GP), suivi des Poaceae (649 GP), des Oleaceae (215 GP), des Betulaceae (127 GP) et des Asteraceae (80 GP). Cependant, le taux des Chenopodiaceae, des Platanaceae, des Urticaceae, des Mimosaceae et des Fagaceae ne dépasse pas 50 grains de pollen (**Fig. 62**). En prenant en considération le facteur temps, on peut remarquer que l'abondance du pollen allergénique est plus élevée pendant les mois de mars et avril avec des taux de 559 GP et 537 GP respectivement.



**Figure 62: Principales familles allergisantes**

### 1.4.2. Principales familles non allergisantes

Pour ce qui est pollen non allergisant, la famille des Pinaceae est la plus répandue (438 GP), suivie de celle des Ericaceae (258 GP), des Brassicaceae (78 GP) et des Boraginaceae (66 GP). Le reste des familles non allergisantes, leur taux de pollen n'a pas dépassé les 57 grains de pollen (**Fig. 63**). Cependant, la quantité du pollen présentant une activité allergénique est de 65%, alors que 35% des familles identifiées ne présentent aucun risque d'allergie par rapport au nombre total récolté (**Fig. 64**).

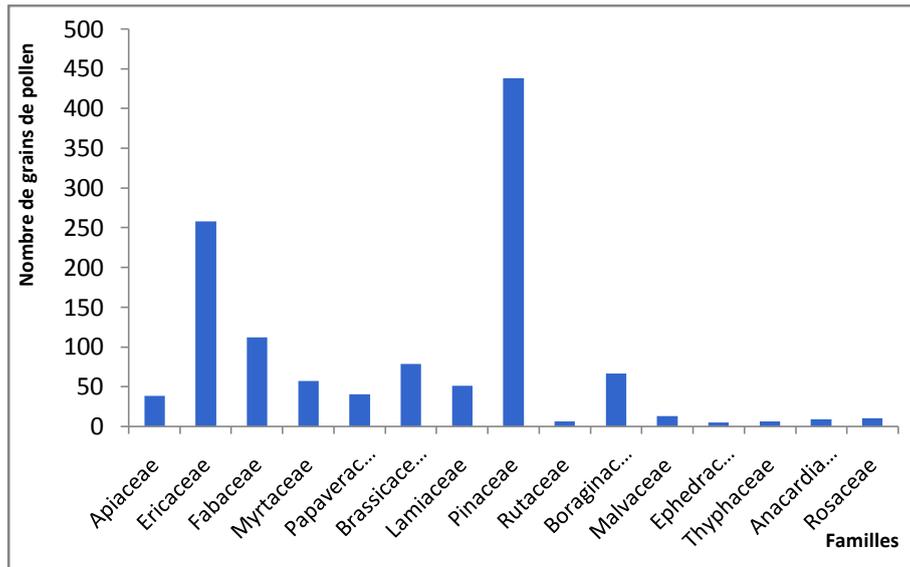


Figure 63: Principales familles non allergisantes

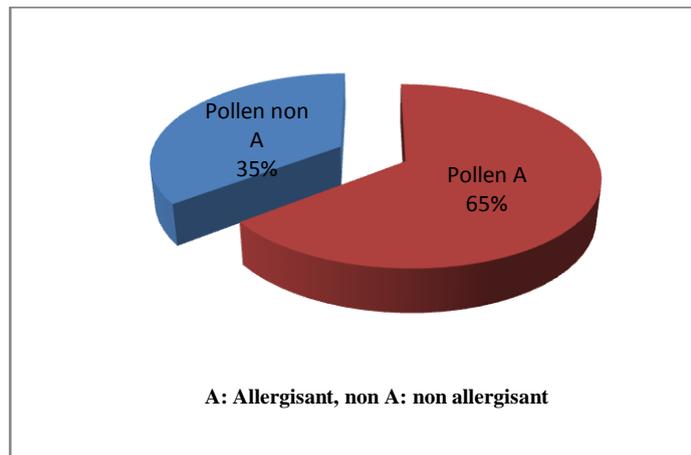
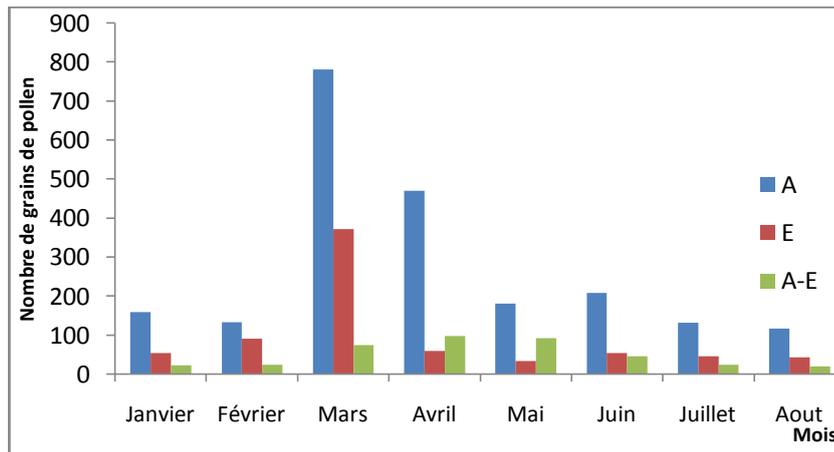


Figure 64: Pourcentage proportionnel des familles allergisantes et non allergisantes

### 1.5. Quantité et pourcentage pollinique du pollen anémophile, entomophile et anémophile-entomophile

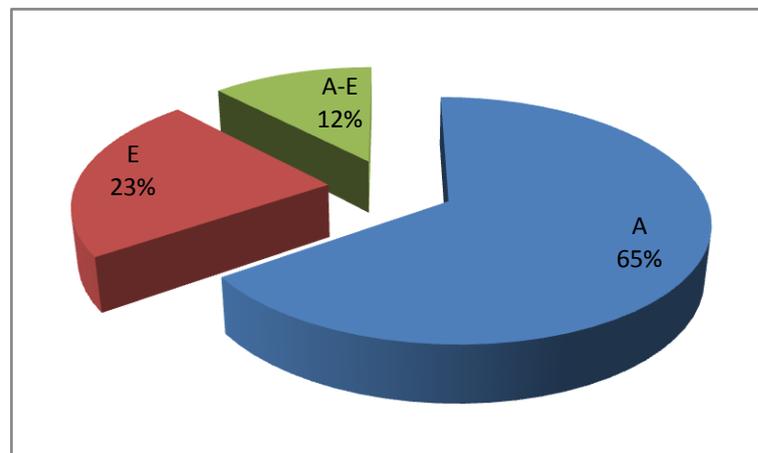
L'allure du graphique ci-dessous montre que les familles présentant un mode de pollinisation anémophile sont les plus abondantes dans nos sites étudiés, ce mode caractérise principalement les Cupressaceae, les Poaceae, les Betulaceae et les Pinaceae. Le taux le plus élevé a été enregistré au mois de mars (782 GP). Quant à la pollinisation entomophile, nous avons pu observer une augmentation dès le mois de février puis elle chute brutalement dès le mois d'avril. Les quantités les plus importantes de pollen entomophiles ont été enregistrées pendant le mois de mars (372 GP), ce mode de pollinisation est le plus répandu chez les Ericaceae, les Fabaceae, les Brassicaceae, les Borraginaceae et les Lamiaceae. Par ailleurs un

nombre important d'espèces, présentant une pollinisation mixte (anémophile et entomophile), ce type est le plus fréquent chez les Oleaceae, les Myrtaceae, les Asteraceae et les Fagaceae. Les quantités recensées ont été importantes pendant le mois d'avril (98 GP) (**Fig. 65**). En effet, la quantité du pollen anémophile récoltée durant tous les mois de l'étude est de 2186 GP (soit 65% de la quantité totale), quant au pollen entomophile, la quantité recensée est de 756 GP (soit 23%) et 406 GP (soit 12%) enregistrée pour le mode de pollinisation mixte (**Fig. 66**).



A: Anémophile, E: Entomophile, A-E: Anémophile-entomophile

**Figure 65: Quantité du pollen anémophile, entomophile et anémophile-entomophile de l'année 2013**



A: Anémophile, E: Entomophile, A-E: Anémophile-entomophile

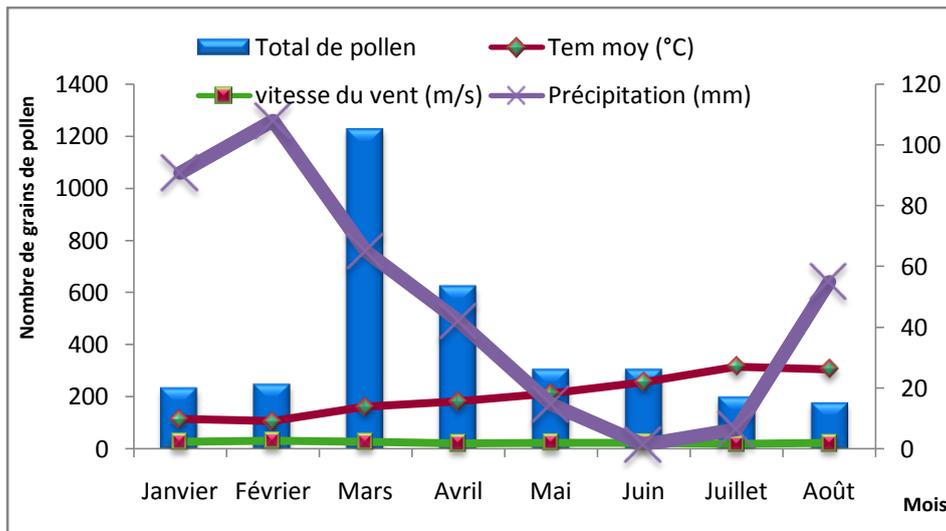
**Figure 66: Taux des grains de pollen anémophile, entomophile et anémophile-entomophile récoltés**

### 1.6. Influence des conditions météorologiques sur le contenu pollinique de l'air

Les conditions climatiques ont un effet direct sur le contenu pollinique de l'air, il est reconnu que la température et l'ensoleillement sont des vecteurs importants de la production et de la dissémination du pollen. Ainsi, une température favorable et un minimum d'ensoleillement sont nécessaires à la production du pollen par une plante. Un temps ensoleillé et des températures élevées favorisent, une fois le pollen libéré sa dissémination par les mouvements d'air provoqué (**Thibaudon et al., 2005**). L'impact de ces facteurs porte donc sur le début de la saison pollinique, sa durée et, lorsqu'elle a commencé sur les quantités de pollens présentes dans l'air (**Besancenot, 2009**).

Selon le graphique ci-dessous (**Fig. 67**), nous pouvons remarquer que la période de collecte qui s'étale du janvier à aout de l'année 2013 présente des variations climatiques notables. En effet, pendant la période hivernale, qui est caractérisée par des températures moyennes relativement basses (janvier: 9,8°C ; février: 9,1 °C) et des taux de précipitations élevées (janvier: 90,7 mm ; février: 107,9mm) ce qui a pour effet de ralentir l'épanouissement des fleurs et la libération du pollen et par conséquent, de faibles quantités du pollen ont été récoltées durant cette période (janvier 237 GP; février 251GP). Tandis que pendant la saison printanière, les températures moyennes commencent à augmenter (mars:13,9°C ; avril: 15,6 °C) et les précipitations se régressent progressivement (mars: 64,9 mm ; avril: 42,0 mm) ce qui traduit par les quantités du pollen comptabilisées pendant cette période, d'où nous avons enregistré les taux les plus élevés aux mois de mars (1229 GP) et d'avril (628 GP), cette période est caractérisée par la forte pollinisation des Cupressaceae et des Pinaceae.

Quant à la vitesse du vent, la valeur moyenne la plus élevée ne dépasse pas 2,6 m/s. Cependant, nos résultats montrent que la quantité la plus importante du pollen a été capturée pendant le mois de mars (1229 GP), d'où nous avons enregistré une moyenne de la vitesse de vent de 2,3 m/s. selon **Laaidi et al. (1997)**, il suffit de courants ascendants extrêmement ténus pour maintenir les grains de pollen en suspension dans l'air.



**Figure 67: Quantité du pollen en fonction de la température, les précipitations et la vitesse du vent**

### 1.7. Le calendrier pollinique

Le calendrier pollinique d'une région varie fortement d'une année à l'autre en fonction des conditions climatiques propres à cette région. Il nous a permis de connaître les périodes de pollinisation des principaux pollens présents dans l'air, notamment ceux qui provoquent des allergies respiratoires saisonnières, la date du pic pollinique, son intensité et sa durée (**Beeker et Thibaubon, 1999**).

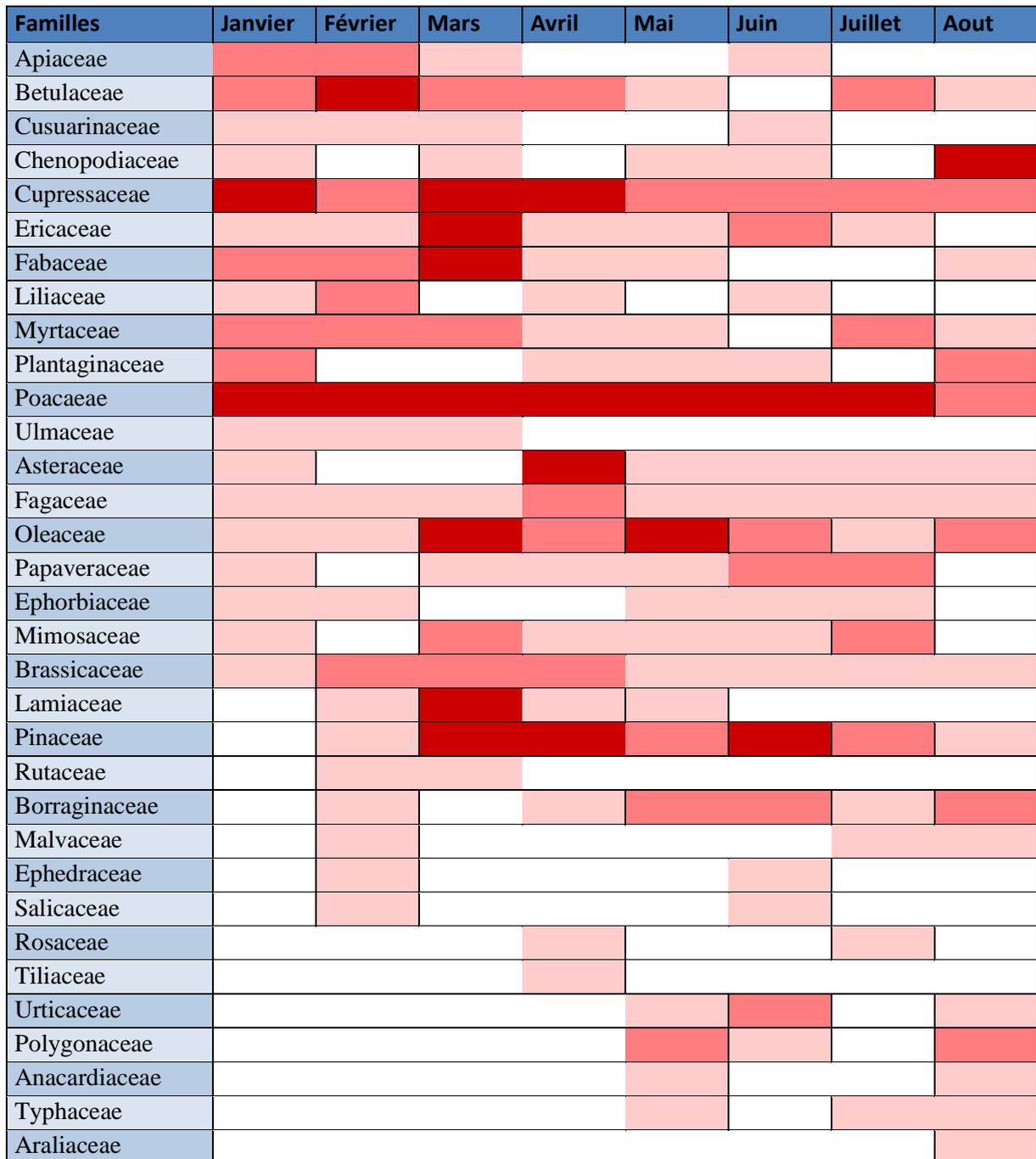
Les données polliniques recueillies à l'aide de la méthode gravimétrique nous ont permis l'établissement du calendrier pollinique de la région de Guelma de janvier à août de l'année 2013 (**Fig. 68**).

La lecture du graphique met en évidence les périodes d'émissions polliniques des différents taxons rencontrés dans l'atmosphère de la région étudiée. Généralement, ce calendrier montre une présence presque continue du pollen pendant toute la période de l'étude, mais avec des variations mensuelles dans les concentrations polliniques de chaque taxon. Cette observation se concorde avec celle de **Negrini et al. (1987)**, lors d'une étude réalisée sur l'atmosphère pollinique de Gênes (Italie) et de **Didier et al. (1988)**, sur l'atmosphère pollinique de Toulouse. Ces auteurs ont signalé la présence continue du pollen durant presque toute l'année dans l'atmosphère de ces régions. Le calendrier pollinique de notre région d'étude est subdivisé en trois principales périodes:

La première période est relativement courte comprend janvier et février, elle est caractérisée par l'émission du pollen d'arbres notamment les Cupressaceae, les Oleaceae, les Betulaceae et les Myrtaceae (*Eucalyptus*), les arbustes principalement les Ericaceae et certaines herbacées comme les Poaceae, les Chenopodiaceae, les Apiaceae, les Fabaceae et les Brassicaceae. Cette période est marquée par de faibles productions polliniques, cela peut être s'expliqué par le nombre faible des espèces à floraison hivernale et aux effets des conditions climatiques sur les émissions polliniques.

Une seconde période, appelée souvent la grande saison pollinique, c'est une période longue débute au mois de mars et se termine au mois de juin, elle est caractérisée par la pollinisation de la plus part des familles représentées (Cupressaceae, Pinaceae, Oleaceae, Betulaceae, Ericaceae, Poaceae et Fabaceae), parmi lesquelles les Cupressaceae sont les plus importants producteurs du pollen, ainsi que les Poaceae qui occupent la deuxième position. Durant cette période, nous avons capturé le pollen de certaines familles moins abondantes telles que les Asteraceae, les Brassicaceae, les Lamiaceae, les Urticaceae et les Polygonaceae. Les quantités les plus importantes du pollen ont été recueillies pendant cette période.

Une troisième période comprend les mois de juillet et d'aout. Durant cette période l'émission pollinique se régresse, en plus des Cupressaceae, Pinaceae, Oleaceae et Poaceae on trouve: les Malvaceae, les Ephedraceae, les Rosaceae, les Typhaceae, et les Araliaceae mais en faibles quantités.



**Figure 68: Calendrier pollinique de la région de Guelma de janvier à aout  
De l'année 2013**

## 1.8. Les espèces végétales identifiées dans l’atmosphère de Guelma

### 1.8.1. La famille des Apiaceae: Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Daucus carota*: Cette espèce a été récoltée durant les trois premiers mois de l’étude avec un nombre total de 31 GP et une quantité maximale de 16 GP enregistrée pendant le mois de février (Fig. 69).

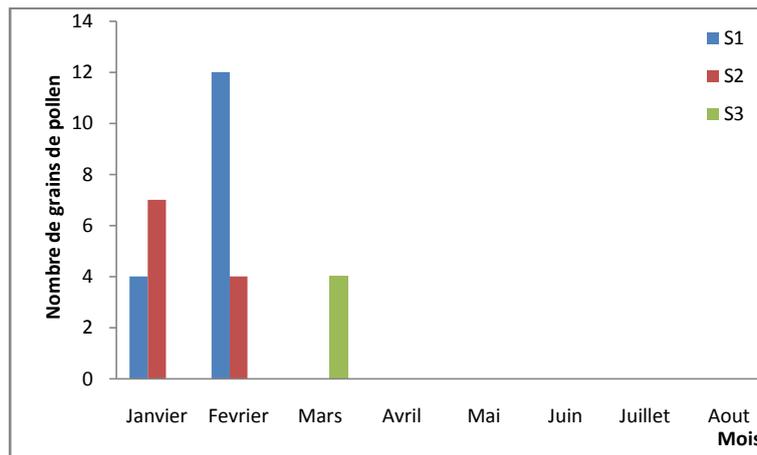


Figure 69: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l’espèce *Daucus carota*

- *Angelica vulgaris*: Ce taxon a été récolté uniquement pendant le mois de juin avec un taux de 7 GP et un maximum de 4 GP enregistré dans le site 3 (Fig. 70).

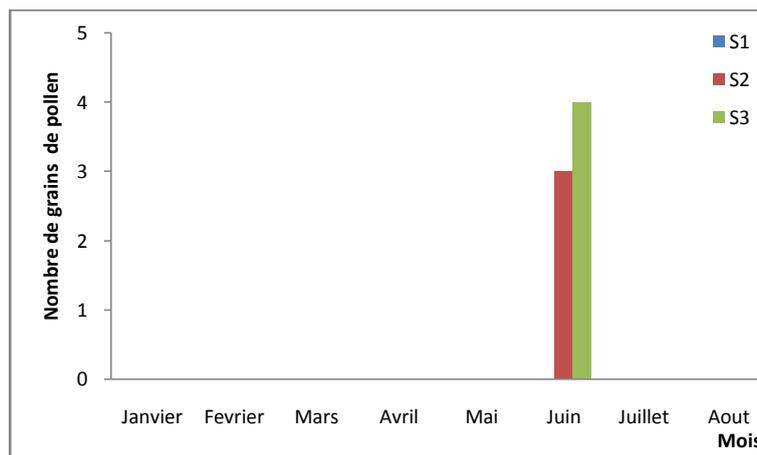
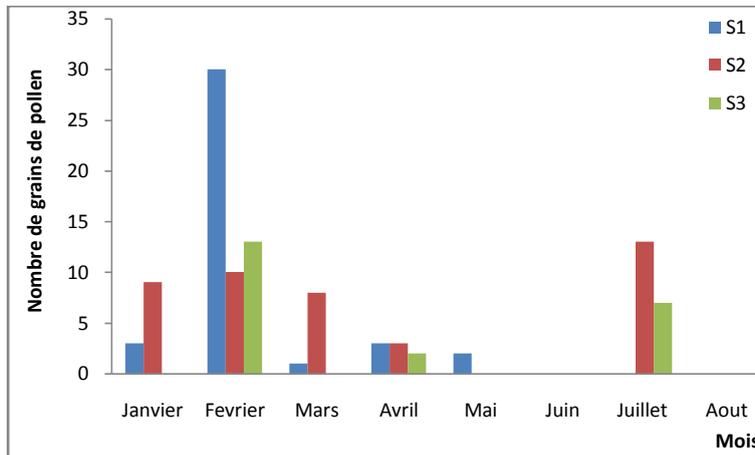


Figure 70: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l’espèce *Angelica vulgaris*

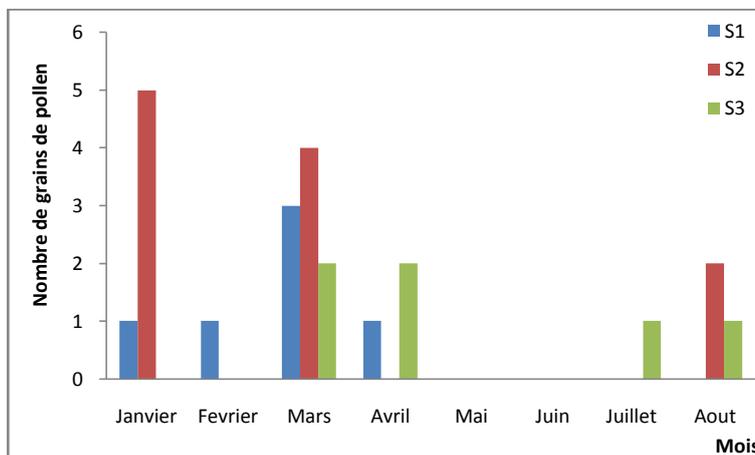
**1.8.2. La famille des Betulaceae:** Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Alnus glutinosa*: Cette espèce a été récoltée durant tous les mois de l'étude excepté les mois de juin et d'aout, avec un nombre total de 104 GP et un maximum de 53 GP noté pendant le mois de février (**Fig. 71**).



**Figure 71: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Alnus glutinosa***

- *Betula sp.*: Le nombre total des grains de pollen récolté pour ce taxon est de 23 GP, le maximum est de 9 GP noté pendant le mois de mars (**Fig. 72**).



**Figure 72: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Betula sp.***

**1.8.3. La famille des Casuarinaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

Le *Casuarina sp.* est l'espèce représentative de cette famille, le nombre total de ses grains de pollen récolté est de 18 GP et un maximum de 9 GP enregistré pendant le mois de janvier (**Fig. 73**).

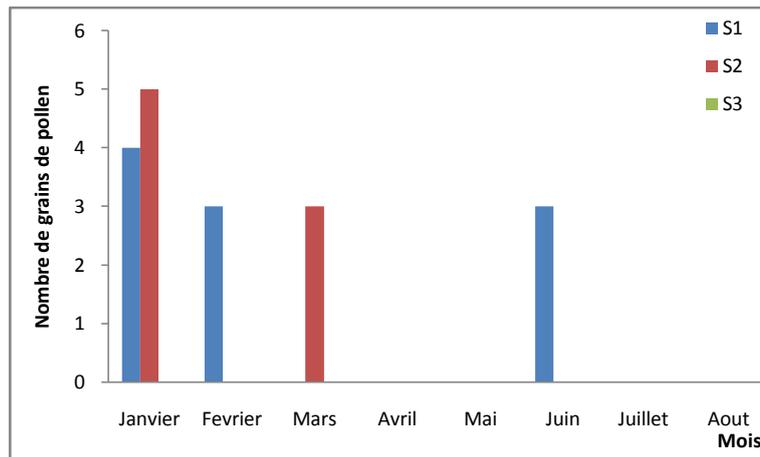


Figure 73: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Casuarina* sp.

**1.8.4. La famille des Chenopodiaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

L'espèce représentative de cette famille est le *Chenopodium album* dont le nombre total de ses grains de pollen récolté est de 50 GP et un maximum de 31 GP noté pendant le mois d'aout (Fig. 74).

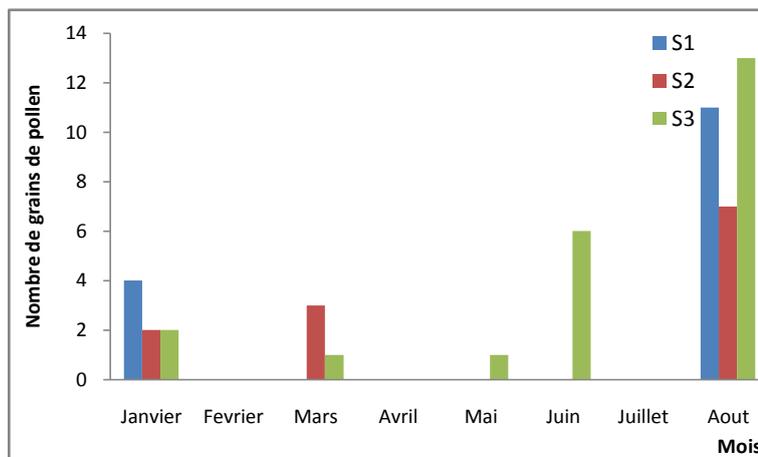
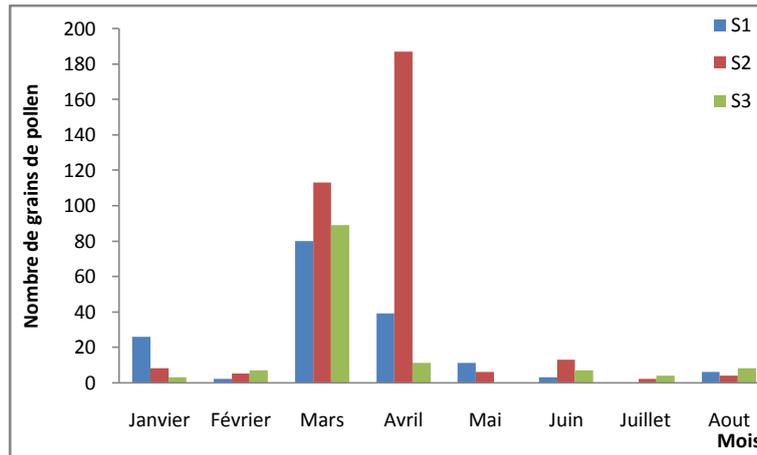


Figure 74: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Chenopodium album*

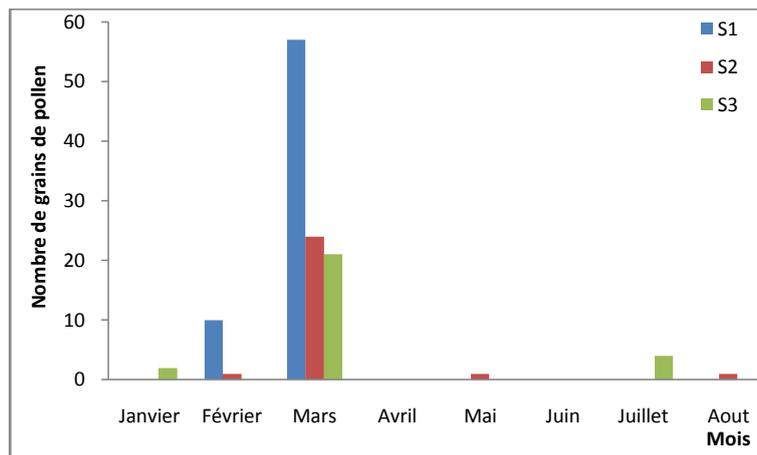
**1.8.5. La famille des Cupressaceae:** Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Cupressus sempervirens*: Cette espèce est fortement représentée dans le spectre aéropollinique des trois sites étudiés, le nombre total de ses grains de pollen récolté a atteint 634 GP avec un maximum de 282 GP enregistré pendant le mois de mars (Fig. 75).



**Figure 75: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Cupressus sempervirens***

- *Juniperus sp.*: Le nombre total des grains de pollen récolté pour ce taxon est de 121 GP. Le maximum est de 102 GP enregistré pendant le mois de mars (**Fig. 76**).



**Figure 76: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Juniperus sp.***

**1.8.6. La famille des Ericaceae:** Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Erica arboria*: Cette espèce a été récoltée durant tous les mois de l'étude excepté le mois d'aout avec un nombre total de 52 GP et une quantité maximale de 23 GP enregistrée pendant le mois de mars (**Fig. 77**).

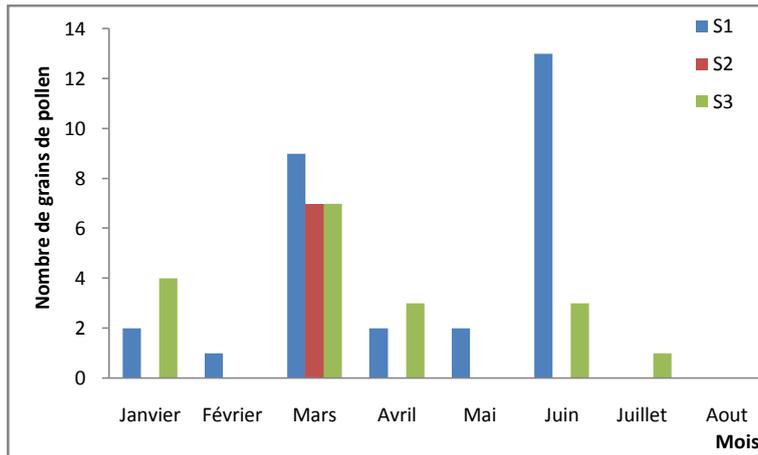


Figure 77: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Erica arboria*

- *Arbutus sp.*: Ce taxon a été récolté uniquement pendant les mois de février et de mars avec un nombre total de 206 GP et un maximum de 196 GP enregistré durant le mois de mars (Fig. 78).

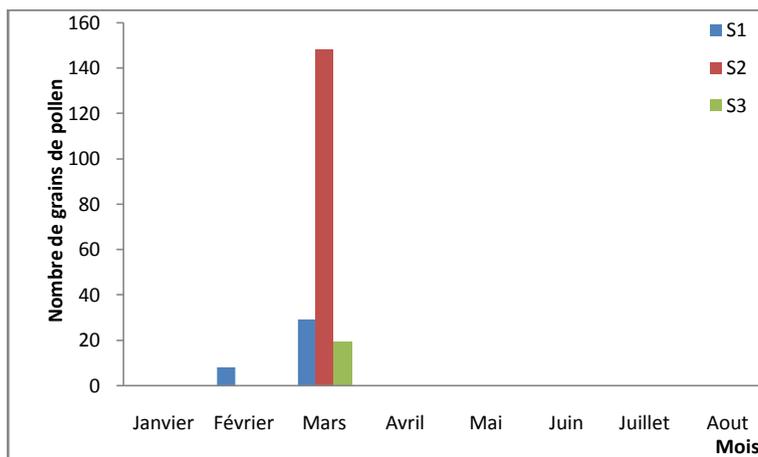


Figure 78: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Arbutus sp.*

#### 1.8.7. La famille des Fabaceae: Cette famille est représentée par six taxons.

- *Robinia pseudoacacia*: Cette espèce est représentée par 9 GP dont 4 GP comme nombre maximal enregistré aux mois de février et de mai (Fig.79).

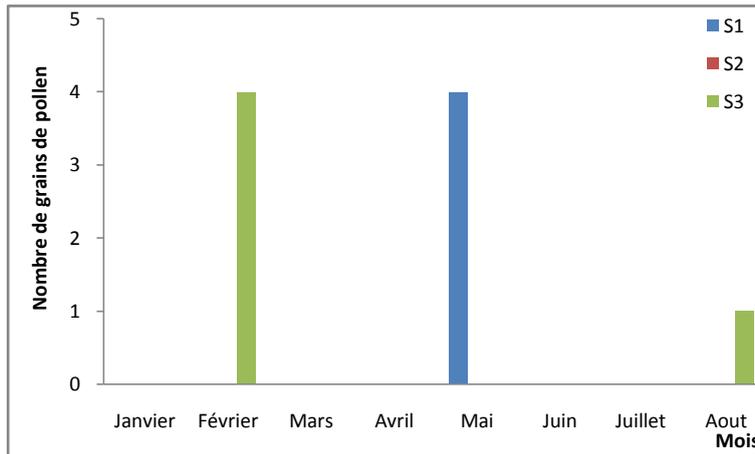


Figure 79: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Robinia pseudoacacia*

- *Melilotus* sp.: Le nombre total récolté pour cette espèce est de 32 GP avec un maximum de 20 GP noté pendant le mois de mars (Fig. 80).

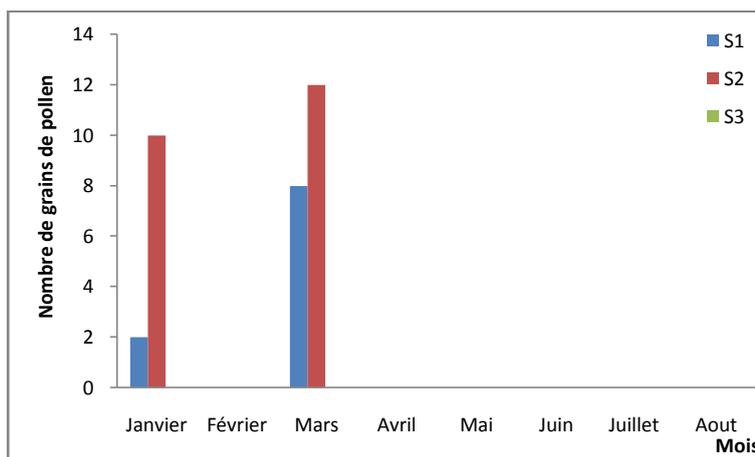
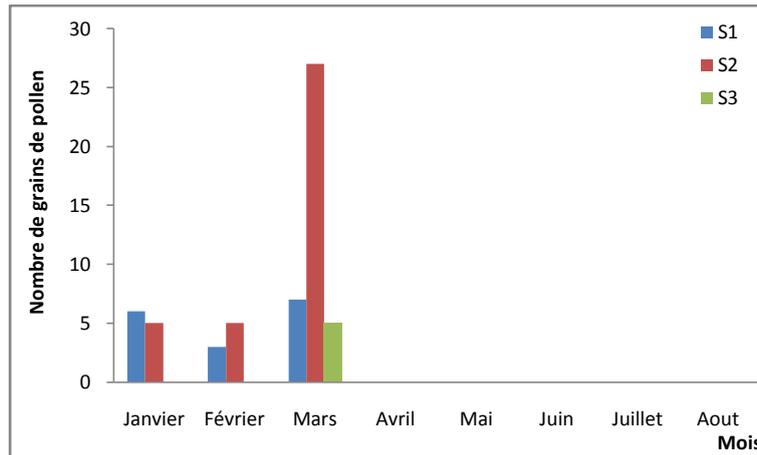


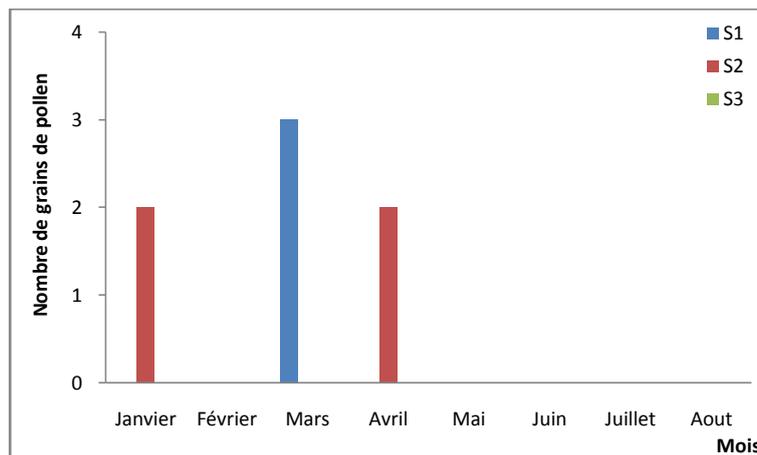
Figure 80: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Melilotus* sp.

- *Trifolium* sp.: Un nombre total de 58 GP a été récolté pour ce taxon avec un maximum de 39 GP enregistré pendant le mois de mars (Fig. 81).



**Figure 81: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Trifolium sp.***

- ***Vicia sp.***: Ce taxon est faiblement représenté dans le spectre aéropollinique des trois sites étudiés avec un total de 7 GP récolté (**Fig. 82**).



**Figure 82: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Vicia sp.***

- ***Lathyrus sp.***: Cette espèce a été récoltée uniquement pendant le mois de février. Le nombre recensé est de 3 GP (**Fig. 83**).

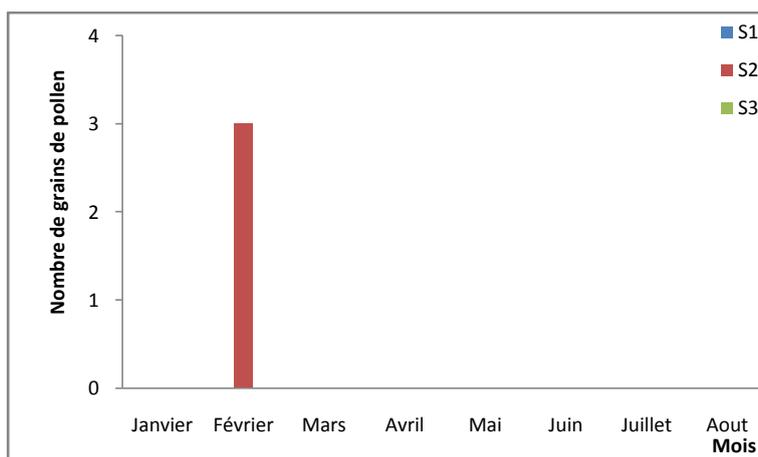


Figure 83: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Lathyrus sp.*

- *Ceratonia siliqua*: Cette espèce est faiblement représentée dans le spectre pollinique de la région d'étude. Le maximum dénombré est de 3 GP pendant le mois d'avril (Fig. 84).

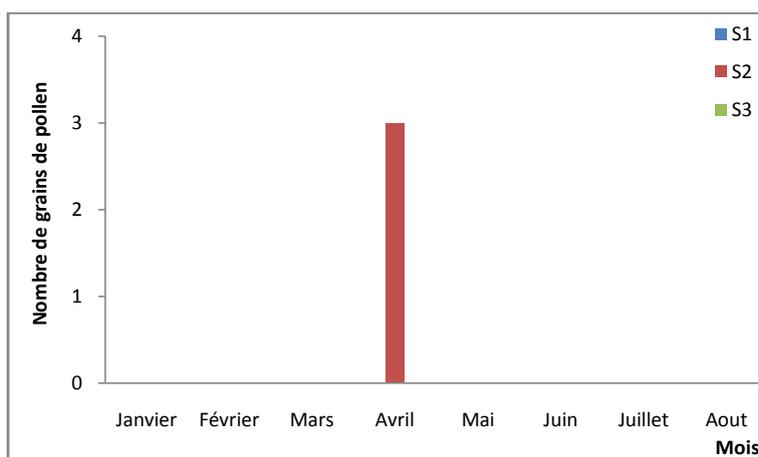


Figure 84: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Ceratonia siliqua*

**1.8.8. La famille des Liliaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

Une seule espèce a été identifiée pour cette famille (*Lilium sp.*), le nombre total de ses grains de pollen récolté est de 22 GP avec un maximum de 12 GP enregistré pendant le mois de février (Fig. 85).

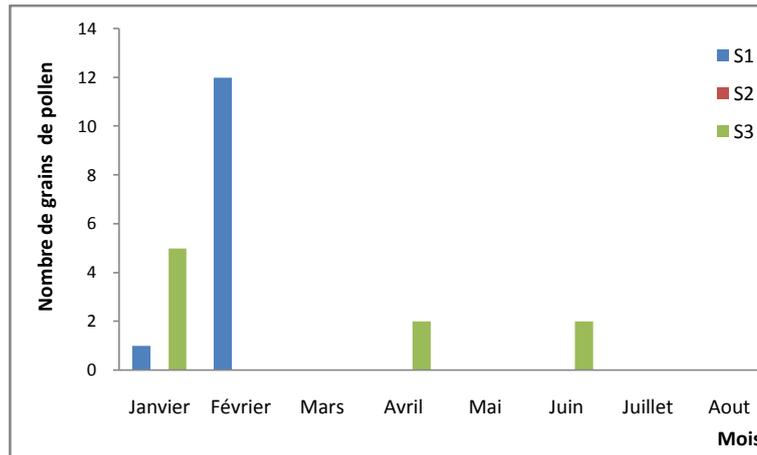


Figure 85: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Lilium* sp.

1.8. 9. La famille des Myrtaceae: Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Eucalyptus rudis*: Un nombre de 54 GP a été capturé pour cette espèce avec un taux maximal de 12 GP enregistré pendant le mois de mars (Fig. 86).

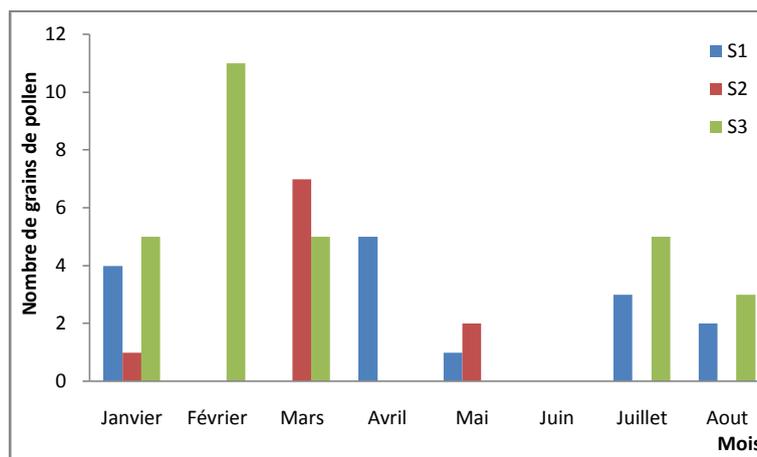


Figure 86: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Eucalyptus rudis*

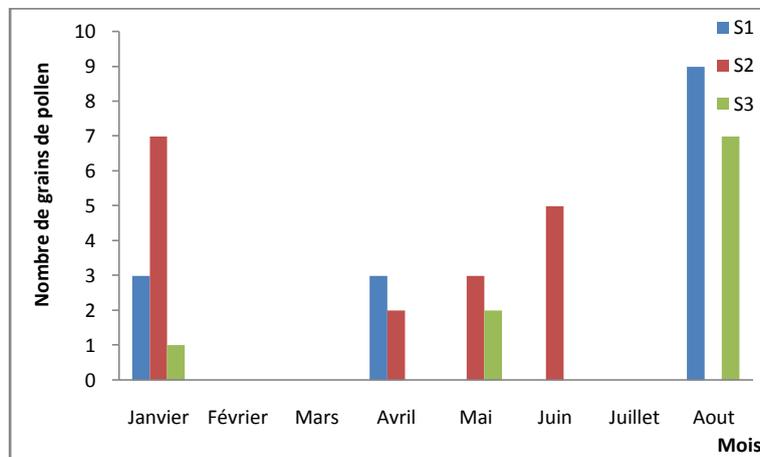
- *Myrtus communis*: Cette espèce a été capturée uniquement pendant le mois de juillet, le nombre recensé est de 3 GP (Fig. 87).



**Figure 87: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Myrtus communis***

**1.8.10. La famille des Plantaginaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

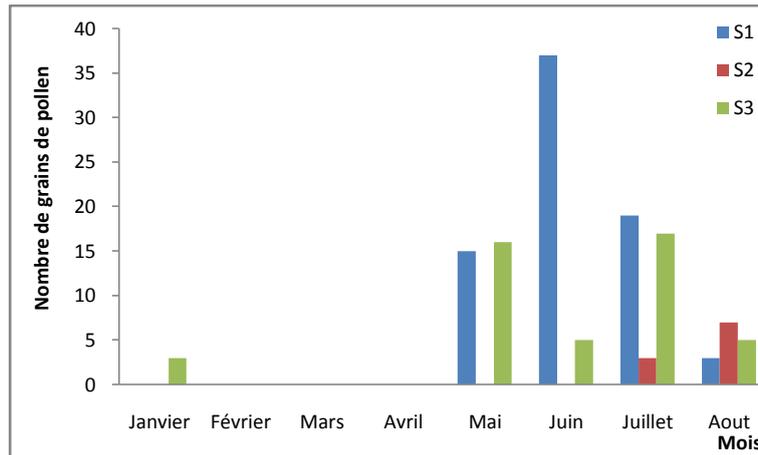
L'espèce représentative de cette famille est *Plantago lanceolata*, le nombre total de ses grains de pollen récolté est de 42 GP avec un maximum de 16 GP enregistré pendant le mois d'aout (**Fig. 88**).



**Figure 88: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Plantago lanceolata***

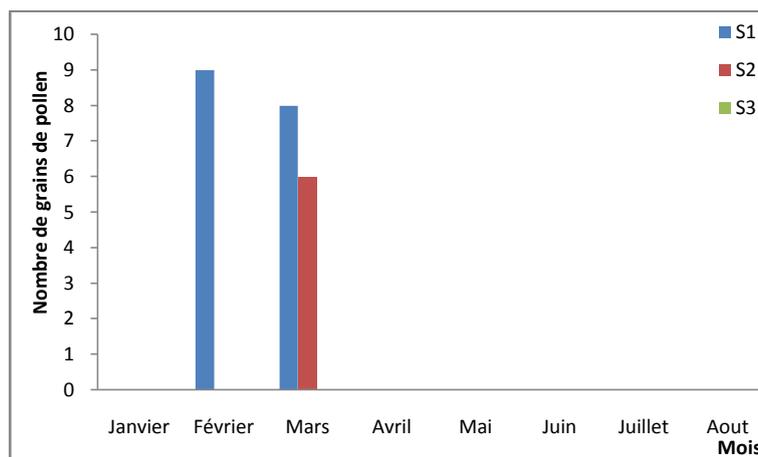
**1.8.11. La famille des Poaceae:** Cette famille est représentée par 9 taxons.

- *Phragmites australis*: Un nombre total de 130 GP a été récolté pour cette espèce et un maximum de 42 GP a été enregistré pendant le mois de juin (**Fig. 89**).



**Figure 89: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Phragmites australis***

- *Cynodon dactylon*: Cette espèce a été récoltée pendant les mois de février et de mars avec un nombre total de 23 GP. La quantité maximale a été enregistrée durant le mois de mars (14 GP) (**Fig. 90**).



**Figure 90: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Cynodon dactylon***

- *Poa sp.*: Ce taxon est abondant pendant les mois de février, de mars et d'avril. Un nombre total de 118 GP a été récolté et un maximum de 54 GP a été enregistré durant le mois d'avril (**Fig. 91**).

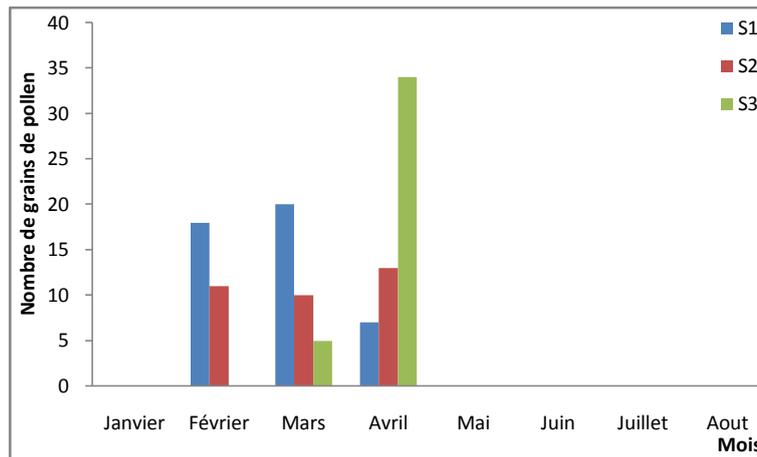


Figure 91: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Poa sp.*

- *Triticum sp.*: Cette espèce a été récoltée pendant les mois de janvier et février. Le nombre total est de 73 GP avec un maximum de 68 GP noté au mois de janvier (Fig. 92).

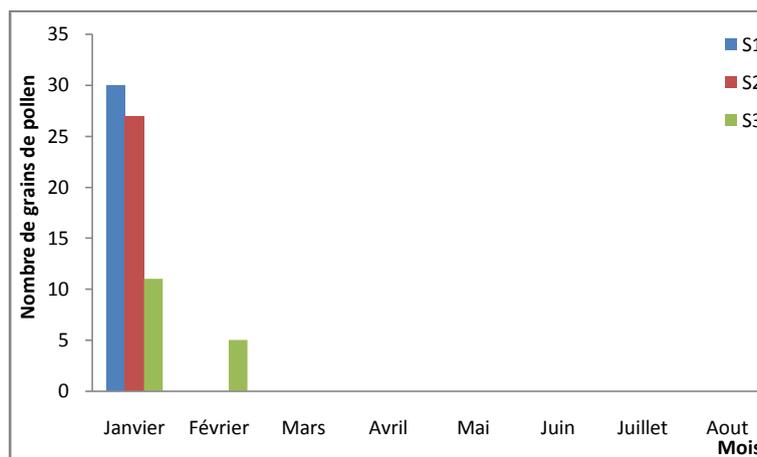


Figure 92: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Triticum sp.*

- *Triticum sativum*: Un nombre de 258 GP a été capturé pour cette espèce avec 121 GP comme nombre maximal durant le mois d'avril (Fig. 93).

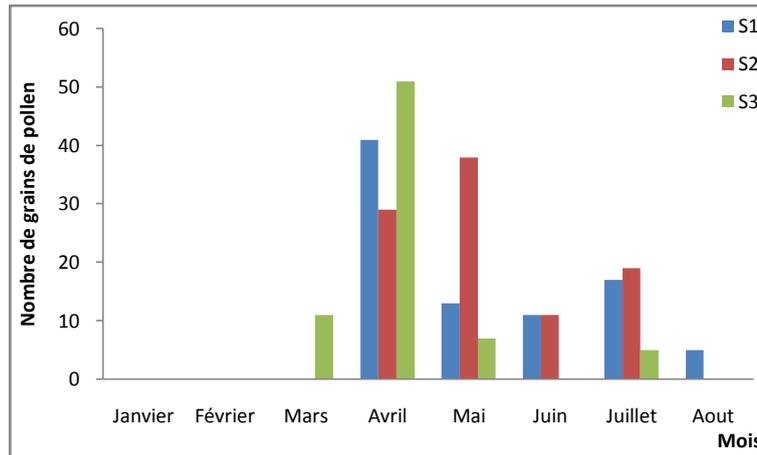


Figure 93: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Triticum sativum*

- *Hordeum vulgare*: Cette espèce a été récoltée pendant les mois de mars et de mai, le nombre total de son pollen a atteint 9 GP avec 7 GP comme nombre maximal enregistré durant le mois de mai (Fig. 94).

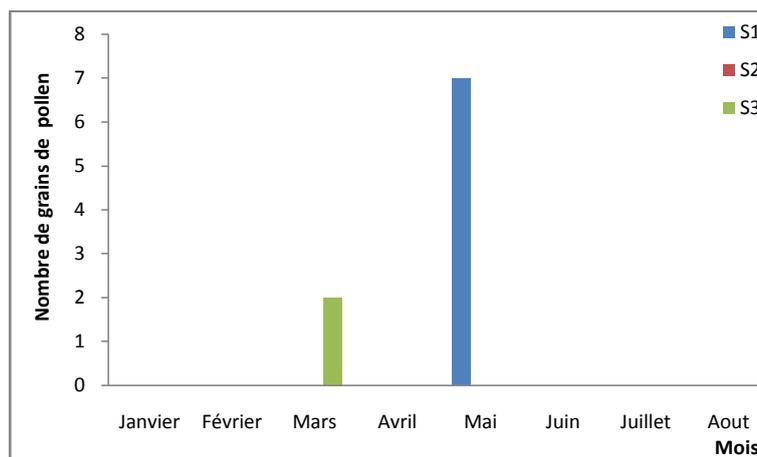


Figure 94: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Hordeum vulgare*

- *Avena sterilis*: Un nombre total de 9 GP a été récolté pour ce taxon et un maximum de 6 GP a été enregistré pendant le mois de mai (Fig. 95).

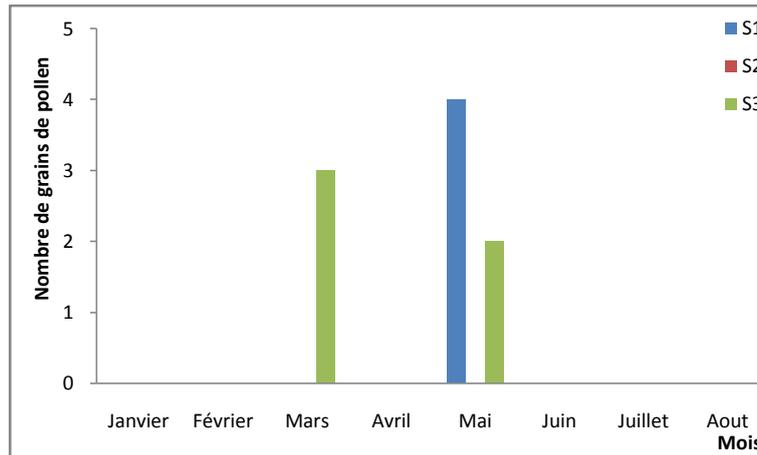


Figure 95: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Avena sterilis*

- *Dactylis glomerata*: Le nombre total recensé pour cette espèce est de 17 GP dont 11 GP comme quantité maximale pendant le mois de mai (Fig. 96).

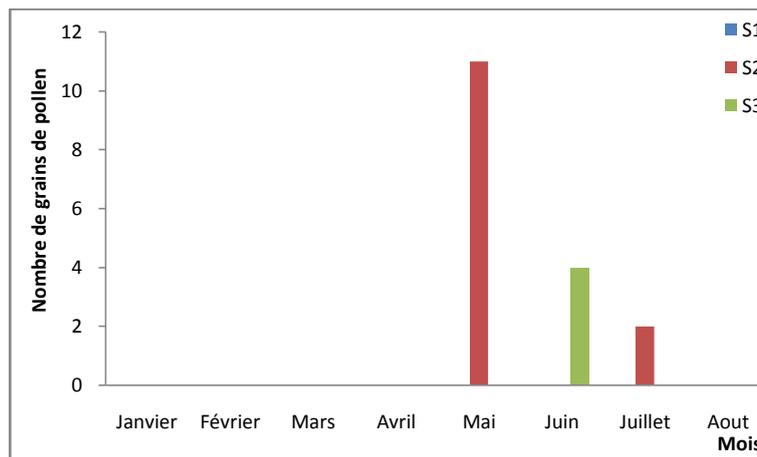


Figure 96: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Dactylis glomerata*

- *Secale cereale*: Les grains de pollen de cette espèce ont été récoltés uniquement pendant le mois de juin, le nombre recensé est de 12 GP (Fig. 97).

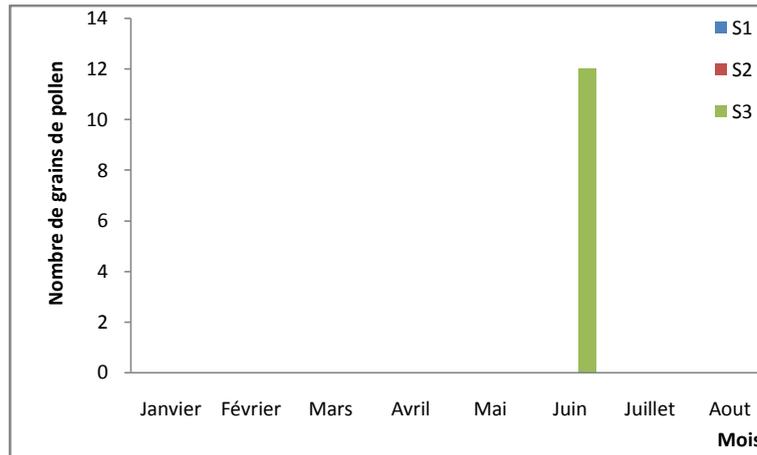


Figure 97: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Secale cereale*

1.8.12. La famille des *Ulmaceae*: Cette famille est représentée par un seul taxon.

L'*Ulmus* sp. est l'espèce identifiée pour cette famille, le nombre total de ses grains de pollen capturé est de 16 GP avec un taux maximal de 7 GP enregistré pendant le mois de mars (Fig. 98).

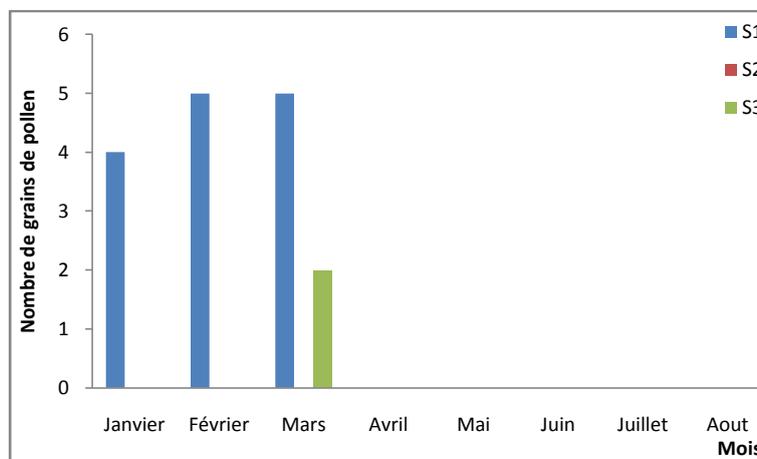


Figure 98: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Ulmus* sp.

1.8.13. La famille des *Asteraceae*: Cette famille est représentée par cinq taxons.

- *Artemisia vulgaris*: Un nombre de 9 GP a été récolté pour cette espèce avec un maximum de 6 GP enregistré pendant le mois de janvier (Fig. 99).

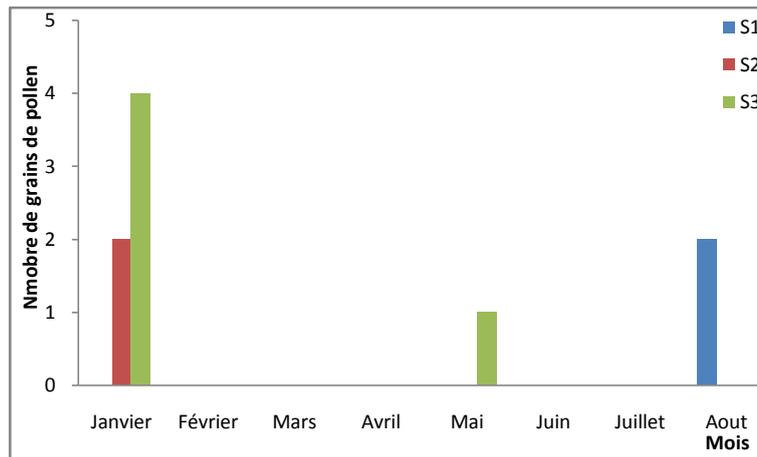


Figure 99: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Artemisia vulgaris*

- *Hilianthus annus*: Le nombre total des grains de pollen compté pour cette espèce a atteint 53 GP avec un maximum de 38 GP enregistré durant le mois d'avril (Fig. 100).

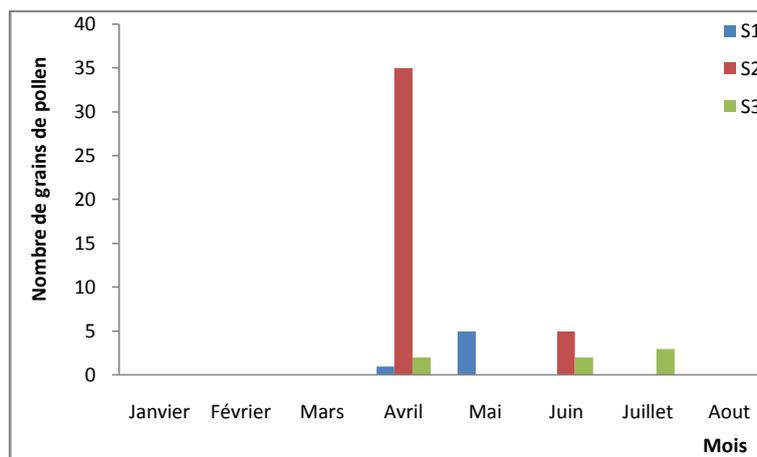


Figure 100: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Hilianthus annus*

- *Ambrosia sp.*: Ce taxon a été récolté uniquement pendant le mois d'avril, le nombre de ses grains de pollen capturé est de 3 GP (Fig. 101).

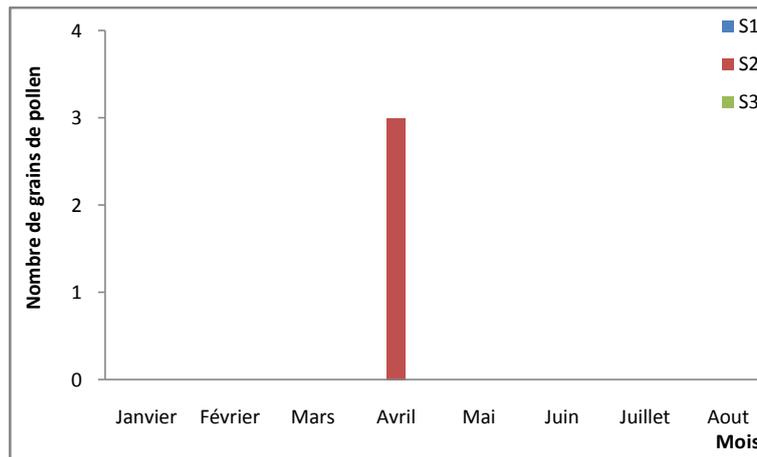


Figure 101: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Ambrosia* sp.

- *Taraxacum* sp.: Le nombre total recensé pour ce taxon est de 13 GP enregistré pendant le mois d'avril (Fig. 102).

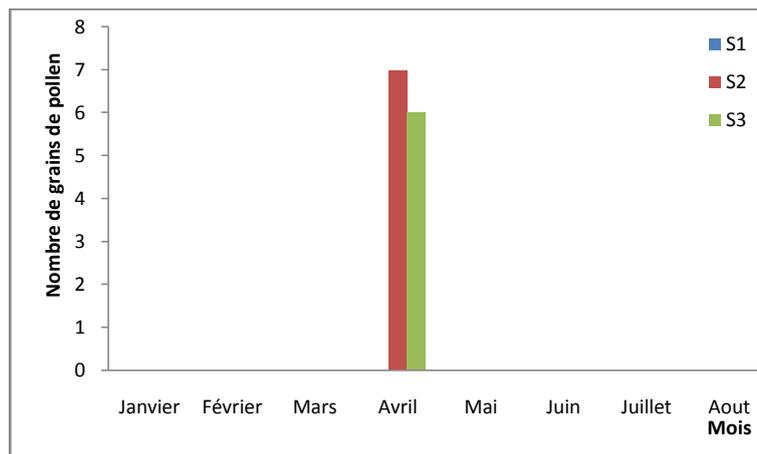


Figure 102: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Taraxacum* sp.

- *Centauria* sp.: Ce taxon est faiblement représenté dans nos sites étudiés. 2 GP ont été identifiés pendant le mois de mai (Fig. 103).

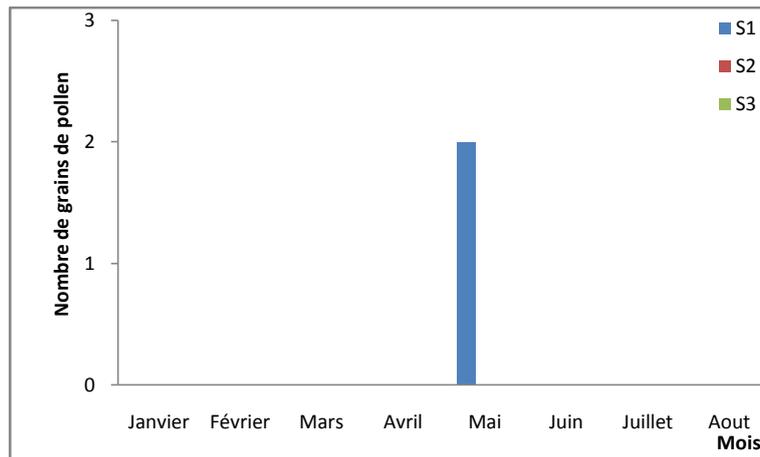


Figure 103: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Centaurea* sp.

1.8.14. La famille des *Fagaceae*: Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Quercus* sp.: Le nombre total des grains de pollen recensé pour ce taxon est de 30 GP. Le maximum est de 15 GP enregistré durant le mois d'avril (Fig. 104).

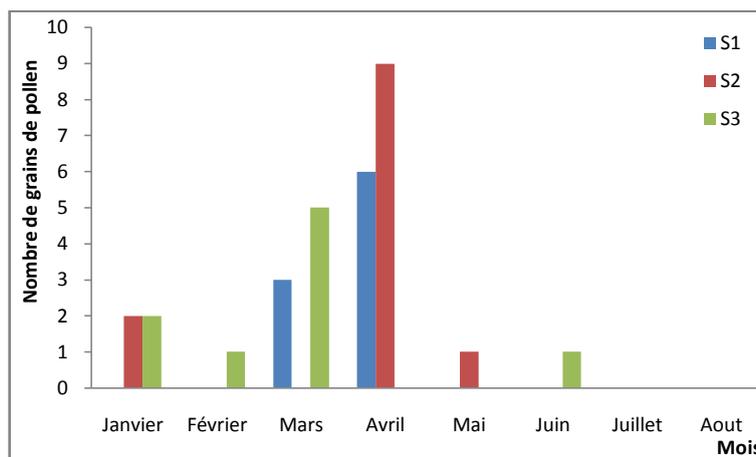


Figure 104: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Quercus* sp.

- *Castanea* sp.: Cette espèce a été récoltée pendant les mois de juillet et d'aout, le nombre total recensé est de 3 GP (Fig. 105).

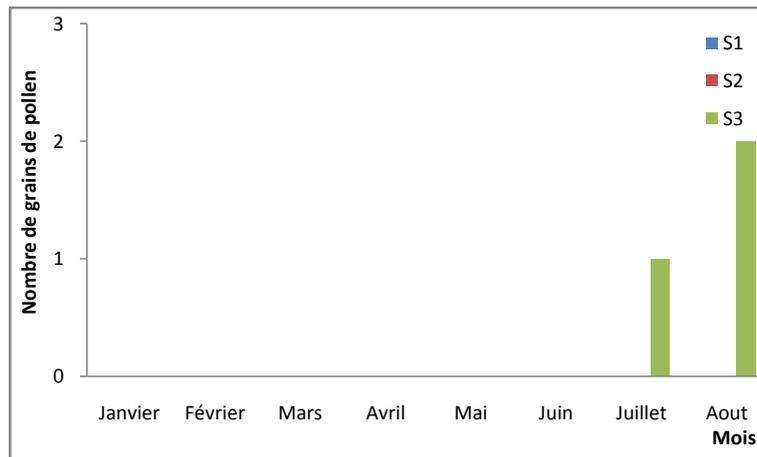


Figure 105: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Castanea sp.*

1.8.15. La famille des **Oleaceae**: Cette famille est représentée par quatre taxons.

- *Olea europaea*: Le nombre total capturé pour cette espèce a atteint 177 GP avec un maximum de 65 GP enregistré durant le mois de mai (Fig. 106).

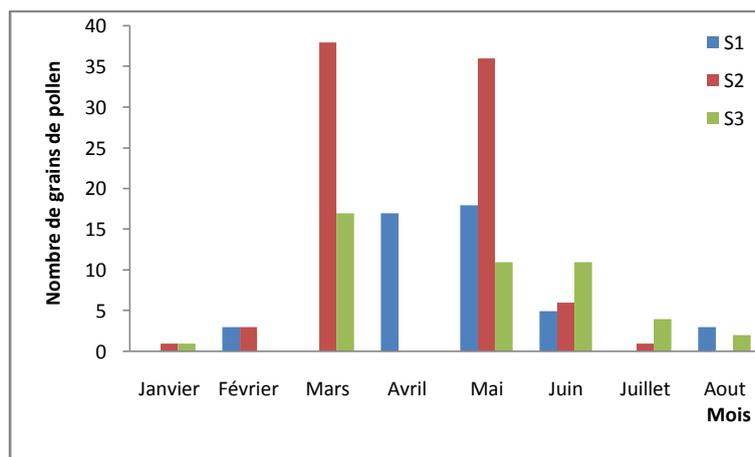
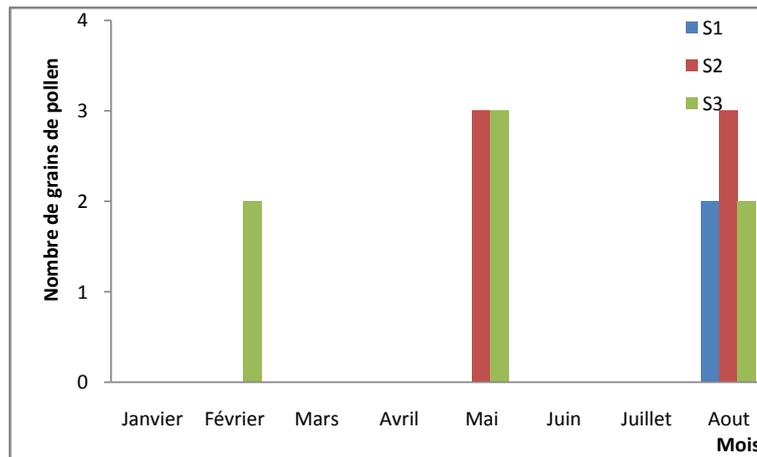


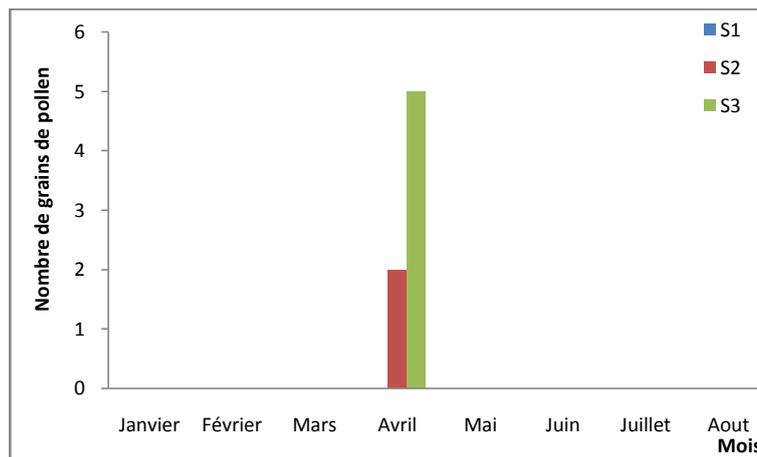
Figure 106: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Olea europaea*

- *Phillyrea sp.*: Un nombre de 15 GP a été récolté pour ce taxon dont 7 GP comme nombre maximal enregistré durant le mois d'aout (Fig. 107).



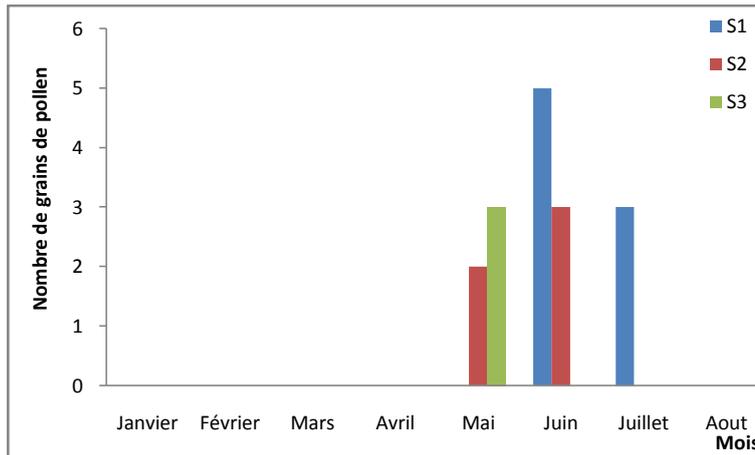
**Figure 107:** Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Phillyrea* sp.

- *Ligustrum* sp.: Ce taxon est récolté uniquement pendant le mois d'avril, le nombre total de ses grains de pollen capturé est de 7 GP (**Fig. 108**).



**Figure 108:** Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Ligustrum* sp.

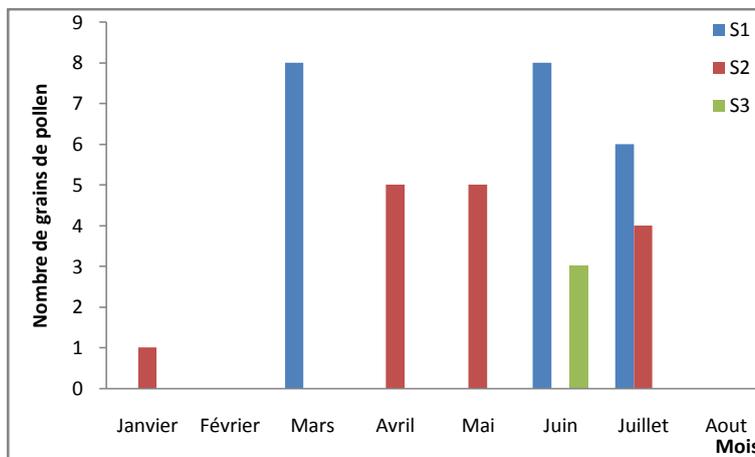
- *Fraxinus* sp.: 16 GP ont été dénombrés pour ce taxon dont 8 GP comme nombre maximal enregistré pendant le mois de juin (**Fig. 109**).



**Figure 109:** Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Fraxinus sp.*

**1.8.16. La famille des Papaveraceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

L'espèce représentative de cette famille est le *Papaver rhoeas*, le nombre total de ses grains de pollen récolté a atteint 40 GP avec un taux maximal de 11 GP enregistré pendant le mois de juin (**Fig. 110**).



**Figure110:** Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Papaver rhoeas*

**1.8.17. La famille des Euphorbiaceae:** Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Mercurialis annua*: Un nombre de 11 GP a été récolté pour cette espèce, le maximum recensé est de 5 GP enregistré pendant le mois de mai (**Fig. 111**).

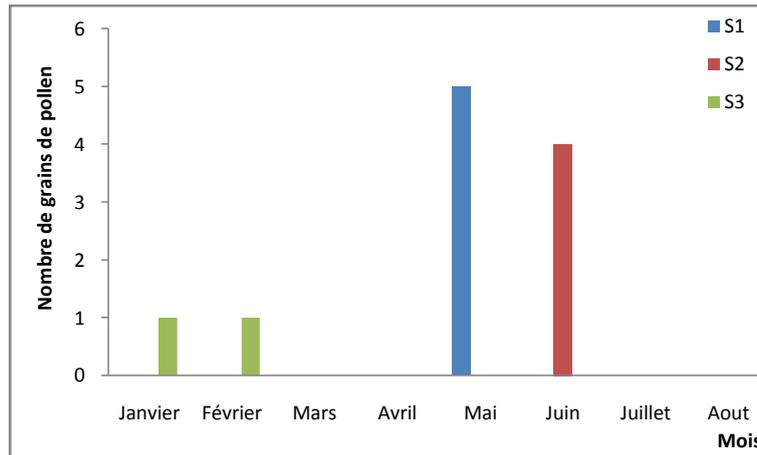


Figure 111: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Mercurialis annua*

- *Euphorbia* sp.: Ce taxon a été récolté uniquement pendant le mois de juillet, le nombre total de ses grains de pollen recensé est de 2 GP (Fig. 112).



Figure 112: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Euphorbia* sp.

**1.8.18. La famille des Mimosaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

*Acacia* sp. est l'espèce représentative de cette famille, le nombre total récolté a atteint 36 GP. Le maximum est de 15 GP noté durant le mois de mars (Fig. 113).

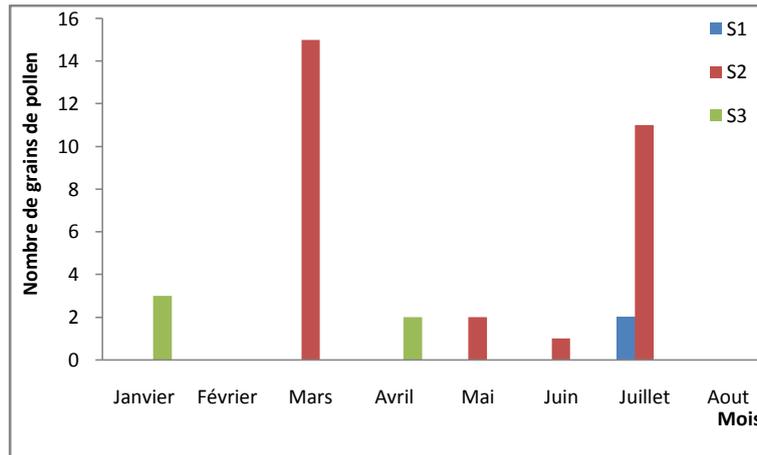


Figure 113: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Acacia* sp.

1.8.19. La famille des Brassicaceae: Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Sinapis arvensis*: Un nombre de 26 GP a été capturé pour cette espèce dont 9 GP comme nombre maximal enregistré pendant le mois d'avril (Fig. 114).

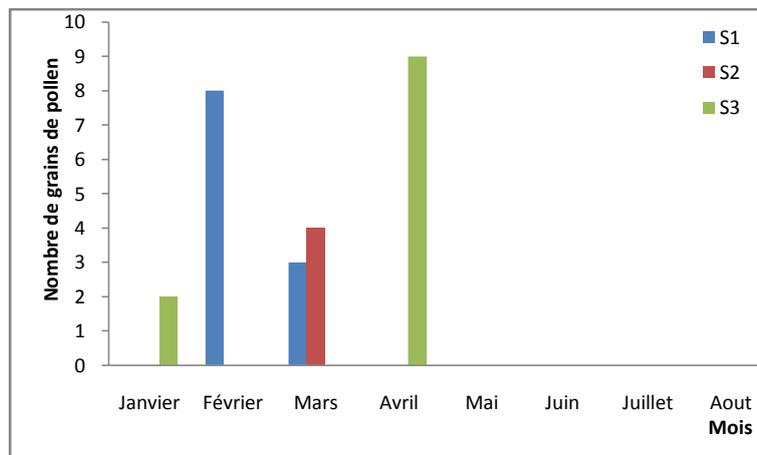


Figure 114: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Sinapis arvensis*

- *Brassica napus*: Le nombre total récolté pour cette espèce est de 52 GP avec un taux maximal de 19 GP enregistré pendant le mois de février (Fig. 115).

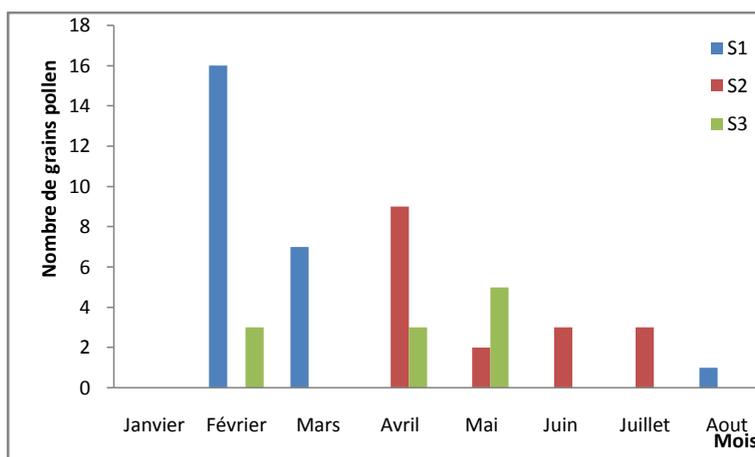


Figure 115: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Brassica napus*

**1.8.20. La famille des Lamiaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

Une seule espèce a été identifiée (*Lavandula angustifolia*), le nombre total recensé est de 51 GP avec un taux maximal de 46 GP enregistré pendant le mois de mars (Fig. 116).

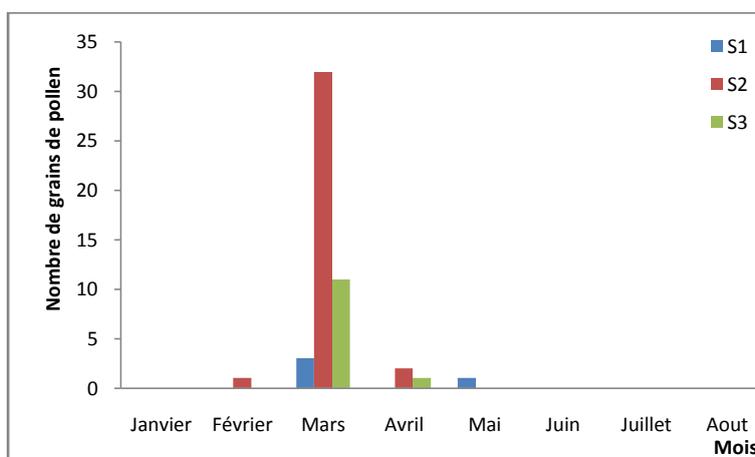
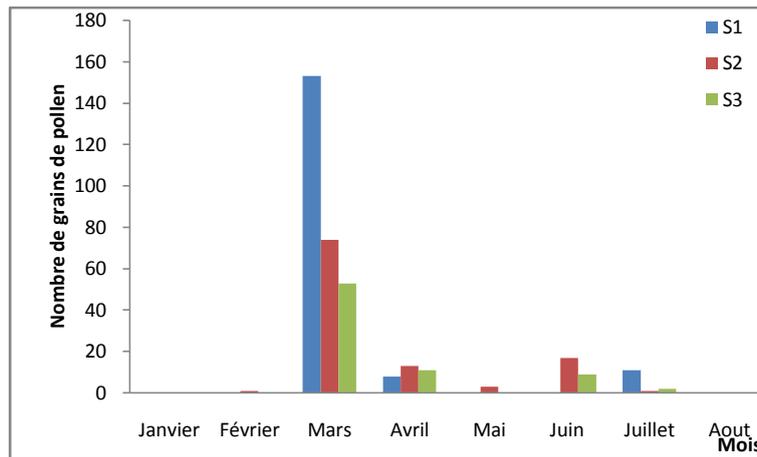


Figure 116: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Lavandula angustifolia*

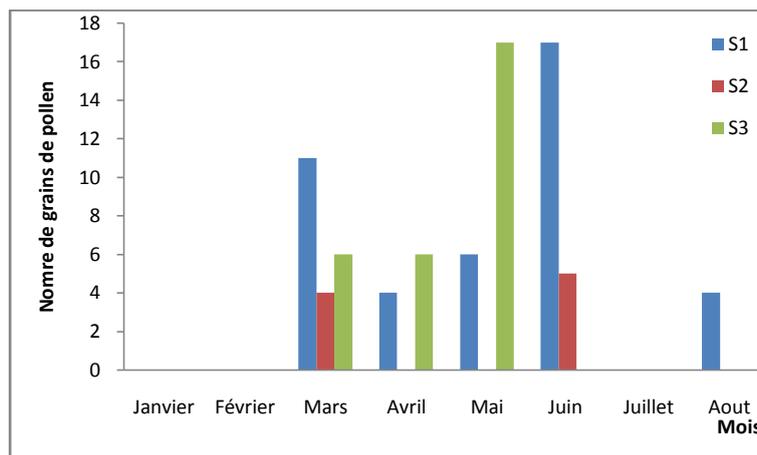
**1.8.21. La famille des Pinaceae:** Cette famille est représentée par trois taxons.

- *Pinus maritima*: Cette espèce est fortement représentée dans le spectre aéropollinique de nos sites étudiés. Nous avons pu récolter un nombre total de 356 GP dont le plus grand nombre est de 280 GP enregistré pendant le mois de mars (Fig. 117).



**Figure 117: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Pinus maritima***

- *Pinus sp.*: Le nombre total capturé pour ce taxon est de 80 GP avec une quantité maximale noté pendant le mois de mai (23 GP) (Fig. 118).



**Figure 118: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Pinus sp.***

- *Cedrus sp.*: Uniquement deux grains de pollen ont été capturés pour ce taxon pendant les mois de février et de juillet (Fig. 119).

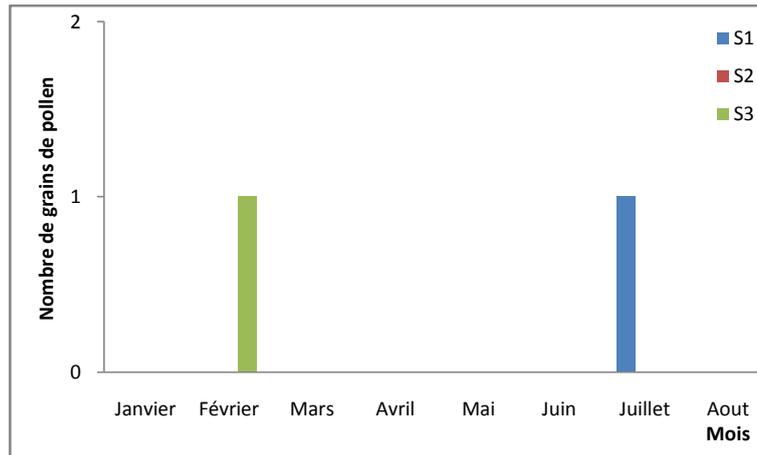


Figure 119: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Cedrus* sp.

**1.8.22. La famille des Rutaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

Une seule espèce a été identifiée (*Citrus* sp.), avec un nombre total de 6 GP capturés pendant les mois de février et de mars (Fig. 120).

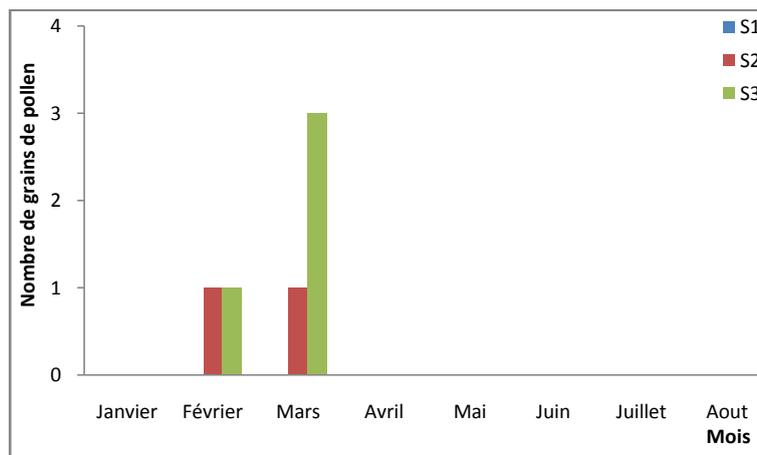


Figure 120: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Citrus* sp.

**1.8.23. La famille des Boraginaceae:** Cette famille est représentée par deux taxons.

- *Borago officinalis*: 22 GP ont été comptés pour cette espèce dont 9 GP comme quantité maximale durant le mois d'aout (Fig. 121).

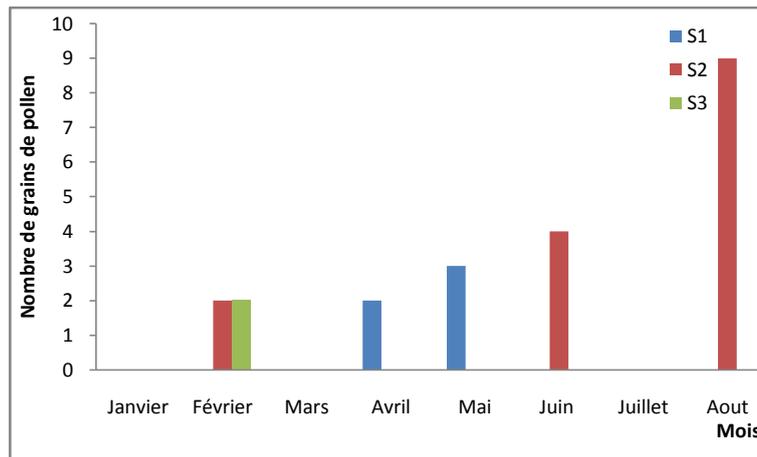


Figure 121: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Borago officinalis*

- *Echium vulgare*: Le nombre total de ses grains de pollen capturé est de 44 GP avec un maximum enregistré durant le mois d'aout (16 GP) (Fig.122).

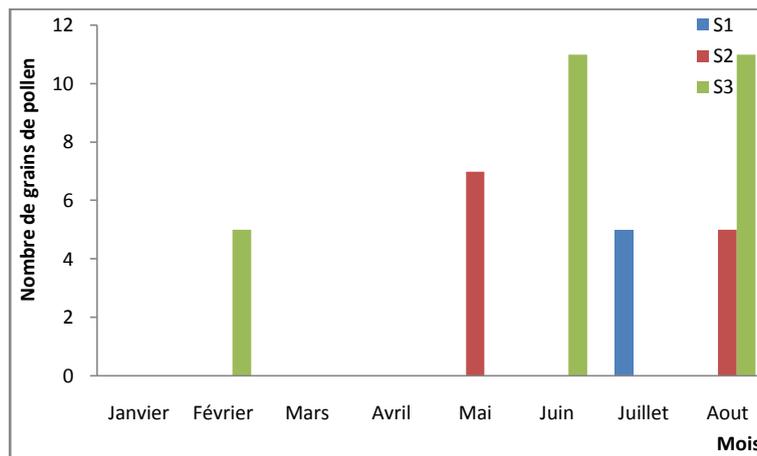


Figure 122: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Echium vulgare*

**1.8.24. La famille des Malvaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

L'espèce identifiée pour cette famille est *Malva sylvestris*, le nombre total capturé a atteint 13 GP. Le maximum est de 7 GP noté pendant le mois de juillet (Fig. 123).

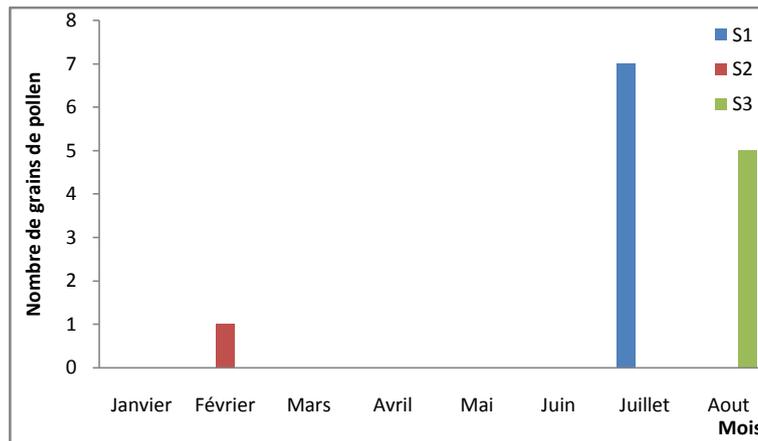


Figure 123: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Malva sylvestris*

**1.8.25. La famille des Ephedraceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

Un nombre de 5 GP a été capturé pour *Ephedra* sp. dont 3 GP pendant le mois juin (Fig. 124).

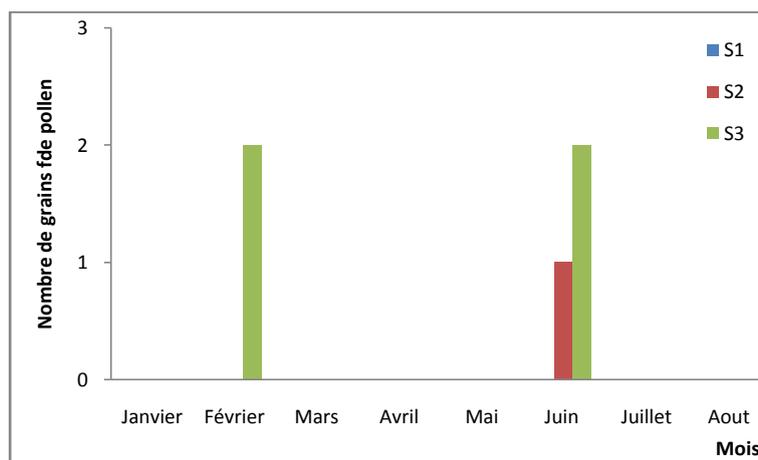


Figure 124: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Ephedra* sp.

**1.8.26. La famille des Salicaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

Une seule espèce a été identifiée pour cette famille (*Salix* sp.) avec un nombre de 8 GP enregistré aux mois de février et de juin (Fig. 125).

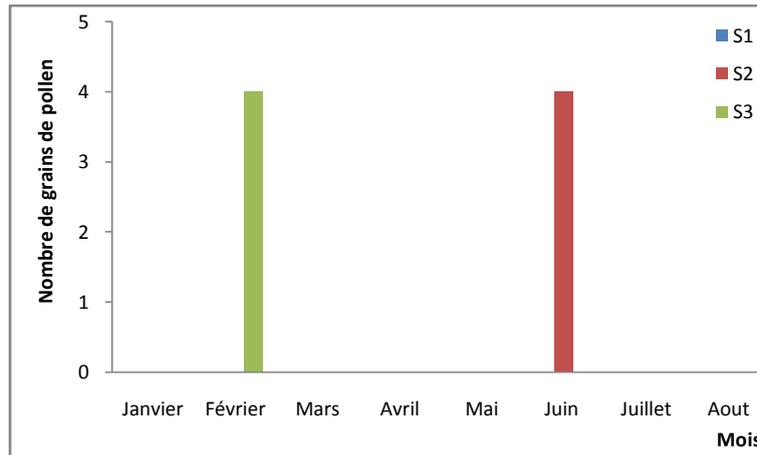


Figure 125: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Salix* sp.

1.8.27. La famille des Rosaceae: Cette famille est représentée par trois taxons.

- *Rosa* sp.: Cette espèce a été récoltée uniquement pendant le mois d'avril, le nombre total recensé est de 3 GP dans le site 1 (Fig. 126).

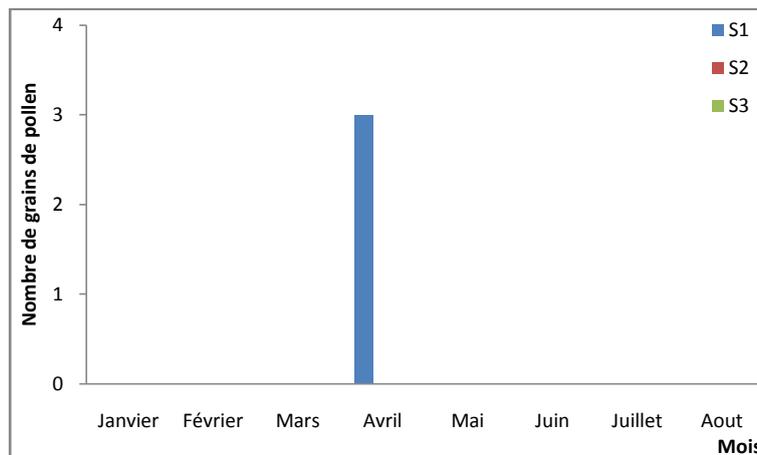


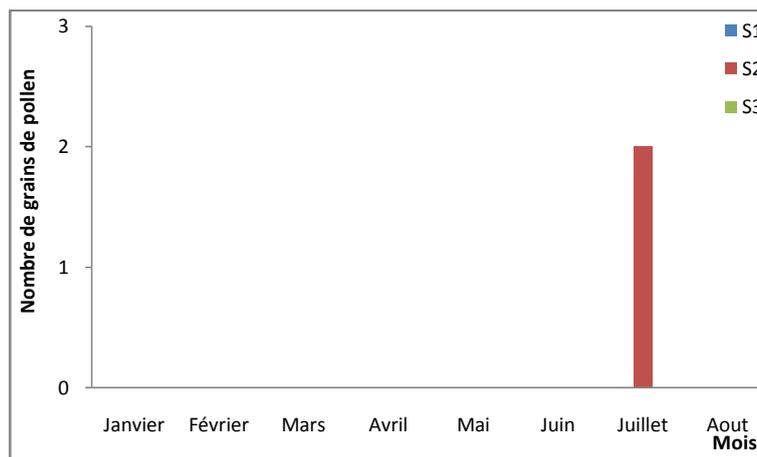
Figure 126: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Rosa* sp.

- *Rubus* sp.: un total de 5 grains de pollen a été récolté pour ce taxon pendant le mois de juillet (Fig. 127).



**Figure 127: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Rubus* sp.**

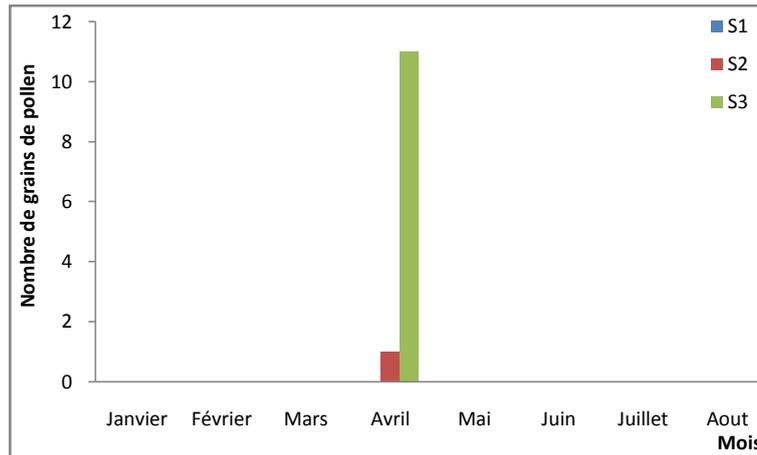
- ***Prunus* sp. :** Cette espèce est représentée uniquement dans le site 2 pendant le mois de juillet, le nombre recensé est de 2 GP (**Fig. 128**).



**Figure 128: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Prunus* sp.**

**1.8.28. La famille des Tiliaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

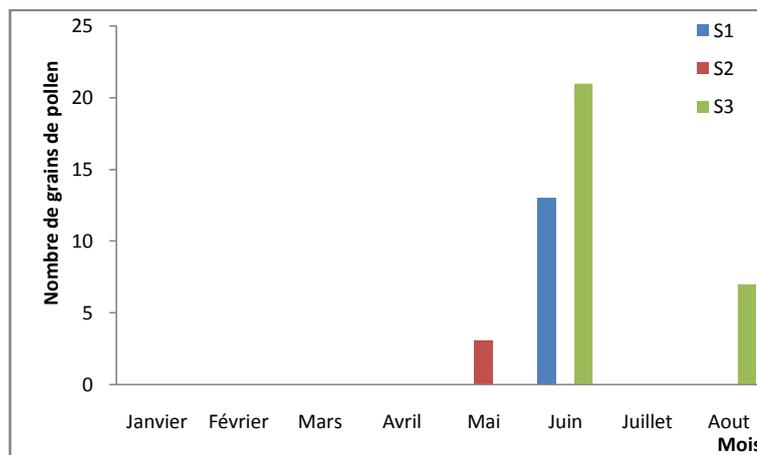
L'espèce identifiée pour cette famille est *Tilia* sp., le nombre total de ses grains de pollen recensé est de 12 GP pendant le mois d'avril (**Fig. 129**).



**Figure 129:** Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Tilia* sp.

**1.8.29. La famille des Urticaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

L'espèce représentative de cette famille est l'*Urtica dioïqua*, avec un total de 44 GP et un maximum de 34 GP enregistré durant le mois de juin (**Fig. 130**).



**Figure 130:** Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Urtica dioïqua*

**1.8.30. La famille des Polygonaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

*Rumex acetosa* est l'espèce identifiée dans nos sites étudiés, le nombre total de ses grains de pollen capturé est de 36 GP. Le maximum a atteint 16 GP pendant le mois d'aout (**Fig. 131**).

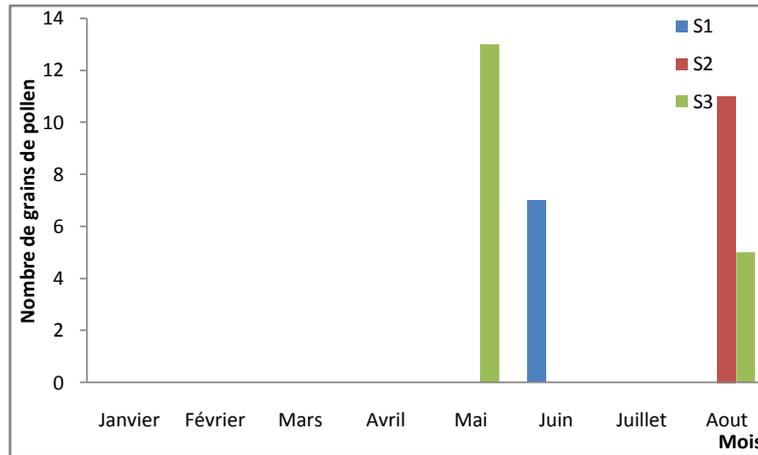


Figure 131: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Rumex acetosa*

**1.8. 31. La famille des Anacardiaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

*Pistacia lentiscus* est l'espèce représentative de cette famille dans l'atmosphère de la zone étudiée, nous avons pu capturer un nombre de 9 GP pendant les mois de mai et d'aout (Fig. 132).

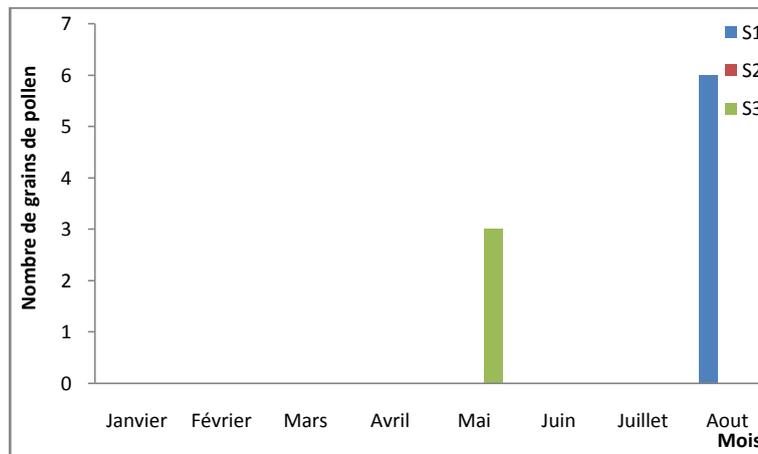


Figure 132: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Pistacia lentiscus*

**1.8.32. La famille des Typhaceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon.

L'espèce identifiée pour cette famille est *Typha angustifolia*, avec un nombre de 6 GP récolté durant les mois de mai, de juillet et d'aout (Fig. 133).

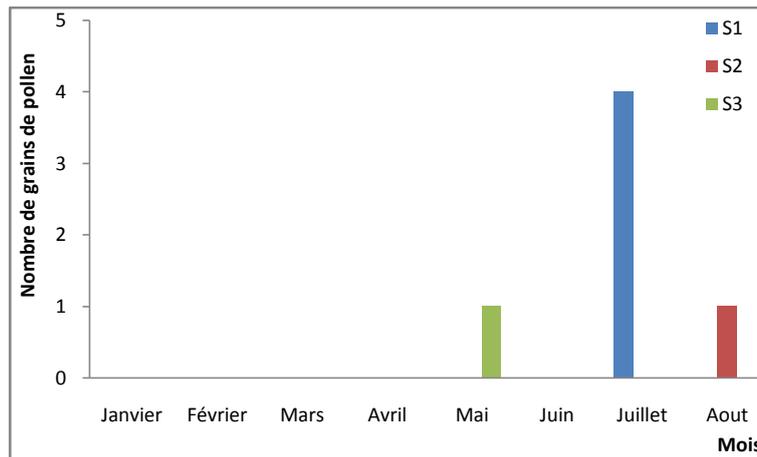


Figure 133: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Typha angustifolia*

**1.8.33. La famille des Araliceae:** Cette famille est représentée par un seul taxon

Uniquement 5 GP ont été capturés pour l'espèce *Hedera helix* pendant le mois d'aout (Fig. 134).

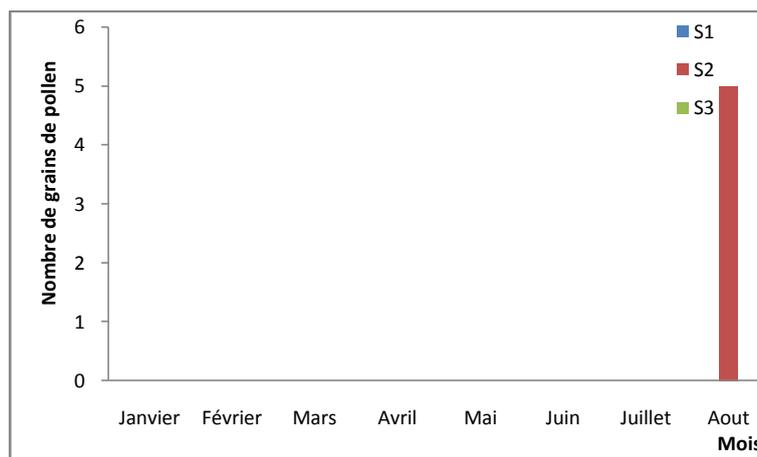


Figure 134: Quantité pollinique mensuelle récoltée de l'espèce *Hedera helix*

**1.9. Analyse factorielle des Correspondances**

L'analyse factorielle des correspondances réalisée par le biais du logiciel ADE version-4, nous expose d'une part que le facteur 1 (Axe des ordonnées) sépare les mois les plus riches en ce sporophyte (mois de mars et d'avril) par rapport aux autres mois de l'étude, soit les mois de janvier, février, mai, juin, juillet et aout.

D'autre part ; il en ressort une véritable distribution temporelle des grains de pollens dans l'espace aérien de la ville de Guelma.

- En effet, durant les mois de janvier, février et juillet; nous rencontrons les grains de pollens des familles suivantes: Betulaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Cusuarinaceae, Myrtaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Ulmaceae, Fagaceae et certaines Poaceae.
- Durant les mois de mars et d'avril, nous observons les familles suivantes: Poaceae, Cupressaceae, Pinaceae, Ericaceae et Lamiaceae. Ces familles sont les plus représentées dans l'espace aérien de la région d'étude.
- Et durant la période qui reste, soit les mois de mai, juin et août, nous récoltons les grains de pollens des familles: Oleaceae, Boraginaceae, Plantaginaceae, Malvaceae, Urticaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Anacardiaceae (**Fig. 135**).

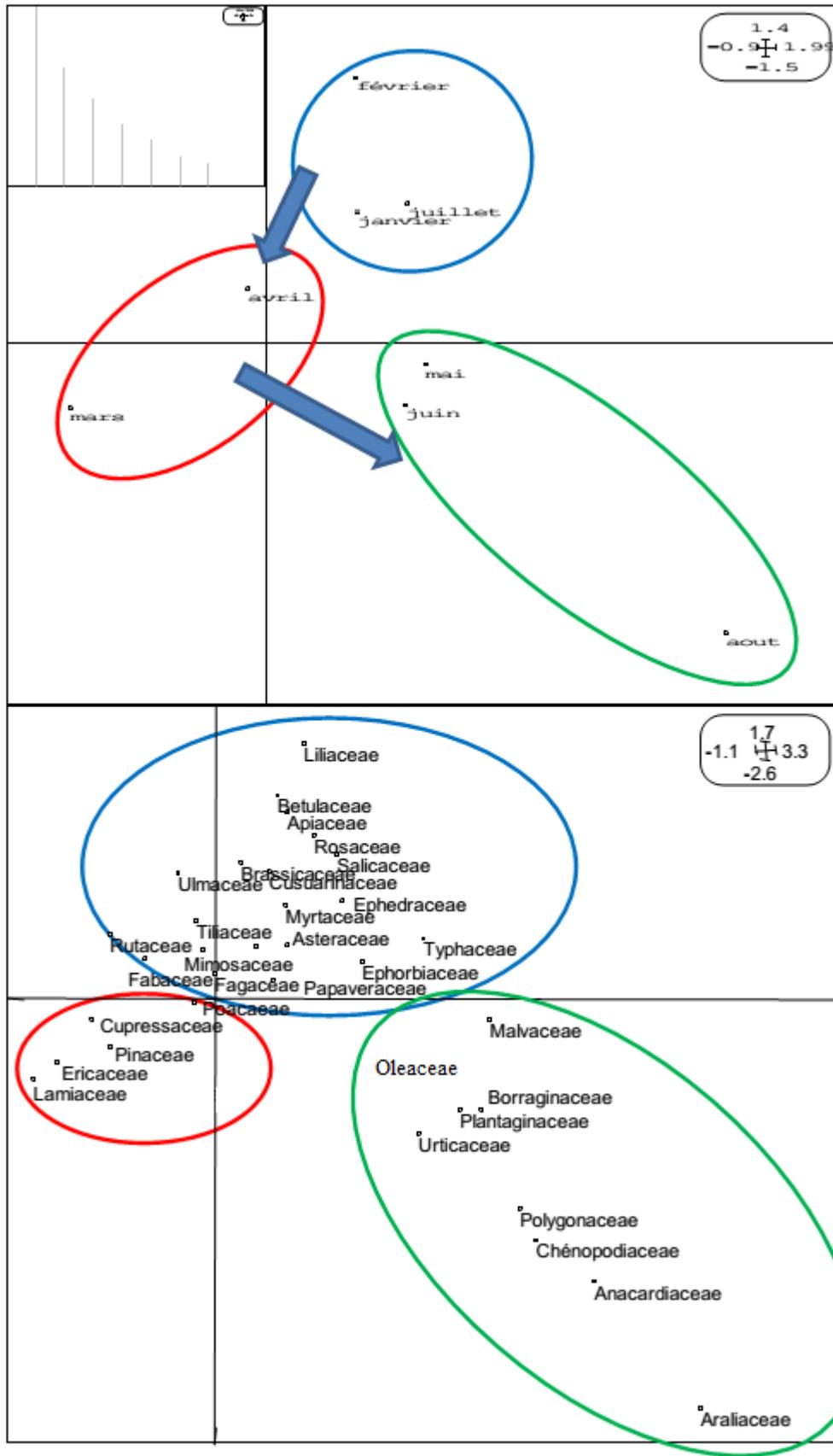


Figure 135: Plan factoriel 1x2 de l'Analyse factorielle des Correspondances Axes d'inertie: 0.33, 0.22, 0.16 et 0.11

### 2. Discussion Générale

L'étude du contenu pollinique atmosphérique de la région de Guelma pendant la période allant de janvier à août de l'année 2013, a pour objectif principal la réalisation d'un comptage pollinique et l'identification des grains de pollen présents dans l'atmosphère de cette région, afin d'établir un calendrier pollinique et de déterminer les taxons pouvant provoquer des manifestations allergiques. La collecte du pollen aéroporté a été effectuée par la méthode gravimétrique en utilisant des lames enduites d'une substance collante, à savoir la gélatine glycinée.

Les résultats obtenus des recueils polliniques réalisés pendant la période de l'étude révèlent une richesse quantitative en nombre de grains de pollen récolté et qualitative en nombre de taxons identifiés. 3348 grains de pollen ont été capturés et 66 taxons appartenant à 33 familles végétales ont été identifiées. La plus part de ces taxons figurent dans les calendriers polliniques des villes méditerranéennes. Selon **Chefrour et al., (2002)**, la différence réside dans l'abondance de chaque espèce et leur date de pollinisation qui avance ou recule selon les conditions climatiques propres à chaque année et à chaque région.

Cette richesse peut être liée à la diversité du couvert végétal qui caractérise la région, de plus la présence de trois massifs montagneux entourant la région (Maouna, Debagh et Houara) d'où proviennent différents types de pollen. Les données obtenues à partir de l'identification de la composition pollinique atmosphérique de cette région, nous ont fourni une image sur la diversité spécifique du couvert végétal qui est caractérisée par la présence d'espèces arborescentes notamment les Cupressaceae, les Pinaceae les Oleaceae et les Betulaceae, les arbustes sont représentés principalement par les Ericaceae et les Mimosaceae et les herbacés par les Poaceae, les Chenopodiaceae, les Asteraceae, les Brassicaceae, et les Apiaceae. Cependant les quantités les plus élevées sont attribuées aux arbres (Cupressaceae, Pinaceae et les Oleaceae notamment l'espèce *Olea europaea*) et un nombre important a été également recensé pour les herbacées (Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae). Ces taxons figurent dans la flore de **Quézel et Santa (1962-1963)**.

Parmi les arbres, les Cupressaceae constituent la famille botanique la plus abondante avec un nombre total de 755 GP récolté, soit 22,55% du nombre global des grains de pollen capturés, ces résultats sont en accord avec ceux de **Negrini et al. (1987)**, sur le contenu pollinique de l'air de la ville de Gêne (Italie) et **Rahal et al. (2007)**, sur l'atmosphère

pollinique de Beirut (Liban). Quant aux herbacés, les Poaceae sont les plus représentées avec 649 GP soit 19,38% du nombre total des pollens recueillis. De nombreuses études aéropalynologiques à travers le monde ont montré que parmi les herbacés, le pollen des Poaceae est le type pollinique le plus abondant dans l'atmosphère de ces régions (**Ybert, 1980 ; Dedier *et al.*, 1988 ; Ketfi, 2016 et Tossou *et al.*, 2016**)).

Les quantités du pollen les plus importantes ont été récoltées pendant la saison printanière (mars et avril) qui coïncide avec la période de floraison de la plupart des plantes à fleurs, ce qui est en concordance avec l'étude de **Murray *et al.* (2010)** réalisée sur le contenu pollinique de l'atmosphère de Bahia Blanca (Argentine). Cependant, certains taxons sont caractérisés par leur pollinisation prolongée, ce qui indique les longues périodes de floraison (Poaceae, Cupressaceae, Betulaceae, Chenopodiaceae...).

De nombreuses études ont montré que les quantités polliniques recensées dépendent de plusieurs facteurs à savoir, la méthode utilisée dans le captage des pollens, la composition du couvert végétal, la situation géographique de la région d'étude, la période de floraison des plantes, les rythmes de dispersion et les conditions environnementales (**Frenze, 2000 ; Felber *et al.*, 2003 ; Adekanmbi et Ogundipe, 2010**).

Les résultats des comptes polliniques présentent des variations dans les concentrations polliniques de chaque taxon d'une saison à une autre. Cependant, cette fluctuation semble directement liée aux variations des conditions climatiques spécifiques de la zone étudiée. En effet, il a été prouvé que les conditions météorologiques qui prévalent pendant la floraison déterminent le moment précis de la libération du pollen dans l'air et favorisent ou non sa dispersion (**Felber *et al.*, 2003**). **Clot (2008)**, a rajouté que la production du pollen est fortement dépendante des conditions météorologiques à différents moments du cycle annuel. D'autres auteurs ont rapporté l'influence des conditions climatiques (la température, les précipitations, la vitesse du vent et l'humidité de l'air) sur les concentrations polliniques atmosphériques (**Xu *et al.*, 2012**).

Le vent est le facteur le plus important dans la dispersion du pollen, notamment pour les plantes anémophiles (**Thibaudon *et al.*, 2005**), et certaines entomophiles. La présence d'un nombre important du pollen entomophile de certains taxons dans nos sites étudiés (Ericaceae, Fabaceae, Asteraceae, Brassicaceae) confirme le rôle de la vitesse du vent dans la dispersion du pollen. Selon **Arobba et Negrini (1986)**, les vents de vitesse modérée,

favorisent la pollinisation et permettent une meilleure dispersion des grains de pollen dans l'atmosphère, tandis que les vents de vitesses supérieures à 2,7 m/s baissent en générale la charge en pollens. De même, le rôle primordial du vent dans la dispersion pollinique a été démontré par plusieurs auteurs (**Thibaudon et al., 2005 ; Goyette-Pernot, 2006 ; Tossou et al., 2016 et Tchabi et al., 2017**).

Quant à l'effet de la température, il a été démontré que celle-ci influence fortement la vitesse de croissance des plantes en première partie de saison et détermine le moment de la floraison (**Felber et al., 2003**). Par ailleurs **Knox (1979)**, a constaté que les anthères des espèces anémophiles ne s'ouvrent que dans des conditions météorologiques favorables telles qu'un temps chaud et sec. De nombreuses études ont montré que l'augmentation des températures au cours de la journée accélère l'ouverture des anthères et la libération du pollen (**Laaidi et al., 1997 ; Thibaudon et al., 2005 ; Goyette-Pernot, 2006 ; Sofiev et al., 2009**), c'est le cas observé dans nos sites étudiés d'où nous avons récolté de faibles quantités de pollen pendant la période hivernale (janvier, février), dont la température moyenne n'a pas dépassé 9,8 °C, tandis que pendant la saison printanière qui était marqué par une élévation des températures moyennes, nous avons enregistré une augmentation des quantités polliniques produites notamment pour les Cupressaceae, les Ericaceae, les Oleaceae, les Poaceae et les Pinaceae.

Ces résultats sont similaires à ceux de **Ketfi (2016)**, lors d'une étude réalisée sur l'atmosphère pollinique d'Annaba (Algérie), où une corrélation positive significative entre la température moyenne et le contenu pollinique atmosphérique de cette région a été observée. D'autres travaux ont montré que les concentrations polliniques des espèces d'*Artemisia*, augmentent dans l'atmosphère de la Pologne avec l'augmentation des températures moyennes (**Stach et al., 2007**).

D'autre part, **Moreno-Grau et al. (2000)** et **Recio et al. (2010)**, ont révélé que l'augmentation de la température et les rayonnements solaires provoquent la déhiscence des anthères et la dissémination du pollen dans l'atmosphère. De même, **Michel et al. (1979)** et **Mandrioli, (1986)**, ont signalé que le début du printemps peut favoriser un développement particulier des anthères avec une grande production pollinique.

Par ailleurs, la pluie et l'humidité ont une influence non négligeable sur la production et la dissémination des pollens, ainsi qu'un taux d'humidité très élevé pour la plante alourdit

les pollens et les empêchant de voler (**Thibaudon et al., 2005**). En outre, l'étude de **Sahney et Chaurasia (2008)**, sur l'atmosphère pollinique de Allahabad (Inde), a montré l'influence négative des pluies et de l'humidité relative sur les comptes polliniques, ce qui est en concordance avec nos résultats pendant la saison pluvieuse, d'où nous avons enregistré les taux les plus élevés des précipitations et de l'humidité relative pendant les mois de janvier et de février. En effet, une forte humidité de l'atmosphère inhibe l'ouverture des anthères, et empêche les grains de pollen de rester suspendus dans l'air. De même, lorsqu'il pleut plusieurs jours pendant la saison pollinique, la plante conserve son pollen pour le relâcher ensuite dans des conditions favorables. Le taux pollinique est donc faible par temps pluvieux ou lorsque l'air est très humide (brouillard, brume et rosée matinale) (**Ibara, 2013**). Selon **Abou-Chakra et al. (2010)**, les épisodes pluvieux entraînent une diminution de la fréquence des allergies respiratoires; cela peut être expliqué par le fait que la pluie favorise, une rétention au sol des grains de pollen.

Parmi les familles identifiées dans l'atmosphère de la région de Guelma, certaines d'entre elles sont plus abondantes dont:

**Les Cupressaceae:** Elles se caractérisent par une pollinisation hivernale, qui a débuté au mois de janvier et a atteint son maximum au mois de mars, puis cesse brutalement aux mois de juillet et d'août. **Negrini et al. (1987)**, ont trouvé que le pollen des Cupressaceae est présent dans l'atmosphère de Gêne (Italie) pendant tout l'hiver et le début du printemps, mais certains auteurs ont considéré que la pollinisation chez la majorité des espèces de cette famille est observée presque toute l'année (**D'Amato et Liccardi, 1994 ; Charpin et al., 2005**). De plus, l'étude de **Tedeschini et Frenguelli (2006)**, a montré que les Cupressaceae émettent de petites quantités des grains de pollen presque tout au long de l'année.

Dans nos sites étudiés, les Cupressaceae occupent la première position sur le plan quantitatif, d'où nous avons enregistré un nombre total de 755 de grains de pollen durant toute la période de l'étude. En France, cette famille est la plus importante surtout à Marseille et à Nîmes où elle représente respectivement 40% (**Lamy et al., 2001**) et 30% de tout le pollen recueilli dans l'année (**Fabre et Navarro-Rouimi, 2001**). En région méditerranéenne, les concentrations polliniques des Cupressaceae représentent 20-40% de la pluie pollinique globale (**Mandrioli et al., 2000 ; Priftanji et al., 2000**). En Europe le pollen des Cupressaceae arrive au troisième rang par rapport au nombre de grains présents dans l'atmosphère sur un cycle annuel. A cause de ses capacités de transport éolien, le pollen des

Cupressaceae peut parcourir de très longues distances (**Sell et al., 1993**).

En outre, il a été remarqué une augmentation progressive des concentrations des grains de pollen des Cupressaceae pendant ces dernières décennies, cet accroissement peut-être attribué à l'implantation de beaucoup d'espèces arborescentes pour l'ornementation ou pour le reboisement (**Ariano, 2008 ; Shahali et al., 2013**).

Du point de vue pouvoir allergène, le genre *Cupressus* (cyprés) est responsable de nombreuses allergies hivernales dans le Midi méditerranéen, où son pollen est particulièrement abondant (**Fabre et Navarro-Rouimi, 2001**). Par ailleurs, **Guerra et al. (1996)**, ont signalé que 35% des patients allergiques à Cordoba (Espagne) présentent une sensibilité particulière au pollen des Cupressaceae. De même **Loureiro et al. (2003)**, ont rapporté les Cupressaceae comme l'un des aéro-allergènes responsables de la pollinose hivernal chez les personnes prédisposées à Madeira (Portugal).

Quant au **Betulaceae**, la saison pollinique a débuté au mois de janvier pour être prolongée jusqu'au mois de mai, puis cesse au mois de juin et reprend au mois de juillet et d'août. L'étude de **Chefrou et al. (2002)**, menée sur l'atmosphère pollinique de la ville d'Annaba (Algérie) a montré que la pollinisation des Betulaceae s'étend du mois de février jusqu'au mois de juillet. Lors d'une étude effectuée sur la pollinisation du Bouleau (*Betula*) en Suisse, **Emberlin et al. (2007)**, ont rapporté qu'une avancé de près de trois semaines des dates de floraison a été enregistrée en 20 ans. Les espèces appartenant à cette famille émettent des quantités importantes de pollen dans l'atmosphère durant la période de pollinisation. En France, le pollen de *Betula* arrive en quatrième rang par rapport à l'ensemble du pollen retrouvé dans l'atmosphère (**Sell et al., 1993 ; D'Amato et al., 2001**).

Cependant, le nombre total du pollen récolté dans nos sites ne semble pas important, alors qu'un chaton d'Aulne (*Alnus*) produit environ 3 million de grains de pollen par jour (**Pelt et Cerceau-Larrival, 1990**). Ce phénomène peut s'expliquer par la coïncidence avec l'année à faible production se manifestant une année sur deux (**Sell et al., 1993**). Ce qui est dû à un rythme biologique interne à la plante (**Emberlin et al., 2007**). Les genres de cette famille (*Betula, Alnus, Corulys, Carpinus*) sont les premiers responsables de la pollinose des arbres en France (**Hemmens et al., 1988 ; Laurent et al., 1994**). En effet, le pollen de *Betula* est considéré comme un grand pourvoyeur de la rhinoconjonctivite dans la région du nord de la France, ses allergènes majeurs sont actuellement bien caractérisés et considérés comme

référence en matière d'allergénicité moléculaire (**Lavaud et al., 2014**).

**Les Ericaceae:** La pollinisation des Ericaceae a commencé au mois de janvier, mais le pic a été observé au mois de mars (219 GP), puis elle régresse progressivement pour se terminer au mois de juillet. L'étude de **Ketfi (2016)**, menée sur l'atmosphère pollinique d'Annaba (Algérie) a montré que la pollinisation des Ericaceae a débuté fin février en 2007 et début d'avril en 2008 et 2009 et s'est achevée au mois de juin. **Necib et Boughediri (2016)**, ont signalé la présence continue du pollen des Ericaceae dans l'atmosphère de El-Hadjar (nord-est de L'Algérie) durant toute l'année avec une quantité maximale enregistrée au mois de mars.

Ces variations dans les dates de pollinisation sont souvent causées par les effets des conditions climatiques spécifiques de chaque région. Par ailleurs, les quantités du pollen aéroportées des Ericaceae sont généralement peu importantes, cela peut être dû à la pollinisation entomophile caractéristique de cette famille. De même, le pollen des Ericaceae se libère sous forme de tétrades ce qui empêche les courants atmosphériques de les transporter à des distances plus longues. Une étude aéropalynologique réalisée par **Garcia-Mozo et al. (2006)** à Toledo (Espagne), a montré que le pollen des Ericaceae est très peu abondant dans l'atmosphère de cette ville. De plus, **Trigo et al. (2008)**, ont mentionné que les quantités des grains de pollen aéroportés des Ericaceae sont généralement faibles.

La famille des **Poaceae:** La saison pollinique des Poaceae est très précoce et très prolongée, elle s'étend du mois de janvier jusqu'au mois d'aout, le pic le plus important a été enregistré pendant le mois d'avril. **Docampo et al. (2007)**, ont signalé la pollinisation prolongée des Poaceae dans l'atmosphère de Nerja (sud de l'Espagne). Selon **Michel et al. (1975)**, la pollinisation des Graminées (Poaceae) peut se manifester dès le début du mois de décembre dans l'Afrique du nord mais de moindre importance. De même, l'étude de **Potoglu Erkara (2008)**, effectuée sur l'atmosphère pollinique de Sivrihisar (Turkey) a montré que la pollinisation des Poaceae débute dès le mois de janvier et s'étend jusqu'au mois de juin. De même **Clot (2007)**, a constaté que la succession des floraisons de nombreuses espèces des Poaceae prolongent la présence du pollen dans l'air. D'autre part, **Chefrou et al. (2002)**, ont étudié la composition pollinique atmosphérique de la ville de Annaba (Algérie), et ont montré que les Poaceae font partie intégrante de deux saisons polliniques: la pré-saison et la grande saison pollinique. Dans la région méditerranéenne, des concentrations polliniques atmosphériques considérables des Poaceae ont été signalées au début du mois d'avril, tandis

que la pollinisation s'est intensifiée dès la deuxième moitié du même mois (**D'Amato et al., 1991**).

Dans nos sites étudiés, le pollen des Poaceae est très abondant du point de vue qualitatif (9 taxons identifiés) et quantitatif (649 GP récoltés), cela est probablement lié à la coïncidence de la période de récolte avec celle de la floraison ou encore à cause de la dominance des cultures céréalières dans cette région. De plus le mode de dissémination du pollen des Poaceae est essentiellement anémophile ce qui facilite son transport par les courants d'air (**Sell et al., 1993**). En outre et en raison du nombre élevée des espèces des Poaceae, la saison pollinique est relativement longue. Deux pics polliniques ont été observés pour cette famille: le premier durant le mois d'avril (175 GP), et le deuxième est moins important noté durant le mois de mai (113 GP). Généralement, cette famille est considérée parmi les plus importantes dans le monde entier (**Fernandez-Gonzalez et al. 1999**).

Concernant l'allergie pollinique, Le pollen des Poaceae est considéré comme l'une des principales causes des pollinoses dans plusieurs régions du monde. En 2001 à Caen (France), **Njok et al. (2010)**, ont démontré que les Poaceae provoquent des symptomatologies allergiques dès que le seuil dépassait 40grains/m<sup>3</sup>/jour. En Espagne, **D'Amato (1998)**, a signalé que la prévalence des prick-tests positifs chez les patients souffrant de pollinose est de 87% pour les Poaceae seules. D'autres études, ont montré qu'un grain de pollen des Poaceae contient entre 700 et 1000 granules d'amidon et près d'un million de microparticules. A cause de leur taille, ces particules peuvent pénétrer plus profondément dans l'appareil respiratoire que le pollen entier et induire des réactions allergiques (**Abou-Chakra, 2009**).

La famille des **Oleaceae**: La pollinisation a débuté faiblement aux mois de janvier et de février puis s'est intensifiée au mois de mai d'où nous avons enregistré la quantité la plus importante pendant ce mois. Lors d'une étude menée sur l'atmosphère pollinique de Montpellier (France), **Michel et al. (1975)** ont signalé la présence du pollen des Oleaceae principalement *Olea* et *Fraxinus* en janvier et février, qui sont susceptibles de déterminer des allergies respiratoires tôt dans la saison. D'autres travaux ont montré que la pollinisation des Oleaceae atteint son maximum aux mois de mai et de juin (**Dominguez-Vilches et al., 1993**). Selon **D'Amato et Lobefalo (1989)**, le pollen de l'olivier (*Olea europaea*) est présent dans le sud de la France en mai et en juin et capable d'être transporté à plusieurs centaines de kilomètres.

Les Oleaceae sont aussi considérées comme des producteurs du pollen à haut pouvoir allergisant dans la région méditerranéenne (**D'Amato et Lobefalo 1989 ; D'Amato, 1998**). De même **Pérez-Badia et al. (2010)**, ont confirmé le rôle du pollen de l'olivier dans le déclenchement de pollinose dans la région centre de l'Espagne, durant les mois de mai et de juin. Selon **Arobba et Negrini (1986)**, l'olivier (*Olea europaea*) est classé parmi les taxons les plus allergisants dans la ville de Gêne (Italie).

**Les Pinaceae:** La période de pollinisation des Pinaceae a commencé durant le mois de février pour être prolongée jusqu'au mois d'aout avec une forte abondance pendant le mois de mars (301 GP). Cette prolongation a été observée dans l'étude de **Potoglu Erkara (2008)**, sur l'atmosphère pollinique de la ville de Sivrihisar (Turkey) en 2005 et 2006, l'auteur a signalé la présence du pollen des Pinaceae dans l'atmosphère de cette ville durant la période allant de janvier à décembre. L'étude de **Ketfi (2016)**, réalisée sur l'atmosphère pollinique de la ville d'Annaba (Algérie) a montré que la pollinisation des Pinaceae a débuté fin février pendant l'année 2007 et s'est achevée au mois de mai. En région méditerranéenne, la période de présence du pollen des Pinaceae dans l'atmosphère se prolonge durant tout le printemps et une deuxième vague apparait au cours des mois de juin et de juillet, constituée par des apports en provenance des zones montagneuses environnantes (**Sell et al., 1993**).

Quant aux **Asteraceae**, les premiers grains de pollen ont été récoltés pendant le mois de janvier puis l'émission pollinique cesse en février et en mars et reprend en avril pour atteindre son maximum au même mois (54 GP). Selon l'étude de **Bouguenoun (2015)**, réalisée sur la région d'Oued Zenati (nord-est de l'Algérie) et celle de **Kiared et al. (2016)**, sur l'atmosphère pollinique d'Oran (nord-ouest de l'Algérie), la plus forte concentration pollinique des Asteraceae a été enregistrée pendant le mois d'avril.

Bien que la majorité des espèces soit entomophiles, cette famille renferme aussi d'autres qui sont anémophiles, dont les plus importantes sont: l'armoise (*Artemisia*) et l'ambrosie (*Ambrosia*) qui émettent des quantités considérables de pollen dans l'atmosphère, causant ainsi des problèmes allergiques notamment l'ambrosie qui est considérée comme l'un des producteurs des pollens les plus allergisants (**Huynen et Mnne, 2003 ; Thibaudon et al., 2004 ; Tamarcaz et al., 2005 ; Clot, 2007**). Selon **Vincent (1990)**, un seul plant de cette plante peut produire plusieurs millions de grains de pollen, alors qu'il suffit une concentration relativement faible de son pollen pour déclencher une réaction allergique chez les personnes sensibilisées. Par ailleurs, le pollen de l'ambrosie (*Ambrosia*) est caractérisé par une forte

volatilité qui lui permet de parcourir de longues distances (supérieures à 100 kilomètres), ce qui rend le risque allergique dépasse largement la stricte aire d'implantation de la plante (**Thibaudon et al., 2004**).

**Les Myrtaceae:** La période de pollinisation est étalée sur toute la durée de l'étude, mais en quantités très faibles de grains de pollen, ce qui est en concordance avec les résultats obtenus par **Chefrou et al. (2002)**, lors d'une étude menée sur l'atmosphère pollinique d'Annaba (Algérie), pendant une période allant de janvier à août de l'année 1997. L'*Eucalyptus* est le genre le plus représentatif de cette famille, il est cultivé en abondance dans la région comme plantes ornementales ; ses quantités faibles de grains de pollen recensées peuvent être dues à l'éloignement des stations de captages. Le pic enregistré est au mois de mars (12 GP). Le pollen d'*Eucalyptus* est considéré peu allergisant, alors que certains auteurs ont compté les Myrtaceae parmi les familles pouvant provoquer de fortes réactions allergiques (**Dopazo-Martinez et al., 2000**).

**Les Fagaceae:** La saison pollinique des Fagaceae et principalement le genre *Quercus*, s'est trouvée avancée dans nos sites étudiés, elle a débuté au mois de janvier et se prolonge jusqu'au mois de juin avec de faibles quantités recensées. Dans le sud de la région méditerranéenne, la période de pollinisation du *Quercus* débute dès le mois de mars et cette période peut se moduler selon les années, 3 à 4 semaines de décalage peuvent être observées en région méditerranéenne (**Sell et al., 1993**). Par ailleurs, **Hadj Hamda et al. (2016)**, ont étudié l'atmosphère pollinique de la région de Mornag (nord de la Tunisie), durant la période allant d'octobre 2010 à décembre 2011 et ont montré que le pollen de *Quercus* est présent dans l'atmosphère de cette ville durant le mois de novembre puis l'émission pollinique cesse aux mois de décembre et de janvier et reprend au mois de février et s'est achevée au mois de mai.

Du point de vue allergie pollinique, le pollen des Fagaceae représente la principale cause de la pollinose hivernale/printanière dans la région tempérée de l'hémisphère nord (**Hauser et al., 2011**). De même, **Ott et al. (1981)**, ont mentionné que le pollen du *Quercus* fait partie des principaux allergènes responsables des allergies précoces en Alsace (France). Dans le Sud de l'Allemagne, **Kropp et Laumen (1999)**, ont analysé les sensibilisations cutanées chez 157 patients présentant une allergie pollinique. Parmi eux, 48 (soit 31 %) ont réagit au pollen de *Quercus*.

**Les Chenopodiaceae:** Elles sont peu abondantes dans l'atmosphère de la zone étudiée, la période de pollinisation est prolongée et dure jusqu'au mois d'août. Les quantités polliniques mensuelles récoltées sont généralement faibles excepté le mois d'août où la quantité la plus élevée a été enregistrée durant ce mois (31GP). **Carinanos et al. (2010)**, ont signalé la présence du pollen des Chenopodiaceae dans l'atmosphère des zones arides de la Péninsule Ibérique (sud-ouest de l'Europe) pendant plus de six mois. Selon **Galan et al. (1989)**, le pollen des Chenopodiaceae est considéré parmi les plus allergisants surtout lorsqu'il est abondant dans l'atmosphère.

**Les Brassicaceae:** La période de pollinisation des Brassicaceae s'étend du mois de janvier jusqu'au mois d'août, mais les quantités de pollen récoltées sont de moindre importance. La présence du pollen aéroporté des Brassicaceae peut être liée à la culture du colza dans la région. En région méditerranéenne, la période principale de dissémination des grains de pollen des Brassicaceae s'étale sur plusieurs mois, du mois de janvier à la fin du mois de mai (**Sell et al., 1993**). Le mode de pollinisation des Brassicaceae est essentiellement entomophile, mais des quantités de pollen non négligeables se retrouvent libérées dans l'atmosphère. Lors d'une étude aéropalynologique réalisée à Timisoara (Roumanie), **Ianovici (2007)**, a signalé l'absence totale des grains de pollen des Brassicaceae dans l'atmosphère de cette ville.

La famille des **Urticaceae:** Leurs grains de pollen sont faiblement représentés dans l'atmosphère de la zone étudiée d'où nous avons récolté de faibles quantités pendant les mois de mai, de juin et d'août. Cependant la période de pollinisation dans la région méditerranéenne s'étale sur tout le printemps et l'été avec un décalage de deux à trois semaines (**Sell et al., 1993**). D'après **Lelong et al. (1980)**, les grains de pollen de l'ortie (*Urtica dioïqua*) sont présents dans l'atmosphère de la région nord de la France entre le premier juin et le 31 août. De même **Carinanos et al. (2010)**, ont signalé que la saison pollinique des Urticaceae est relativement courte. Cette famille comprend des espèces allergéniques tel que l'ortie (*Urtica dioïqua*), qui est réputée par sa forte allergénicité (**Michel et al., 1975**).

**Les Plantaginaceae:** Le pollen des Plantaginaceae commence à disséminer pendant le mois de janvier, puis la pollinisation cesse durant les mois de février et de mars et reprend au mois d'avril. Dans le sud de la région méditerranéenne, la saison pollinique des Plantaginaceae débute dès le début du mois d'avril et se prolonge durant quinze à vingt

semaines selon les saisons (**Sell, et al., 1993**). Le calendrier pollinique de la ville de Toledo (Espagne) réalisé entre la période (2003-2007), a montré que la saison pollinique des Plantaginaceae et principalement l'espèce *Plantago* sp. débute dès le mois de mars et se termine au mois de juillet (**Pérez-Badia et al., 2010**).

Concernant l'allergie pollinique des Plantaginaceae, ces mêmes auteurs ont prouvé que le pollen du *Plantago* sp. durant cette période à Toledo a augmenté les risques allergiques chez les sujets sensibles. Selon **Gutiérrez et al. (1999)**, le pollen du *Plantago* est l'un des types polliniques les plus allergéniques en Europe. D'autres auteurs ont rapporté une corrélation positive et significative entre l'exposition aux pollens du *Plantago* et la survenue de symptômes allergiques dans une population sensibilisée (**Ravault et al., 2005**). L'allergène majeur du *Plantago lanceolata* (Pla 11) a été identifié et caractérisé par **Calabozo et al. (2001)**, cette protéine ressemble celle de l'*Olea europaea* (Ole e 1) ce qui peut indiquer l'existence de réactions croisées entre *Plantago lanceolata* et l'*Olea europaea*.

**Les Mimosaceae:** Quant à elles, elles sont peu représentées pourtant elles sont fréquemment plantées comme flore ornementale, ceci peut s'expliquer par son mode de pollinisation entomophile, mais **Trigo et al., (2008)**, ont rapporté les faibles quantités du pollen aéroporté des Mimosaceae à une faible production des polyades par cet arbuste. La saison pollinique commence en janvier, cesse en février et reprend en mars pour atteindre son maximum durant le même mois et qui se prolonge jusqu'au mois de juillet. En région méditerranéenne, les émissions polliniques des Mimosaceae ont été observées pendant la saison hivernale et durent jusqu'au mois de juillet (**Sell et al., 1993**).

Les Mimosaceae sont classées parmi les taxons allergéniques, principalement le genre *Mimosa*, mais leur capacité allergisante est peu fréquente (**Laurent et Lagrue, 1983**), car les émissions polliniques sont de très faible amplitude (**Sell et al., 1993**).

**Les Polygonaceae:** Le pollen des Polygonaceae, notamment de l'espèce *Rumex acetosa* a été observé dans l'atmosphère de nos sites étudiés pendant les mois de mai, de juin et d'août, le pic a été enregistré pendant le mois d'août (16 GP). Les émissions polliniques des *Rumex*, peuvent être observées dès le début du mois de mars dans le sud de la région méditerranéenne et un mois plus tard dans le nord avec trois à quatre semaines d'écart d'une année par rapport à l'autre (**Sell et al., 1993**). L'étude de **Necib et Boughediri (2016)**, menée sur l'atmosphère pollinique d'El Hadjar (l'Algérie) a montré que la pollinisation du *Rumex* sp. se manifeste dès le début du mois de mars et s'achève au mois de juin. Pour ce qui est de leur

pouvoir allergisant, certains auteurs ont considéré les Polygonaceae parmi les taxons pouvant provoquer des manifestations allergiques (**Subiza *et al.*, 1995 ; Vinckier and Smets, 2001**).

A partir des données obtenues des comptes polliniques des différents taxons recueillis, nous pouvons constater qu'un nombre important de familles est représenté par de faibles quantités de grains de pollen (Liliaceae, Ulmaceae, Malvaceae, Ephedraceae, Salicaceae, Rosaceae ...), probablement parce que la plante n'est pas bien représentée dans la zone étudiée ou l'éloignement de la population des sites d'échantillonnages (**Velasco-Jiménez *et al.*, 2013**), ou encore à cause de leur mode de pollinisation essentiellement entomophile. Malgré leur présence limitée, leur contribution à la richesse de la flore de la zone étudiée est non négligeable.

Par ailleurs, le pollen de certaines familles (Cupressaceae, les Poaceae, les Ericaceae, les Betulaceae, les Myrtaceae, les Chenopodiaceae...) est présent dans l'atmosphère pendant presque toute la durée de l'étude, ce qui peut être expliqué par les longues périodes de pollinisation. **Tossou *et al.* (2016)**, ont observé la présence du pollen des Poaceae, des Chenopodiaceae et certaines d'autres espèces dans l'atmosphère d'Abomey-Calavi (Bénin) quelles que soient les saisons de l'année.

Les quantités les plus importantes des grains de pollen ont été capturées entre les mois de mars et de mai, ce qui indique les périodes de floraison de la plus part des taxons présents dans le couvert végétal de la région d'étude. De nombreuses études aéropalynologiques à travers le monde ont montré que les grandes quantités des grains de pollen sont produites entre les mois de mars et de mai (**Garcia-Mozo *et al.*, 2006 ; Recio *et al.*, 2006 ; Ketfi, 2016**). Tandis que l'étude de **Subiza *et al.* (1995)**, réalisée sur l'atmosphère pollinique de Madrid (Espagne) a révélé que les quantités polliniques les plus importantes ont été récoltées entre les mois de mars et de juin dans l'atmosphère de cette ville.

Le dénombrement et l'identification des grains de pollen aéroportés de la région de Guelma nous ont révélé, que parmi les trente trois (33) familles identifiées, dix-huit (18) familles sont connues d'après la littérature scientifique par leur pouvoir allergisant, les principales sont les Cupressaceae, les Betulaceae, les Oleaceae, les Poaceae et les Asteraceae qui sont dotées d'une haute capacité allergisante. Cependant, le seuil clinique pour déclencher l'allergie pollinique est spécifique de chaque taxon et peut varier légèrement pour un même taxon, d'une année à une autre et d'une région à une autre. Ce seuil correspond à la concentration qui n'est plus suffisante pour déclencher les symptômes de la pollinose (**Comtois et Gagnon, 1988**).

Par ailleurs, de nombreux facteurs peuvent influencer les concentrations du pollen allergisant dans l'air, principalement le réchauffement climatique qui a rendu la pollinisation plus précoce, plus intense et plus prolongée (**Besancenot et Thibaudon, 2012**); ce qui pourrait entraîner une augmentation des quantités des grains de pollen produites grâce à la hausse des températures et de l'ensoleillement (**Laaidi, 2004**). De plus, les polluants atmosphériques gazeux et particulaires sont considérés comme des facteurs aggravants la réaction allergique (**Aou chakra, 2009 ; Mortureux et al., 2014**). Ces polluants peuvent modifier la capacité allergénique des grains de pollen en augmentant le contenu en allergènes des grains et l'aptitude de ces allergènes à être libérés dans l'air, ce qui accroît le potentiel allergisant des pollens (**Monnier et al., 2015**). Selon **Rantio-Lehtimäki et al. (1991)**, l'allergie pollinique aux pollens des Poaceae est très influencée par la pollution de l'air. Dans les régions à forte pollution atmosphérique, le seuil de déclencher l'allergie est de 30 grains/m<sup>3</sup>/jour, tandis que dans les régions à faible pollution, le seuil est de 71 grains/m<sup>3</sup>/jour.

Selon la littérature scientifique, le seuil utilisé pour déclencher les symptômes de la pollinose est de 15 grains/cm<sup>2</sup> pour la méthode gravimétrique (**Kramer, 1994**) et celui pour la méthode volumétrique est de 30 grains/m<sup>3</sup>/jour (**Gonzalez-Parrado et al., 2014**). Cependant, la méthode utilisant des capteurs de type Hirst positionnés comme des capteurs de fond, considère que le risque allergique pour certains taxons présentant un fort pouvoir allergisant (*Ambrosia*) devient réel dès 6 grains/m<sup>3</sup>/jour (**Comtois et Gagnon, 1988**). Ces mêmes auteurs ont affirmé une relation étroite entre les concentrations polliniques et les symptômes de pollinoses. De plus, ils ont pu déterminer les seuils cliniques des trois groupes de végétaux caractéristiques des saisons polliniques: les arbres, les Graminées (Poaceae) et l'ambrosie (*Ambrosia* sp.). Le seuil fixé pour les arbres est de 8-21 grains/m<sup>3</sup>, celui pour les graminées est de 4-12 grains/m<sup>3</sup> et de 1-3 grains/m<sup>3</sup> pour l'Ambrosie, tandis que d'autres auteurs ont signalé que le seuil clinique pour déclencher l'allergie pollinique pour les Graminées (Poaceae) est inférieur à 10 grains/m<sup>3</sup> (**Caillaud et al., 2014**).

Quant au mode de pollinisation, le pollen aéroporté identifié dans l'atmosphère de la zone étudiée est divisé en trois types: pollen anémophile, pollen entomophile et pollen mixte (anémophile et entomophile). Cependant, le pollen anémophile est le plus abondant dans nos sites étudiés d'où nous avons enregistré un taux de 2186 GP, soit 65% par rapport au pollen produit par les plantes entomophiles (756 GP, soit 23%). Tandis que, les taxons caractérisés par une pollinisation mixte ont enregistré un taux de 406 GP, soit 12%.

Lors d'une étude aéropalynologique menée en Italie, **Frenquelli et Mandrioli (1990)**, ont montré que le pollen aéroporté provenant des taxons anémophiles qui a enregistré les quantités les plus importantes. Ce qui est en accord avec d'autres études à travers le monde dont celle de **Subiza et al., (1995)**, sur l'atmosphère pollinique de Madrid (Espagne) durant une période de 15 ans ; ces auteurs ont démontré que les grains de pollen identifiés dans l'atmosphère de cette ville proviennent essentiellement d'une flore anémophile. Par ailleurs, Les grains de pollen des espèces anémophiles sont toujours lisses, de taille relativement faible et dépourvus d'ornementations et de substances visqueuses (**Gorenflot et Foucault, 2005**), ce qui a pour effet de faciliter leur dispersion par les courants d'air et leur abondance dans l'atmosphère. D'autre part, il a été prouvé que les pollens responsables des maladies allergiques sont émis le plus souvent par des plantes anémophiles et ne dépassent pas 50µm de diamètre (**Guérin et Cour, 1993 ; Obtulowicz, 1993**).

En ce qui concerne les espèces identifiées dans l'atmosphère de notre région d'étude, nous avons récolté 66 taxons appartenant à 33 familles végétales où seulement 35 espèces ont été identifiées. Les familles les plus riches en espèces sont: les Poaceae, les Fabaceae, les Asteraceae, les Oleaceae, et les Pinaceae. Les trois premières familles sont citées par **Quézel et Santa (1962-1963)** parmi les plus riches en espèces. Le nombre élevé des grains de pollen des Poaceae peut être expliqué par la vocation agricole de la région, caractérisée par la céréaliculture (espèces alimentaires et fourragères). Il en est de même pour les Fabaceae du fait de ses importances fourragères et pastorales. Les Poaceae comptent seules 320 espèces et sous-espèces. Cette famille représente l'une des plus importantes familles de la flore Algérienne, famille remarquable en taxons rares et très rares (**Quézel et Santa, 1962**). En outre, la présence des Oleaceae peut être due à l'abondance de l'Oléastre (*Olea europaea* L. var. *silvestris* Miller) dans les massifs montagneux entourant la région, en plus les reboisements intensifs de l'Olivier (*Olea europaea*) dans cette région, en particulier pendant cette dernière décennie pour ses intérêts économiques. Selon **Galan et al. (2005)**, la culture de l'Olivier occupe une place prépondérante dans l'économie du bassin méditerranéen. De même, cette espèce est l'un des taxons les plus représentés dans les spectres aéropolliniques de la région méditerranéenne (**Rojo et al., 2016**). Quant au Pinaceae, nous avons pu recenser un nombre important de pollen dès le mois de mars notamment pour l'espèce *Pinus maritima*, leur abondance est probablement liée à la culture de cette espèce pour ses qualités ornementales dans les espaces urbains et sur les bords des routes (haie naturelle).

Les Cupressaceae sont représentées principalement par le *Cupressus sempervirens*, cette espèce est très abondante dans l'atmosphère de nos sites étudiés, leur abondance est peut être due à l'utilisation intensive de cette plante comme arbre d'alignement et d'ornement.

Concernant le pollen provenant des taxons des zones humides lotiques et lenticues (*Alnus glutinosa*, *Ulmus* sp., *Salix* sp., *Typha angustifolia*, *Betula* sp. et *Rubus* sp.), la présence de ces taxons dans la région de Guelma (excepté *Alnus glutinosa*) peut être attribuée à la végétation de la Seybouse. Quant au *Alnus glutinosa*, cette espèce se trouve dans les complexes humides d'Annaba, El- Kala et Guerbes-Senhadja (**Belouahem-Abed et al., 2011**), ce qui peut expliquer leur provenance qui n'est autre que la zone littorale la plus proche de notre zone étudié, soit celle de Guerbes-Senhadja. Certains auteurs ont démontré que les grains de pollen des Aulnes peuvent se disséminer par les courants atmosphériques plusieurs centaines de kilomètres (**Sell et al., 1993**). L'étude de **Tchabi et al., (2017)**, sur l'atmosphère pollinique de Bénin, a révélé que certaines espèces de la végétation lointaine peuvent être enregistrées dans le spectre pollinique, grâce à la capacité de transport de leurs grains de pollen par le vent sur de grandes distances. D'autres études dont celle de **Cambon et al. (1992)**, sur le contenu pollinique de l'atmosphère de la ville de l'Ontario (Canada), a montré la présence des grains de pollen dans le spectre pollinique de cette ville, dont la source se situe au moins à 1000 km des stations de récoltes. Selon **Clot (2003)**, les grains de pollen sont capables de voyager sur une distance de 2500 km.

Les espèces ornementales, principalement l'*Eucalyptus*, *Lavandula angustifolia*, *Casuarina* sp., *Acacia* sp., *Hedera helix* et *Ceratonia siliqua* sont représentées dans le spectre aéropollinique et elles sont présentes dans le paysage de la région. *Hedera helix* et *Ceratonia siliqua* sont peu présentes dans l'atmosphère de la zone d'étude, cela peut être s'expliqué par le mode de pollinisation entomophile caractéristique de ces taxons. Le *Casuarina* est un arbre d'ornement, cultivé pour former des brises vent et de reforestation de terrains incultes (**Fiasson, 1952**). L'*Eucalyptus* qui est largement répandu en région méditerranéenne en particulier en Afrique du nord et au Proche-Orient est cultivé comme plantations d'alignement et d'agrément (**Nahal, 1989**).

*Ceratonia siliqua* est un arbre typiquement Méditerranéen qui croît sous les climats chauds (**Quézel et Santa, 1962**), en plus de ses qualités ornementales, cet arbre est cultivé

pour ses gousses comestibles. Quant à *Lavandula angustifolia*, cette plante herbacée est très répandue en région Méditerranéenne, bien connue par ses effets thérapeutiques contre diverses maladies inflammatoires, infectieuses et carcinogènes (**Hajhashemi et al., 2003 ; Denner, 2009**).

Les Chenopodiaceae, principalement le *Chenopodium album* qui est considéré comme phyto-indicateur de la grande pression humaine sur la végétation (dégradation du milieu) (**Libiad et al., 2015**), du fait que la région est soumise à une activité anthropique assez importante notamment pour cette dernière décennie.

Les espèces forestières sont représentées par le *Quercus* sp., *Arbutus* sp., *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea* sp., *Ligustrum* sp., *Fraxinus* sp. *Erica arborea*, *Cedrus* sp., *Tilia* sp. et *Jeniperus* sp. La présence de ces espèces dans l'atmosphère de Guelma est probablement due au reboisement de certaines d'entre elles pour leurs intérêts économiques (*Quercus* sp., *Cedrus* sp., *Jeniperus* sp., *Fraxinus* sp.). D'autres espèces tels que *Arbutus* sp., *Erica arborea*. et *Phillyrea* sp. occupent les maquis à *Quercus* et à *Jenipurus* (**Camarda et al., 2016**).

L'étude de **Toubal-Boumaza (1989)**, menée sur la végétation de l'Edough (Algérie-Nord orientale) a montrée que la flore de l'Edough se caractérise par la prépondérance des Fabaceae, des Rosaceae, des Ericaceae et des Cistaceae ainsi que des groupements végétaux constitués par des séries de chêne-Liège, chêne-Zeen, Pin maritime et l'Oleo-Lentisque.

Par ailleurs, **Bara et Houhamdi (2015)**, ont cité que la végétation de Djbel Maouna situé au sud de la wilaya de Guelma (Nord- est Algérien) est dominée par différentes espèces de *Quercus* (*Q. suber*, *Q. canariensis*, *Q. illex*) de *Pinus halepensis* ainsi que d'autres espèces qui colonisent la Maouna tels que *Nerium oleander*, *Pistacia lentiscus* , *Olea europaea sylvestris*, *Lavandula angustifolia*, *Asphodelus albus* et *Arbutus unedo*.

Nous remarquons aussi que certains taxons sont faiblement représentés dans l'espace aérien de la région d'étude tels, *Angelica vulgaris*, *Myrtus communis*, *Centaurea* sp. *Taraxacum* sp., *Ambrosia* sp., *Artemisia vulgaris*, *Castanea* sp., *Mercurialis annua*, *Euphorbia* sp., *Citrus* sp., *Ephedra* sp., *Rosa* sp., *Rubus* sp. et *Prunus* sp.), ceci peut être expliqué par leur absence dans la région ou à leur mode de pollinisation (entomophile ou à la fois anémophile et entomophile) ce qui explique les faibles quantités de pollen retrouvées dans l'air.

De plus, les espèces cultivées pour leur importance économique (*Daucus carota*,

*Brassica napus* et *Helianthus annuus*) sont également représentées dans le spectre aéropollinique de la région. La présence de pollen des espèces appartenant aux familles entomophiles (Papaveraceae, Brassicaceae, Malvaceae, Liliaceae, Boraginaceae) dans le contenu pollinique atmosphérique peut être expliquée par les caractères biotiques des grains de pollen, soit leur taille faible, leur poids léger, les éléments structuraux fins... (**Ketfi, 2016**).

Par ailleurs, nous constatons que les taxons identifiés sont dont La plus part appartenant à la flore méditerranéenne, vu que la région est caractérisée par un climat méditerranéen à hiver humide et pluvieux et à été chaud et sec. Dans cette région méditerranéenne, tout un cortège floristique relativement homogène a été reconnu par les palynologues pendant la dernière glaciation, ce cortège est dominé par les grains de pollen de *Artemisia*, *Ephedra*, *Helianthemum*, et des Chenopodiaceae, Poaceae, Plantaginaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Asteraceae, etc.,(**Quézel, 1999**).

Ces genres ou ces familles sont souvent représentés dans les spectres polliniques des régions méditerranéennes. Selon **Quézel et Médail (1995)**, la région méditerranéenne est considérée comme la plus diversifiée sur le plan mondial. La richesse floristique de la région méditerranéenne équivaut à environ 10 % des végétaux supérieurs du globe présents sur seulement 1,6 % de la surface terrestre (**Médail et Quézel, 1997**). Dans l'étude de **Durand (1986)**, nous pouvons constater les trois conditions qui distinguent la flore de la région méditerranéenne: l'apparition à peu près exclusive des essences forestières à feuilles persistantes, prédominance des arbrisseaux vivaces à feuilles persistantes et le nombre considérables des plantes annuelles.

En fin et selon **Mediouni (2002)**, 20 familles parmi les 33 familles retrouvées dans notre zone étudiée, regroupent un nombre important de taxons endémiques spécifiques à l'Algérie.



## *Conclusion et perspectives*

L'intérêt principal de l'aéropalynologie est l'étude du contenu pollinique de l'air par le dénombrement et l'identification du pollen aéroporté. La surveillance aéropalynologique apporte des informations utiles au diagnostic et au traitement des maladies allergiques. De même les comptes polliniques nous fournissent des données sur l'origine géographique du pollen.

L'objectif visé de notre étude est le pollen dans l'air, dans ce contexte nous avons réalisé une étude aéropalynologique sur l'atmosphère de la région de Guelma dans le but d'identifier la composition pollinique atmosphérique de cette région et de déterminer les taxons pouvant provoquer des hypersensibilités chez les sujets allergiques, de plus de déceler l'influence des facteurs climatiques sur les concentrations polliniques atmosphériques.

Le recueil des pollens atmosphériques a été réalisé à l'aide de la méthode gravimétrique, celle-ci repose sur le principe de la sédimentation des grains de pollen sur des lames enduites d'une substance adhésive et exposées à l'air pendant 24 heures. La quantification et la détermination des pollens recueillis ont été effectuées par le microscope optique en s'appuyant sur les lames de références et les clés d'identifications.

L'étude du contenu pollinique de l'atmosphère de la région de Guelma montre que celle-ci reflète les grands traits de la végétation de la région. Par ailleurs, nous pouvons constater qu'une part importante des taxons n'est pas représentée dans le spectre pollinique.

Les résultats de l'identification de la composition pollinique atmosphérique nous ont révélé la richesse de la région étudiée en taxons végétales notamment ceux pouvant provoquer des allergies saisonnières. Un total de 3348 GP a été capturé et 66 taxons représentant 33 familles végétales ont été identifiés dont les Cupressaceae constituent la famille la plus abondante (22,55%) suivie des Poaceae qui occupent la deuxième position (19,38%) et les Pinaceae en troisième ordre (13,08%). En outre, la plupart des taxons identifiés appartenant à la flore méditerranéenne.

Parmi les 33 familles identifiées, dix huit (18) d'entre elles sont dotées d'un pouvoir allergisant prouvé, soit 65% par rapport au nombre total des familles recensées (35% pour les familles non allergisantes). Les familles allergisantes les plus représentées sont: les Cupressaceae, les Poaceae, les Oleaceae et les Betulaceae. Le pollen des taxons considérés comme allergisants provient essentiellement d'une flore anémophile.

D'autre part, nous avons remarqué que les facteurs climatiques (température, vent, humidité et précipitations) influencent considérablement les concentrations polliniques atmosphériques, causant ainsi de légères fluctuations dans les dates de pollinisation des différents taxons.

L'identification et le comptage du pollen aéroporté de la région de Guelma nous ont permis d'établir un calendrier pollinique spécifique de cette région. Ce dernier nous renseigne sur les périodes de pollinisation des différents taxons présents dans l'air et l'intensité de la charge pollinique mensuelle pour chaque taxon, principalement pour ceux réputés par leur activité allergénique, ce qui rend possible la prévention contre le pollen allergisant.

En perspectives, les résultats obtenus lors de cette étude doivent être conduits sur une période plus étalée pour pouvoir utiliser les émissions polliniques comme moyen permettant la détermination de la richesse de l'espace aérien de cette région principalement en taxons allergisants en vue d'améliorer les mesures de prévention contre le pollen allergisant.

Il nous semble nécessaire pour des prochaines analyses d'utiliser d'autres méthodes de mesures tels que la méthode volumétrique, celle-ci mesure les concentrations de pollen dans l'air en nombre de grains par mètre cube d'air, ce qui permet une grande précision dans la détermination des seuils cliniques de déclenchement des symptômes allergiques. De même et en raison des difficultés rencontrées lors de l'identification de certains pollens, la réalisation de collections de référence sera nécessaire pour la détermination des pollens atmosphériques.

Enfin, dans une perspective préventive, plusieurs points ont été proposés pour lutter contre le pollen allergisant parmi lesquelles:

- ✓ Pour limiter la propagation des espèces allergisantes, il faut prendre en compte la composante santé dans le choix et l'entretien des espèces végétales mises en place en zones urbaines ou péri-urbaines.
- ✓ Pour les espèces arborescentes, il est important de sélectionner les espèces les moins allergisantes et de diversifier les plantations urbaines (**Livertoux, 1998**) et d'éviter les plantations monospécifiques, ce qui permet de diminuer la concentration pollinique d'une même espèce dans l'atmosphère. De plus, il sera préférable de choisir des espèces entomophiles adaptées aux environnements urbains (**Cuny et al., 2015**).

- ✓ Pour les mauvaises herbes, il convient d'éviter leur propagation par l'entretien des espaces verts, bords de routes, terrains vagues et friches, principalement au bord des zones urbanisées. La tonte doit être effectuée deux fois par an, avant la floraison, afin d'éviter la propagation du pollen dans l'air (**Livertoux, 1998**).
- ✓ Eviter l'implantation intensive d'espèces potentiellement allergisantes sur le même lieu, pour diminuer l'effet du pollen allergisant sur la santé de la population.
- ✓ D'autres mesures de prévention telle que l'exclusion des pratiques qui favorisent le développement et l'extension des espèces allergisantes et l'arrachage des espèces à risque comme l'ambrosie avant la floraison sont nécessaires pour éviter l'aggravation de la situation (**Chauvel et Martinez, 2013**).

## *Références bibliographiques*

- Abou Chakra, O. 2009.** *Allergénicité des Granules Cytoplasmiques de Pollen*. Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale Abies. Paris, 200 p.
- Abou Chakra, O. Lacroix, G. Senechal, H. et Thibaudon, M. 2010.** Synergie pollen-polluants et rôle des facteurs météorologiques sur le risque de pollinose: Evolution des consultations dans la région amiénoise pendant la saison pollinique 2007. *Revue Française d'Allergologie*, 50: 443-449.
- Adekanmbi, O. et Ogundipe, O. 2010.** Aeropalynological studies of Lagos Campus, Nigeria. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(4): 34-39.
- Aerobiology Research Laboratory, 2012.** Échantillonneurs rotatifs à impact pour aéroallergènes. Accessible au: <http://www.aerobiology.ca/products/samplers.php>.
- Agashe, S. A. et Caulton, E. 2009.** *Pollen and Spores: Applications with Special Emphasis on Aerobiology and Allergy*. Science Publishers, Enfield, NH. USA. 399 p.
- Alleaume, k. 2004.** *Analyse descriptive de la situation pollinique en Bretagne sur la période 1999-2003*. Mémoire de l'École Nationale de la Santé Publique. Rennes, 36 p.
- Alpern, B. Combaz, A. Corsin, P. Jardiné, S. Taugourdeau, J. et Verdier, J.P. 1968.** Paléobotanique et palynologie en France: Aperçu historique. *Rev. Palaéobotan. Palynol.*, 7: 149-199.
- Ariano, A. 2008.** Allergie aux pollens de Cyprès. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 48: 321-324.
- Ariano, R. 2009.** Climate change and increase of allergic diseases. *Eur. Ann. Allergy Clin. Immunol.*, 41:136-138.
- Arobba, A. et Negrini, A.C. 1986.** Etude aérobiologique des Oleacées à Gênes (Italie) de 1981 à 1983. *Grana*, 25: 205-213.
- Bagnouls, S.F. Gaussen, H. 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88: 193-239.
- Bara, M. et Houhamdi, M. 2015.** Première preuve de nidification du chardonneret élégant *Carduelis carduelis* (Fringillidae) dans la Mahouna (Guelma, Nord-Est de l'Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 37: 73-76.

**Bardei, F. Bouziane, H. Trigo, M.M. Ajouray, N. El Haskouri, F. et Filali Ben Sidel, F. 2013.** Incidence des spores fongiques de l'air de Tétouan (N.W. du Maroc) et influence des paramètres météorologiques. *Rev. Fr. Allergol.*, 53: 576-584.

**Battesti, M.J. et Goeury, G. 1992.** Efficacité de l'analyse méllisopalynologique quantitative pour la certification des origines géographique et botanique des miels: Le modèle des miels corses. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 75: 77-102p.

**Becila-Korteby, H. Abed, L. et Larbaoui, D. 1988.** Influence des facteurs météorologiques sur la pluie pollinique des Graminées de la région Algéroise. *Annales des Sciences Naturelles. Botanique et Biologie Végétale*. 13 (9): 67-71.

**Beeker, A. et Thibaudon, M. 1999.** Les calendriers polliniques. *Rev.fr.Allergol.*, 39 (4): 267-275.

**Behrendt, H. Becker, W.M. Friedrichs, K.H. Darsow, U. and Tomingas, R. 1992.** Interaction between aero-allergens and airborne particulate matter. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 99: 425-428.

**Behrendt, H. Krämer, U. and Schäfer, T. 2001.** Allergotoxicology. A research concept to study the role of environmental pollutants in allergy. *Allergy Clin. Immunol. Int.*, 13: 122-128.

**Belouahem-Abed, D. Belouahem, F. Benslama, M. de Bélair, G. et Muller, S. D. 2011.** Les aulnaies de Numidie (N.E. Algérien): Biodiversité floristique, vulnérabilité et conservation. *C. R. Biologies* 334: 61-73.

**Besancenot, J.P. 2009.** Pollens et pollinoses à l'épreuve du changement climatique. *Allergol. Pratique*, 89: 5-10.

**Besancenot, J.P. et Thibaudon, M. 2012.** Changement climatique et pollinisation. *Revue des Maladies Respiratoires*, 29 (10): 1238-1253.

**Besselat, B. et Cour, P. 1996.** Le pollen, indicateur de la production viticole. Ed. *Ingénieries Eat- Irstea*, 6: 3- 8.

**Bouguenoun, I. 2015.** *Identification et caractérisation immunologique d'un type pollinique allergisant dans l'atmosphère d'Oued Zenati-Guelma (Nord-Est de l'Algérie)*. Thèse de doctorat, université de Guelma, 105 p.

- Bousquet, J. Cour, P. Guérin, B. and Michel, F.B. 1984.** Allergy in the mediterranean area: Pollen counts and pollinosis of Montpellier. *Clinical Allergy*, 14: 249-258.
- Bousquet, J. Dhivert, H. et Michel, F. B. 1993.** Pollinose. *In pollen et allergie*. Ed. Allerbio. Varennes-en-Agrome, 279 p.
- Bouziane, H. Janati, A. Kazzaz, M. et Ater, M. 2016.** Aéropalynologie de l'olivier à Tétouan (Maroc). *Options Méditerranéennes*, 191-202.
- Brozek, J.L. Bousquet, J. et Baena-Cagnani , C.E. 2010.** Allergic rhinitis and its impact on asthma (ARIA) guidelines. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 126 (3): 466-476.
- Bucholtz, G.A. Hensel, A.E. Lockey, F.R. Serbousek, D. and Wunderlin, R.P. 1987.** Australian pine (*Casuarina equisetifolia*) pollen as an aeroallergen. *Ann. Allergy*, 59(1): 52-56.
- Bui Thi Mai et Girard, M. 2010.** Pollen et Archéologie: Une alliance passionnante. *Anthropobotanica*, 1-8.
- Buters, J.T.M. Kasche, A. Weichenmeier, I. Schober, W. Klaus, S. and Traidl-Hoffmann, C. 2008.** Year-to-year variation in release of Bet v 1 allergen from birch pollen: Evidence for geographical differences between west and south Germany. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 145: 122-130.
- Cadot, G. Tits, G. Bussels, L. et Ceuppens, J.L. 2001.** Asthma and hand dermatitis to leek. *European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 56: 192-193.
- Caillaud, D. Toloba, Y. Raobison, R. Besancenot, J.P. Thibaudon, M. Martin, S. et Segala, C. 2014.** Impact sanitaire des pollens: Revue des études épidémiologiques. *Revue des Maladies Respiratoire*, 31: 142-149.
- Calabozo, B. Barber, D. and Polo, F. 2001.** Purification and characterization of the main allergen of *Plantago lanceolata* pollen, Pla 1 1. *Clinical and Experimental Allergy*, 2: 322-330.
- Calleja, M. Farrera, I. et Almeras, T. 2005.** Métrologie des pollens dans l'air: Etude intercomparative en région Languedoc-Roussillon, Montpellier. *Agro. M.*, 78 p.

- Camarda, I. Brunu, A. Carta, L. et Vacca, G. 2016.** Incendies, pâturage et biodiversité dans la montagne du Gennargentu (Sardaigne), *Flora Mediterranea*, 26: 163-177.
- Cambon, G. Ritchie, J. C. et Guinet, P. 1992.** Pollen marqueur de transports à longue distance dans l'atmosphère du sud de l'Ontario (Canada). *Can. J. Bot.* 70: 2284-2293.
- Cambon, G. 1993.** Aperçu de l'analyse pollinique. *In pollen et allergie*. Ed. Allerbio. Varennes-en-Agrome, 279 p.
- Caramiello, R. Gallesio, M. T. Siniscalco, C. and Leone, F. 1991.** Cupressaceae in Piedmont (Italy). Aerobiological data and clinical incidence in urban and extraurban environments. *Grana*, 30: 109-112.
- Carinanos, P. Alcazar, P. Galan, C. and Dominguez, E. 2002.** Privet pollen (*Ligustrum sp.*) as potential cause of pollinosis in the city of Cordoba, south-west Spain. *Allergy*, 57: 92-97.
- Carinanos, P. Galan, C. Alcazar, P. et Dominguez, E. 2010.** Airborne pollen records and status of the anemophilous flora in arid areas of the Iberian Peninsula. *Journal of Arid Environments*, 74: 1102-1105.
- Cerceau-Larrival, M.T. Nilsson, S. Cauneau-Pigot, A. Berggren, B. Derouet, L. Verhille, A. M. and Carbonnier-Jarreau, M.C. 1991.** The influence of the environment (natural and experimental) on the composition of the exine of allergenic pollen with respect to the deposition of pollutant mineral particles. *Grana*, 30: 532-546.
- Cerceau- Larrival, M. T. 1992.** Ions inorganiques et le rôle fonctionnel de la paroi externe sporopollénique des grains de pollen. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 139 (1): 33-40.
- Chafai-Ketfi, L. et Boughediri, L. 2006.** Le contenu pollinique de l'atmosphère de la ville d'El Hadjar (Annaba, Algérie). *Sci. Technol.*, 24: 27-31.
- Charpin, D. Calleja, M. Lahoz, C. Pichot, C. et Waisel, Y. 2005.** Allergy to Cypress pollen. *Allergy*, 60: 293-301.
- Charpin, D. Calleja, M. Pichot, C. Penel, V. Hugues, B. et Poncet, P. 2013.** Allergie au pollen de cyprès. *Revue des Maladies Respiratoires*, 30: 868-878.

- Charpin, D. et Caillaud, D. 2014.** Épidémiologie de l'allergie pollinique. *Revue des Maladies respiratoires*, 31: 365-374.
- Chauvel, B. et Martinez, Q. 2013.** Allergie à l'ambrosie: Quels moyens pour empêcher l'invasion ? *Revue Française d'Allergologie*, 53(3): 229-234.
- Chefrour, A. Bennadja, S. Abdi, A. et Tridi, T. 2002.** Composition pollinique de l'air de Annaba (Nord-Est Algérien). *Allergie et Immunologie*, 34(5): 164-168.
- Clot, B. et Küpfer, P.H. 1999.** 1979-1998: 20 ans d'analyse aéropalynologique à Neuchâtel. *Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles*, 122: 99-107.
- Clot, B. 2003.** Plantes, Pollen et Allergie. Les Cahiers du Jardin Botanique. Vol. 3, 34 p.
- Clot, B. 2007.** *Pollen dans l'air du plateau suisse. Paramètres climatiques et nouveaux risques pour les allergies.* Thèse de doctorat en Sciences. Université de Neuchâtel, 102 p.
- Clot, B. 2008.** Pollen de l'air et risque d'allergie: L'évolution récente. *Environnement, Risques et Santé*, 7 (6): 431- 434.
- Colinvaux, P. De Oliveira, P. E. and Moreno Patino, J. E. 2005.** Amazon pollen manual and atlas. Ed. Harwood Academic Publishers. Brazil, 398 p.
- Comtois, P. et Gagnon, L. 1988.** Concentration pollinique et fréquence des symptômes de pollinose: Une méthode pour déterminer les seuils cliniques. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 28 (4): 279-286.
- Cour, P. 1974.** Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées pollinique: Etude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores*, 16: 103-141.
- Cour, P. et Van compo, M. 1980.** Agronomie, Prévision de récoltes à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, T. 290, série D. 1043- 1046.
- Crété, P. 1965.** Précis de botanique: Systématique des Angiospermes, 2<sup>ème</sup> édition. Edition Masson et C<sup>ie</sup>, 429 p.
- Cuny, M.A. Verrougstraete, L. Thibaudon, M. Bonhême, L. Besancenot, J.P. et Cuny, D. 2015.** Les effets de la végétation urbaine sur le climat, la pollution atmosphérique et la santé.

*Environnement, Risque et Santé*, 14: 482-489.

**Dalage, A. et Metaille, G. 2000.** Dictionnaire de biogéographie végétale. Ed. CNRS. Paris, 579 p.

**D'Amato, G. et Lobefalo, G. 1989.** Allergenic pollens in southern mediterranean area. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 83: 116-122.

**D'Amato, G. Spieksma, F.Th.M. et Bonini, S. 1991.** Allergenic pollens and pollinosis in Europe, Oxford. *Blackwell Scientific Publications*, 109-112.

**D'Amato, G.P. et Liccardi, G. 1994.** Pollen related allergy in the European Mediterranean area. *Clinical and Experimental Allergy*, 24: 210-219.

**D'Amato, G. 1998.** Pollen allergy in the Mediterranean area. *Rev. Fr. Allergol.*, 38 (7): 160-162.

**D'Amato, G. Bonini, S. Bousquet, J. Durham, S.R. and Platts-Mills T.A.E. 2001.** Pollenosis 2000: Global Approach. *JGC Editions*. Naples, 69-76.

**Daoud-Bouattour, A. 1996.** Le calendrier pollinique de Tunis. *Institut Pasteur de Tunis*, 73: 193-204.

**Demers, I. 2013.** Etat des connaissances sur les pollens et les allergies: Les assises pour une gestion efficace, Institut National de Santé Publique du Québec, 109 p.

**Denner, S.S. 2009.** *Lavandula Angustifolia* Miller: English Lavender. *Holist. Nurs. Pract.*, 23(1): 57-64.

**Deysson, G. 1967.** Organisation et classification des plantes vasculaires. 2<sup>ème</sup> partie: Systématique. Société d'Édition d'Enseignement Supérieur. Paris, 266 p.

**Didier, A. Meffrein, J. Jalut, G. Delaude, A. et Leophonte, P. 1988.** Le calendrier pollinique de Toulouse. Données aéropalynologiques et cliniques. *Rev. Fr. Alergol.*, 28(3): 183-189.

**Didier, A. Mazereeuw-Hauter, J. et Rancé, F. 2006.** Allergie et hypersensibilité. Ed. Elsevier. Paris, 62 p.

- Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPAT), 2008.** Rapport interne, monographie de la wilaya de Guelma, 36 p.
- Djukanovic, R. Roche, W.R. Wilson, J.W. Beasley, C.R.W. Twentyman, O. P. et Howarth, P.H. 1990.** Mucosal inflammation in asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 142(2): 434-457.
- Docampo, S. Recio, M. Trigo, M.M. Melgar, M. and Cabezudo, B. 2007.** Risk of pollen allergy in Nerja (southern Spain): A pollen calendar. *Aerobiologia*, 23: 189-199.
- Dominguez-Vilches, E. Infante Garcia-Pantaleon, F. Galan Soldevilla, C. Guerra Pasadas, F. et Villamandos de la Torre, F. 1993.** Variations in the concentrations of airborne *Olea* pollen and associated pollinosis in Cordoba (Spain): A study of the 10 year period 1982-1991. *J. Allergol. Clin. Immunol.*, 3 (3): 121-129.
- Donadieu, Y. 1983.** Le pollen. Thérapeutique naturelle, 6<sup>ème</sup> édition, Maloine édit., 84 p.
- Dopazo-Martinez, A. Jato Rodriguez, V. and Aira Rodriguez, M.J. 2000.** Allergenic pollen types in the atmosphere of Santiago De Compostela (N.W. Spain): A pollen calendar for the last six years. *Botanica Helvetica*, 110 (1): 51-60.
- Dupont, F. et Guignard, J.L. 2012.** Botanique: Les familles des plantes, 15<sup>ème</sup> édition. Ed. Elsevier-Masson. Paris, 300 p.
- Durand, M.M. 1986.** Les limites de La région Méditerranéenne en France. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 33(9): 24-34.
- 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.
- Dürr, C. Heimgartner, S. Gehrig, R. Caversaccio, M. et Helbling, A. 2008.** Allergie aux pollens: Diagnostic et traitement. Deuxième partie. *Forum Med Suisse*, 8(15): 270-274.
- El Gharbi, B. Charpin, H. Aubert, J. Renard, M. Mallea, M. et Soler, M. 1976.** Le calendrier pollinique de Tunis. *Rev. Fr. Allergol.*, 16: 25-31.
- Emberger L. 1955.** Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trac. Bot. Géol.*

Zool. Fase. Sci. Montpellier, 343 p.

**Emberlin, J. Laaidi, M. Detandt, M. Gehrig, R. Jaeger, S. Myszkowska, D. Nolard, N. Rantio-Lehtimäki, A. et Stach, A. 2007.** Changement climatique et évolution du contenu pollinique de l'air dans sept pays européens: Exemple du bouleau. *Rev. Fr. Allergol. Immunol.Clin.*, 47: 57-63.

**Erdtman, G. 1947.** Suggestions for the classification of fossil and recent pollen grains and spores. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 41: 104-114.

**Fabre, C. et Navarro-Rouimi, R. 2001.** Pollinose aux Cupressacées. *Allergol Immunol.*, 33: 97-99.

**Felber, F. Clot, B. et Leimgruber, A. 2003.** Plantes, pollen, allergie. Les Cahiers du Jardin Botanique de Neuchâtel, 3: 34 p.

**Feo Brito, F. Galindo Bonilla, P.A. Garcia Rodriguez, R. Gomez Torrijos, E. Fernandez Martinez, F. Fernandez-Pacheco, R. and Delicado Gallego, A. 1998.** Polenés alergénicos en Ciudad Real: Aerobiología e incidencia clínica. *Rev. Esp. Alergol. Immunol. Clin.*, 13(2): 79-85.

**Fernandez-Gonzalez, D. Valencia-Barrera, R.M. Vega Maray, A. Diaz, C. et Trigo, M.M. 1999.** Analysis of grass pollen concentrations in the atmosphere of several Spanish sites. *Pollen*, 10: 127-136.

**Fiasson, R. 1952.** Essai de reforestation de la Pampa Vénézuélienne. *Revue Internationale de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale*, 353: 155-163.

**Filali Ben Sidel, F. Bouziane, H. Trigo, M.M. El Haskouri, F. Bardei, F. and Redouane, A. 2015.** Airborne fungal spores of *Alternaria*, meteorological parameters and predicting variables. *Int. J. Biometeorol.*, 59: 339-346.

**Florido, J.F. Delgado, P.G. de San Pedro, B.S. Quiralte, J. de Saavedra, J.M. Peralta V. and Valensuela, L.R. 1999.** High levels of *Olea europaea* pollen and relation with clinical findings. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 119: 133-137.

**Fornaciari, M. Galan, C. Mediavilla, A. Dominguez, E. and Romano, B. 2000.**

Aeropalynological and phenological study in two different Mediterranean olive areas:

Cordoba (Spain) and Perugia (Italy). *Plant Biosystems*, 134 (2): 199- 204.

**Frenguelli, G. et Mandrioli, P. 1990.** Airborne pollen monitoring in Italy. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 64: 41-43.

**Frenze, D.A. 2000.** Interpreting atmospheric pollen counts for use in clinical allergy: Spatial variability. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 84: 481-491.

**Galan, C. Infante, F. Ruiz de Clavijo, E. Guerra, F. Miguel, R. and Dominguez, E. 1989.** Allergy to pollen grains from Amaranthaceae and Chenopodiaceae in Cordoba, Spain. Annual and daily variation of pollen concentration. *Reprinted From Annals of Allergy*, 63(11): 435-438.

**Galan, C. Alcazar, A. Carinanos, P. Garcia, H. and Dominguez-Vilches, E. 1999.** Meteorological factors affecting daily Urticaceae pollen counts in southwest Spain. *Int. Biometeorol.*, 43:191-195.

**Galan, C. Garcia-Mozo, H. Carinanos, P. Alcazar, P. and Dominguez-Vilches, E. 2001.** The role of temperature in the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in south-western Spain. *Int. J. Biometeorol.*, 45: 8-12.

**Galan, C. Garcia-Mozo, H. Vazquez, L. Ruiz L, Diaz de la Guardia, C. et Trigo, M.M. 2005.** Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. *Int. J. Biometeorol.*, 49:184-188.

**Garcia, J.J. Trigo, M.M. Cabezudo, B. Recio, M. Vega, J.M. Barber, D. Carmona, 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.

**Garcia-Mozo, H. Pérez-Badia, R. Fernandez-Gonzalez, F. and Galan. C. 2006.** Airborne pollen sampling in Toledo, central Spain. *Aerobiologia*, 22: 55-66.

**Garcia-Ortega, P. Martinez, J. Martinez, A. Palacios, R. Belmonte, J. and Richart, C. 1992.** *Mercurialis annua* pollen: A new source of allergic sensitization and respiratory disease. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 89 (5): 987-993.

- Garcia-Ortiz, J.C. Cosmes Martin, P. and Lopez-Asunsolo, A. 1995.** Melon sensitivity shares allergens with *Plantago* and grass pollens. *Allergy*, 50(3): 269-273.
- Gausсен, H. Leroy, J.F. et Ozenda, P. 1982.** Précis de botanique: Végétaux supérieurs, 2<sup>ème</sup> édition. Ed. Masson, 579 p.
- Gioulekas, D. Balafoutis, C. Damialis, A. Papakosta, D. Gioulekas, G. and Patakas, D. 2004.** Fifteen years record of airborne allergenic pollen and meteorological parameters in Thessaloniki, Greece. *Int. J. Biometeorol*, 48:128-136.
- Giner, M.M. Garcia, J.S.C. and Camacho, C.N. 2002.** Seasonal fluctuations of the airborne pollen spectrum in Murcia (SE Spain). *Aerobiologia*, 18: 141-151.
- Gonzalez-Parrado, Z. Fernandez Gonzalez, D. Camazon, B. Valencia-Barrera, R.M. Vega-Maray A.M. and Asturias, J. A. 2014.** Molecular aerobiology *Plantago* allergen Pla 1 in the atmosphere. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 21(2): 282-289.
- Gorenflot, R. 1983.** Biologie végétale, Plantes supérieures: Appareil reproducteur, Ed. Masson. Paris, 240 p.
- Gorenflot, R. et Foucault, B. 2005.** Biologie végétale: Les cormophytes, 7<sup>ème</sup> édition, Ed. Dunod. Paris, 594 p.
- Goyette-Pernot, J. 2006.** *L'Ambroisie: Analyse statistique et modélisation numérique de sa trajectoire aérobiologique*. Thèse (Ph. D.) en Sciences, Université de Fribourg, 274 p.
- Grilliat, J.P. Moneret-Yautrin, D.A. Brodsehi, M. Fau, J. et Pupil, P. 1977.** Pollens d'arbres de la région Lorraine dans le déterminisme des pollinoses précoces. A propos de neuf observations. *Ann. Méd. Nancy*, 16: 361-368.
- Guérin, B. et Cour, P. 1993.** Palynologie: Caractères généraux des grains de pollen. *In* pollen et allergies. Ed. Allerbio, Varennes-en-Agrome, 279 p.
- Guérin, B. et Michel, F.B. 1993.** Pollen et allergies. Ed. Allerbio, Varennes-en-Agrome, 279 p.
- Guerra, F. Daza, J. C. Miguel, R. Galan, C. Dominguez, E. and Sanchez-Gijo, P. 1996.** Sensitivity to *Cupressus*. Allergenic significance in Cordoba (Spain). *Journal of Investigation*

in *Allergology and Clinical Immunology*, 6: 117-120.

**Guillam, M.T. et Ségala, C. 2008.** Pollens et effets sanitaire: Synthèse des études épidémiologiques. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 48(1): 14-19.

**Gutiérrez, M. Saenz, C. Cervigon, P. Alcazar, P. Dopazo, A. Ruiz, L. Trigo, M.M. Valencia, R. and Vendrell, M. 1999.** Comparative study of the presence of aeropollen from *Plantago sp.* at several locations in Spain. *Polen*, 10: 115-125.

**Hadj-Hamda, S . Ben Dhiab, A . Galan, C. and Msallem, M. 2016.** Pollen spectrum in Northern Tunis, Tunisia. *Aerobiologia*, 33: 243-251.

**Hajhashemi, V. Ghannadi, A. and Sharif, B. 2003.** Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *Ethnopharmacology*, 89: 67-71.

**Hakim, H. 1994.** Le pollen: Aliment Médicamente. In *Polen apicola*, 2<sup>ème</sup> édition. Santa Maria/ RS. 16 p.

**Halse, R.R. 1984.** Nomenclature of allergenic plants. *Ann. Allergy*, 53: 291-307.

**Harris, R.M. and German, D.F. 1985.** The incidence of pine pollen reactivity in an allergic atopic population. *Ann. Allergy*, 55(5): 678-679.

**Hauser, M. Asam, C. Himly, M. Palazzo, P. Voltolini, S. Montanari, C. Briza, P. Bernardi, M. L. Mari, A. Ferreira, F. and Wallner, M. 2011.** Bet v 1-like pollen allergens of multiple Fagales species can sensitize. *Clinical and Experimental Allergy*, 41: 1804-1814.

**Hawke, P.R. and Meadows, M.E. 1989.** Winter airspora spectra and meteorological conditions in Cape Town, South Africa. *Grana*, 28: 187-192.

**Heller, R. 1990.** Abrégé de physiologie végétale. Tome II. Croissance et développement. Ed. Masson. Paris, 260 p.

**Hemmens, V. J. Baldo, B. A. Elsayed, S. and Bass, D. 1988.** Allergic response to birch and alder pollen allergens influenced by geographical location of allergic subjects. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 87: 321-328.

- Hemmer, W. Focke, M. Wantke, F. Gotz, M. Jarisch, R. and Jager, S. 2000.** Ash (*Fraxinus excelsior*), pollen allergy in central Europe: Specific role of pollen panallergens and the major allergen of ash pollen, Fra e 1. *Allergy*, 55: 923–930.
- Hesse, M. Halbritter, H. Zetter, R. Weber, M. Buchner, R. Froch-Radivo, A. and Ulrich, S. 2009.** Pollen Terminology. Ed. Springer. Vienna, 266 p.
- Hirst, J.M. 1952.** An automatic volumetric spore trap. *Ann. Appl. Biol.* 39(2): 257-265.
- Hjelmroos, M. 1991.** Evidence of long-distance transport of *Betula* pollen. *Grana*, 30: 215-228.
- Huynen, M. et Menne, B. 2003.** Phenology and human health: Allergic disorders. Rome: World Health Organization, 55 p.
- Hyde, H.A. 1972.** Atmospheric pollen and spores in relation to allergy. *Clinical and Experimental Allergy*, 2: 153-179.
- Ianovici, N. 2007.** *Plantago* atmospheric pollen in the area of Timișoara in 2006-2007. *Annals of West University of Timișoara, Ser. Biology*, 10: 1-10.
- Ibara, D. J. 2013.** Impact sanitaire lié à l'exposition aux pollens. Stage effectué du 04 mars au 03 septembre. Medical University. Vienna, 45 p.
- Ickovic, M.R. Sutra, J.P. and Thibaudon, M. 1988.** Pollinosis symptoms compared to atmospheric pollen counts, from April 1st to July 30 th 1987 in the Paris area. *Annales des Sciences Naturelles. Botanique et Biologie végétales*. 13<sup>ème</sup> série, tome 9: 89-94.
- Iglesias-Otero, M. A. Fernandez- Gonzalez, M. Rodriguez-Caride, D. Astray, G. Mejuto, J. C. and Rodriguez-Rajo, F. J. 2014.** A model to forecast the risk periods of *Plantago* pollen allergy by using the ANN methodology. *Aerobiologia*, 30 (4): 31-42.
- Jato-Rodriguez, V. Iglesias-Fernandez, J. Y. Jesus-Aira, J. and Rodriguez, M. 2001.** Atlas de pollen allergisants de Galicia (1993-1999). Ed. Xunta de Galicia. Espagne, 224 p.
- Kazi Tani, Ch. 2017.** Les plantes à pollen allergisant en Algérie. *Algerian Journal of Natural Products*, 5(1): 405-416

- Kessler, R. et Harley, M. 2011.** La vie sexuelle cachée des fleurs: Palynologie. Editions SW Télémaque. Paris, 264 p.
- Ketfi, L. 2016.** *Le contenu pollinique atmosphérique de la région de Annaba et sa relation avec la pollinose.* Thèse de doctorat en science. Université de Annaba, 121 p.
- Kiared, G. Bessedik, M. and Riding, J.B. 2016.** The aeropalynology of Es-Senia airport, Oran, northwest Algeria. *Palynology*, 41(1): 121-131.
- Knox, R.B. 1979.** Pollen and allergy. Studies in biology. London.
- Knox, R. B. Suphioglu, C. Taylor, P. Desai, R. Watson, H. C. Peng, J. L. and Bursill, L. A. 1997.** Major Grass pollen allergen Lol p 1 binds to diesel exhaust particles: Implications for asthma and air pollution. *Clin. Exp. Allergy*, 27(3): 246-251.
- Kopferschmitt-Kubler, M.C. et Pauli, G. 1999.** Pollens et pollution. *Rev. Fr. Allergol. Immunol. Clin.*, 39: 283-288.
- Kramer, K. 1994.** Slecting a model to predict the onset of growth of *Fagus sylvatica*. *Journal of Applied Ecology*, 31: 172-181.
- Kropp, R. et Laumen, R. 1999.** Seltener Pollenallergien. *Allergologie*, 10: 611-616.
- Laaidi, K. Laaidi, M. et Besancenot, J.P. 1997.** Pollen, pollinose et météorologie. *La Météorologie*, 8(20): 41-56.
- Laaidi, M. 2004.** Pollution biologique et santé. *Environnement, Risques et Santé*, 3(1): 30- 38.
- Laaidi, M. Chinet, T. et Aegerter, P. 2011.** Allergies au pollen, pollution et climat: Revue de la littérature. *Revue Française d'Allergologie*, 51: 622-628.
- Lacroix, G. 2005.** Allergies respiratoires, pollens et polluants. *Elsevier Masson*, 66: 584-591.
- Laine, C. Sulmont, D. Dupuy, N. Lachasse, C. et Thibandon, M. 2008.** Le contenu pollinique de l'air: Clé d'identification. Studio bouquet. Saint Etienne, 23 p.
- Lamy, E. Savournin, C. et Balansard, G. 2001.** Dix ans de comptes polliniques de cyprès à Marseille. *Allergol Immunol.*, 33: 103-104.

- Langler, S. 2002.** Polen apicola, 2<sup>ème</sup> édition. Santa Maria/ RS. 16 p.
- Laurent, J. et Lagrue, G. 1983.** Faut-il négliger les pollinoses de voisinage? : A propos d'un cas exceptionnel de néphrose lipoïdique par allergie au pollen de mimosa. *Revue Fr. Allergol.*, 23(4): 185-188.
- Laurent, J. Decoux, L. Ickovic, M. R. Le Gall, C. Gacouin, J.C. Sauvaget, J. and Lafay, M. 1994.** Winter pollinosis in Paris. *Allergy*, 49 (9): 696-701.
- Laurent, J. Guinnepain, M.T. Lafay, M. et Sauvaget, J. 1999.** La pollinose des arbres. *Rev. Fr. Allergol.*, 39(4): 276-282.
- Lavaud, F. Fore, M. Fontaine, J.F. Pérotin, J.M. et de Blay, F. 2014.** Allergie au pollen de bouleau. *Revue des Maladies Respiratoires*, 31 (2): 150-161.
- Le Conte, Y. Barbancon, J.M. Vaissière, B. Bonnaffé, P. Clement, H. Reeb, C. Fert, G. Starosta, P. Bruneau, E. Domerego, R. et Ratia, G. 2003.** Le Traité Rustica de l'Apiculture. 2<sup>ème</sup> édition, Edition Rustica. Paris, 528 p.
- Lelong, M. Thelliez, P. Gastalle, M. Sawadogo, A. Duprey, J. Sauvage, J. et Drain, J. 1980.** L'allergie aux pollens d'ortie et de mercuriale existe-t-elle ? *Rev. Franç. Allergol.*, 20 (3): 149-151.
- Lézine, A. M. 1989.** 20 000 ans d'histoire de la végétation. *Bull. Soc. Géol. France*, 8 (1): 35-42.
- Lézine, A. M. 2009.** Le pollen: Outil d'étude de l'environnement et du climat au quaternaire. Ed. Société Géologique de France, Vuibert. Paris, 118 p.
- Lhuissier, F. 1998.** *Les pollens biomarqueurs de la pollution atmosphérique? Approche microscopique et biochimique.* Thèse de doctorat, Univ. de Rouen (France), 180 p.
- Libiad, M. Khabbach, A. et Ennabili, A. 2015.** Etat de la végétation riveraine des cours d'eau du bassin versant de l'oued Inaouène (NO du Maroc). *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (1): 34-45.
- Livertoux, M.H. 1998.** Pollen et allergie respiratoire: De l'intérêt de développer la surveillance aérobiologique. *Pollution atmosphérique*, 158: 62-63.

**Loureiro, G. Blanco, B. Sao-Braz, M.A. and Pereira, C. 2003.** Reactividade cutânea a aeroalergénios numa população alérgica da Cova da Beira. *Revista Portuguesa de Imunoalergologia*, 11: 107-116.

**Louveaux, J. 1970.** Atlas photographique d'analyse pollinique des miels, service de la répression des fraudes et du contrôle de la qualité. Paris, 122 p.

**Mandrioli, P. 1986.** La liberazione dei pollini ed il loro trasporto in atmosfera. Atti II<sup>e</sup> Congr. Naz. *Aerobiologia*. Bologna, Technoprint, 3-7 p.

**Mandrioli, P. Comtois, P. and Dominguez-Vilches, E. 1998.** Sampling: Principles and techniques. In: Mandrioli, P. Comtois, P. et Levizzani, V. (Eds): *Methods in aerobiology*. Pitagora Editrice. Bologna, 47-112 p.

**Mandrioli, P. De Nuntii, P. Ariatti, A. and Magnani, R. 2000.** Cypress in Italy: landscape and pollen monitoring. *All. Immunol.*, 31: 116-121.

**Masuch, G. Franz, J.T. Schoene, K. Musken, H. et Bergman, K.C. 1997.** Ozone increases group 5 allergen content of *Lolium perenne*. *Allergy*, 52: 874-875.

**Médail, F. et Quézel, P. 1997.** Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the mediterranean basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84: 112-127.

**Mediouni, K. 2002.** Bilan taxonomique bibliographique des groupes systématiques de la flore continentale. Tome III. FEMPNUD Projet ALG/97/G31. Ministère d'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Algérie, 282 p.

**Michel, F.B. Seignalet, Ch. Decor, Y. Guillard, G.M. Quet, L. et Cour, P. 1975.** Calendrier pollinique de Montpellier réalisé par une méthode quantitative et sur ordinateur. Etude préliminaire. *Rev. Franç. Allergol.*, 15(4): 185-195.

**Michel, F.B. Seignalet, Ch. et Cour, P. 1979.** Contribution palynologique, météorologique et climatologique à l'étude des flux polliniques entre la Scandinaves et l'Afrique du Nord, Premiers résultats in: *Les pollinoses*, Ed. *Fisons, Ecully*, 159-181.

**Monnier, S. Thibaudon, M. Besancenot, J.P. et Michelot, N. 2015.** Pollution, pollen et pollinoses: Retour sur l'épisode de pollution de mars 2014 en France. *Pollution Atmosphérique*. Numéro Spécial, 157-164.

- Moreno-Grau, S. Angosto, J.M. Elvira-Rendueles, B. Bayo, J. Moreno, J. et Moreno-Clavel, J. 2000.** Effects of meteorological parameters and plant distribution on Chenopodiaceae-Amaranthaceae, *Quercus* and *Olea* airborne pollen concentrations in the atmosphere of Cartagena (Spain). *Aerobiologia*, 16: 17-20.
- Mortureux, M. Clot, B. Caillaud, D. Charpin, D. Chauvel, B. Farrera, I. Khvorostynov, D. Laaidi, M. Meleux, F. Pham Thi, N. Senechal, H. et Visez, N. 2014.** Etat des connaissances sur l'impact sanitaire lié à l'exposition de la population générale aux pollens présents dans l'air ambiant. Paris, ANSES, 56 p.
- Motta, A. C. 2004.** Effets de polluants atmosphériques gazeux sur l'allergénicité du pollen de *Phleum pratense* et sur la réponse allergique respiratoire. *Clin. Exp. Allergy*, 34: 310-314.
- Motta, A.C. Marliere, M. Peltre, G. Sterenberg, P.A. and Lacroix, G. 2006.** Traffic related air pollutants induce the release of allergen-containing cytoplasmic granules from grass pollen. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 139: 294-298.
- Murray, M.G. Galan, C. et Villamil, C.B. 2010.** Airborne pollen in Bahía Blanca, Argentina: Seasonal distribution of pollen types. *Aerobiologia*, 26:195-207.
- Nabors, M. 2008.** Biologie végétale. Structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies. *Journal of Research of the Punjab. Agricultural University, Ludhiana*, 3: 395-399.
- Nahal, I. 1989.** Eucalyptus et conditions écologiques en région méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne*, 1: 3-8.
- Necib, A. et Boughediri, L. 2016.** Airborne pollen in the El-Hadjar town (Algeria NE). *Aerobiologia*, 32: 277-288.
- Negrini, A.C. Arobba, D. Ebbli, A. Troise, C. et Voltolini, S. 1987.** Le calendrier pollinique de Gênes: Considération aéropalynologiques, météorologiques et cliniques. *Rev. Fr. Allergol.*, 27: 65-70.
- Neukirch, C. 2004.** Allergies respiratoires de l'adulte: Diagnostic et prise en charge thérapeutique. *EMC-Médecine*, 1: 295-305.
- Njock, R. Edy, E. Béquignon, A. Belloso, A. Chatizel, B. Jung, C. et Babin, E. 2010.** Calendrier pollinique et rhinite allergique à Caen. *Revue Française d'Allergologie*, 50: 44-50.

**Nolard, N. et Detandt, M. 1993.** Méthode de captage: Intérêt du recensement. *In* pollen et allergies. Ed. Allerbio. Varennes-en-Agrome, 279 p.

**Obtulowicz, K. 1993.** Air pollution and pollen allergy. *Folia Medica Cracoviensia*, 34: 121-128.

**Omura, M. Matsuta, N. Morigutchi, T. Kozaki, I. and Akihama, T. 1989.** Variations in the physiological and genetic characteristics and pollen grain number in Japanese pear depending on the growing conditions. *Bulletin of the Fruit Tree Research Station*, 16: 11-24.

**Ott, W. Paulli, G. Bessot, C.J. Eckert, F. et Roegel, E. 1981.** Allergie au pollen d'arbre en Alsace: Etude clinique. *Rev. Fr. Allergol.*, 21(1): 1-5.

**Ozdemir, C. Schneider, L.A. Hinrichs, R. Staib, G. Weber, L. Weiss, J.M. and Scharffetter-Kochanek, K. 2003.** Allergic contact dermatitis to common ivy (*Hedera helix* L.). *Hautarzt*, 54 (10): 966-969.

**Ozenda, P. 2000.** Les végétaux: Organisation et diversité biologique. 2<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod. Paris, 515p.

**Pelt, J.M. et Cerceau-Larrival, M.Th. 1990.** Rhume des foins: A vos souhaits. *Nature*, 1: 46-47.

**Penet, L. 2005.** *Evolution de la morphologie du pollen chez les Angiospermes: Sélection naturelle et/ou contraintes développementales.* Thèse de Doctorat. Université de Paris 6, Orsay, 208 p.

**Pérez-Badia, R. Rapp, A. Morales, C. Sardinero, S. Galan, C. and Garcia-Mozo, H. 2010.** Pollen spectrum and risk of pollen allergy in central Spain. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 17: 139-151.

**Pérez-Badia, R. Vaquero, C. Sardinero, S. Galan, C. and Garcia-Mozo, H. 2010.** Intradiurnal variations of allergenic tree pollen in the atmosphere of Toledo (central Spain). *Ann. Agric. Environ. Med.*, 17: 269-275.

- Peternel, R. Hrga, I. Hercog, P. and Culig, J. 2005.** Poaceae pollen concentrations in the atmosphere of three inland Croatian sites (2003-2004). *Coll. Antropol.*, 29 (2): 671–676.
- Potoglu-Erkara, I. 2008.** Concentrations of airborne pollen grains in Sivrihisar (Eskisehir), Turkey. *Environ Monit Assess*, 138: 81-91.
- Priftanji, A. Gjebrea, E. and Shkurti, A. 2000.** Cupressaceae in Tirana (Albania) 1996-1998: Aerobiological data and prevalence of Cupressaceae sensitization in allergic patients. *All. Immunol.*, 31: 122-124.
- Punt, W. Blackmore, S. Nilsson, S. and Le Thomas, A. 1994.** Glossary of Pollen and Spore Terminology. LPP Foundation. University of Utrecht. Series 1, 71 p.
- Quézel, P. et Santa, S. 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I. Ed. du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, 565p.
- Quézel, P. et Santa, S. 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, 635p.
- Quézel, P. et Médail, F. 1995.** La région circum- méditerranéenne, centre mondial majeur de biodiversité végétale. *Institut Méditerranéen d'Ecologie et de la Paléoécologie*, France, 152-155.
- Quézel, P. 1999.** Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne: Facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Geobios*, 32(1): 19-32.
- Rahal, E.A. Halas, Y. Zaytoun, G. Zeitoun, F. and Abdelnour, M. A. 2007.** Predominant airborne pollen in a district of Beirut, Lebanon for the period extending from March 2004 to August 2004. *Lebanese Science Journal*, 8 (1): 29-37.
- Ranea Arroyo, S. 2002.** Llantén, *Plantago*. In *Polinosis: Polen y alergia*. Spain, MRA Ediciones.
- Rantio-Lehtimäki, A. Koivikko, A. Kupias, R. Mäkinen, Y. Pohjola, A. 1991.** Significance of sampling high of airborne particles for aerobiological information. *Allergy*, 46: 68-76.

- Ravault, C. Zeghnoun, A. Fabres, B. Lecadet, J. Quénel, P. Thibaudon, M. et Caillaud, D. 2005.** Effets à court terme du contenu pollinique de l'air sur le risque de rhinoconjonctivite allergique. Résultats d'une étude pilote utilisant comme indicateur de santé la consommation de médicaments anti-allergiques, Clermont-Ferrand, 2000-2001. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire, 36 p.
- Recio, M. Trigo, M.M. Toro, F.J. Docampo, S. Garcia-Gonzalez, J.J. and Cabezudo, B. 2006.** A three year aeropalynological study in Estepona (southern Spain). *Ann Agric Environ Med.*, 13: 201-207.
- Recio, M. Docampo, S. Garcia-Sanchez, J. Trigo, M.M. Melgar, M. and Cabezudo, B. 2010.** Influence of temperature, rainfall and wind trends on grass pollination in Malaga (western Mediterranean coast). *Agric Forest Meteorol.*, 150: 931-940.
- Reid, C.E. et Gamble J.L. 2009.** Aeroallergens allergic disease and climate change: impacts and adaptation. *EcoHealth*, 6: 458-470.
- Reille, M. 1990.** Leçon de palynologie et d'analyse pollinique. Ed. CNRS, Paris. 161 p.
- 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.
- Renault-Miskovsky, J. 1988.** Palynologie archéologique. A la recherche des climats, des paysages et des coutumes de la Préhistoire. *Prehistoria*, 1: 471-489.
- Renault-Miscovsky, J. et Petzold, M. 1992.** Spores et pollens. Ed. La Durand, Paris, 248 p.
- Rojo, J. Orlandi, F. Pérez-Badia, R. Aguilera, F. Ben Dhiab, A. Bouziane, H. Diaz de la Guardia, C. Galan, C. Gutiérrez-Bustillo, A.M. Moreno-Graui, S. Msallem, M. Trigo, M.M. et Fornaciari, M. 2016.** Modeling olive pollen intensity in the mediterranean region through analysis of emission sources. *Science of the Total Environment*, 551-552: 73-82.
- Roland, J.C. Roland, F. El Maarouf-Bouteau, H. et Bouteau, F. 2008.** Biologie végétale: Organisation des plantes à fleurs. 9<sup>ème</sup> édition. Ed. Dunod. Paris, 144 p.
- Ruffin, J. Brown, C. et Banerjee, U.C. 1983.** A physicochemical characterization of allergenic pollen-held proteins. *Environ. Exp. Botany*, 23(4): 311-319.

**Sahney, M. et Chaurasia, S. 2008.** Seasonal variations of airborne pollen in Allahabad, India. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 15: 287-293.

**Sanchez-Mesa, J.A. Brandao, R. Lopes, L. and Galan, C. 2005.** Correlation between pollen counts and symptoms in two different areas of the Iberian Peninsula: Cordoba (Spain) and Evora (Portugal). *J. Invest Allergol. Clin. Immunol.*, 15: 112-116.

**Sauty, A. 2003.** Mécanisme de l'allergie. In: Felber, F. Clot, B. Leimgruber, A. et Spertini, F. Eds. Plantes, pollen et allergies. Jardin botanique de l'université de la ville de Neuchâtel, 208 p.

**Sell, Y. Cour, P. Evrard, J. et Guérin, F. 1993.** Les Gymnospermes. In pollen et allergies. Ed. Allerbio. Varennes-en-Agrome, 279 p.

**Shahali, Y. 2011.** *Etude analytique de l'allergie au pollen de Cyprès: aspects moléculaires et particuliers.* Thèse de doctorat. Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielle. Paris, 132 p.

**Shahali, Y. Poncet, P. et Sénéchal, H. 2013.** Pollinose aux Cupressacées et pollution atmosphérique. *Rev. Fr. Allergol.* 53(5): 468-472.

**Shea, K.M. Truckner, R.T. Weber, R.W. et Peden, D.B. 2008.** Climate change and allergic disease. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 122: 443-453.

**Sofiev, M. Bousquet, J. Linkosalo, T. Ranta, H. Rantio-Lehtimäki, A. Siljamo, P. Valovirta, E. and Damialis, A. 2009.** Pollen, allergies and adaptation: in *Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change. Springer Netherlands*, 1: 75-106.

**Solomon, W.R. 1984.** Sampling airborne allergens. *Ann Allergy*, 52: 140-149.

**Souki, N. El Khattabi, W. Jabri, H. L. Qassimi, L. et Afif, H. 2015.** Profil allergologique des patients sensibilisés aux pollens de *Mimosa* dans la région de Casablanca. 10<sup>ème</sup> Congrès Francophone d'Allergologie. *CFA / Revue Française d'Allergologie*, 3: 221-230.

**Stach, A. Garcia-Mozo, H. Prieto-Baena, J.C. Czarnecka-Operacz, M. Jenerowicz, D. Silny, W. and Galan, C. 2007.** Prevalence of *Artemisia* species pollinosis in western Poland: Impact of climate change on aerobiological trends, 1995–2004. *Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, 17(1): 39-47.

**Subiza, J. Jerez, M. Jimenez, J.A. Narganes, M.J. Cabrera, M. Varela, S. and Subiza, E. 1995.** Allergenic pollen and pollinosis in Madrid. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 96: 15-23.

**Taramarcaz, P. Lambelet, C. and Clot, B. 2005.** Progression and risk of ragweed allergy in Geneva: will Switzerland resist this invasion? *Swiss Medical Weekly*, 135: 538-548.

**Tchabi, F. L. Tossou, G.M. Akoegninou, A. et Trigo, M.M. 2017.** Etude aéropalynologique de la commune d'Abomey-Calavi (Benin) au cours de la grande saison des pluies. *Revue Française d'Allergologie*, 57: 308-316.

**Tedeschini, E. and Frenguelli, G. 2006.** Climatic changes and airborne Cupressaceae pollen in 1984-2005 period. *Eur. Ann. Allergy Clin. Immunol.*, 38: 264-265.

**Thibaudon, M. 2000.** Surveillance des pollens. Le Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA). *Pollution Atmosphérique*, 166: 232-234.

**Thibaudon, M. Elias, K. et Besancenot J.P. 2004.** Ambrosie et allergie. Le cas de la France. *Environnement, Risques et Santé*, 3: 353-367.

**Thibaudon, M. Outteryck, R. et Lachasse, C. 2005.** Bioclimatologie et Allergie. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 4: 447-455.

**Thibaudon, M. et Olivier, G. 2007.** Pollinose et surveillance des pollens en France. *Air Pur*, 71: 10-16.

**Thibaudon, M. Oliver, G. Cheynel, A. 2008.** L'index clinique: Outil d'évaluation de l'impact sanitaire du pollen. *Environnement, Risques et Santé*, 7(6): 411-416.

**Thibaudon M. 2012.** Les particules biologiques dans l'air. *Pollution Atmosphérique*. Numéro spécial, 1-6.

**Thibaudon, M. Caillaud, D. Besancenot, J.P. 2013.** Méthodes d'étude des pollens atmosphériques et calendriers polliniques. *Revue des Maladies Respiratoires*, 30: 463-479.

**Tiotiu, A. Brazdova, A. Longé, C. Gallet, P. Morisset, M. Leduc, V. Hilger, C. Broussard, C. Couderc, R. Sutra, J.P. Sénéchal, H. and Poncet, P. 2016.** *Urtica dioïqua* pollen allergy Clinical, biological, and allergomics analysis. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 117: 527-534.

- Tossou, M. Chabi, L.F. Akoègninou, A. Ballouche, A. et Akpagana, K. 2016.** Analyse pollinique de l'atmosphère du campus d'Abomey-Calavi (Bénin). *Revue Française d'Allergologie*, 56: 65-75.
- Toubal-Boumaza, O. 1989.** Les ressources phytogénétiques du massif de l'Edough (Algérie nord-orientale). *Ann. Inst. Nat. Agron.* El-Harrach, 1383 (13): 106-125.
- Touraine, R. Charpin, J. Aubert, J. Charpin, H. Cornillon, J. Malléa, M. Guého E. et Bernard, M. 1969.** Calendrier pollinique de Lyon (1963-1966). *Revue Française d'Allergie*, 9 (1): 25-33.
- Trigo, M.M. Jato, V. Fernandez, D. and Galan, C. 2008.** Atlas aeropalinologico de Espagna. Universidad de León, Espagne, 177 p.
- Velasco-Jimenez, M. J. Alcazar, P. Valles, A. Trigo, M.M. Minero, F. and Dominguez-Vilches, E. 2013.** Aerobiological and ecological study of the potentially allergenic ornamental plants in south Spain. *Aerobiologia*, 30: 91-101.
- Vincent, G. 1990.** La petite herbe à poux: La conquête du territoire, *Quatre-temps (SAJIB)*, 14 (3): 3-9.
- Vinckier, S. and Smets, E. 2001.** The potential role of orbicules as vector of allergens. *Allergy*, 56:1129-1136.
- Wallin, J.E. Segerstrom, V. Rosenhall, L. Bergmann, E. and Hjelmroos, M. 1991.** Allergic symptoms caused by long distance transported birch pollen. *Grana*, 30: 256-258.
- Wodehouse, R.P. 1971.** Hayfever plants. New York, Hafner Press, 280 p.
- 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.
- Ybert, J.P. 1980.** Le contenu pollinique de l'atmosphère en Côte d'Ivoire et au Tchad. *Grana*, 19: 31-46.
- Yesudian, P. D. and Franks, A. 2002.** Contact dermatitis from *Hedera helix* L. in a husband and wife. *Contact Dermatitis*, 46 (2): 125-126.

### Sites d'internet

1. <http://www.encyclopollens.fr/> (13/08/2017)
2. <https://www.google.com/> (21/11/16)
3. <http://www.apitime.fr/>(02/12/2016)
4. <http://www.geo.arizona.edu/palynology/> (16/11/2016)
5. <https://www.researchgate.net/> (13/08/2017)
6. <http://archive.wikiwix.com> (06/12/2016)
7. <http://www.universalis.fr/> (2/12/2016)
8. <http://www.meteosuisse.admin.ch/> (9/12/2016)
9. <http://www.bassinarcachon.org/> (20/12/2016)

# *Résumés*

## Résumé

L'étude du contenu pollinique atmosphérique est très intéressante pour l'allergiste, lui permettant de préciser la nature et la qualité des pollens contenue dans l'atmosphère, et ceci selon les saisons. Ce contenu atmosphérique est important aussi bien quantitativement parce que un pollen allergisant doit être largement répandu, que qualitativement car le pollen qui provoque des allergies respiratoires appartient à quelques familles bien connues (Graminées (Poaceae), Composeae, Chenopodiaceae, Urticaceae, Platanaceae, Plantaginaceae et Polygonaceae) (Touraine *et al.*, 1969).

Notre travail a pour objet le recensement et l'identification pollinique de l'atmosphère de la région de Guelma, afin d'établir un calendrier pollinique, de déterminer quels pollens pouvant provoquer des allergies chez les sujets sensibles et enfin de comprendre l'influence des conditions météorologiques sur les concentrations polliniques atmosphériques.

Notre étude s'inscrit dans une région où les études palynologiques sont inexistantes. Elle a donc apporté les premières données sur le contenu pollinique atmosphérique de la région de Guelma (Nord-est de l'Algérie).

La méthode gravimétrique utilisée dans le recueil des grains de pollen aéroportés nous a permis de capturer un nombre total de 3348 grains de pollen (GP) et d'identifier 66 taxons représentant 33 familles végétales. Les familles les plus représentées sont: les Cupressaceae avec un nombre de 755 GP (22,55%), les Poaceae occupent la deuxième position (649 GP, soit 19,38%) et les Pinaceae en troisième ordre (434 GP, soit 13,08%).

Parmi les 33 familles inventoriées, dix-huit (18) connues par leur pouvoir allergisant, soit 65% du nombre total des familles recensées. Certaines d'entre elles présentant une forte allergénicité (les Cupressaceae, les Poaceae, les Oleaceae et les Betulaceae).

L'étude a permis de compter un nombre de 2186 GP anémophile soit 65% de la quantité total recensée, 756 GP entomophile soit 23% et 406 GP caractérisés par une pollinisation mixte (anémophile et entomophile) soit 12% du nombre total récolté. Les données obtenues à partir de l'identification et le dénombrement des grains de pollen pendant les huit mois d'étude, nous ont servi à la réalisation du calendrier pollinique de notre région étudiée.

Cette étude a révélé l'effet des conditions météorologiques sur les concentrations polliniques atmosphériques à savoir: la température, les précipitations, l'humidité de l'air et la vitesse du vent.

Enfin, cette première approche devra être complétée et approfondie par l'utilisation de nouvelles méthodes de captage (méthodes volumétriques), de même la réalisation de collections de référence sera nécessaire pour l'identification des pollens atmosphériques.

**Mots clés :** Pollen, aéropalynologie, calendrier pollinique, allergie pollinique, Guelma.

## **Abstract**

The study of the atmospheric pollen content is very interesting for the allergist, allowing it to specify the nature and the quality of the pollens that contained in the atmosphere, this according to the seasons. This atmospheric content is important both quantitatively because of the allergenic pollen must be widespread, and qualitatively because of the pollen that causes respiratory allergies which belongs to a few well-known families (Grasses (Poaceae), Composeae, Chenopodiaceae, Urticaceae, Platanaceae, Plantaginaceae and Polygonaceae (**Touraine et al., 1969**)).

Our work focuses on the pollen identification in the Guelma region, in order to establish a pollen calendar, and to determine which pollens can cause allergies in sensitive subjects and to understand the influence of pollen meteorological conditions on atmospheric pollen concentrations.

Our study is a part of an area where palynological studies are non-existent. It, therefore, provided the first data on the atmospheric pollen content of the Guelma region (North-Eastern Algeria).

The gravimetric method used in the collection of airborne pollen grains which allowed us to capture a total of 3348 pollen grains (GP) and to identify 66 taxa representing 33 plant families. The most represented families are Cupressaceae with 755 GP (22.55%), Poaceae in second place (649 GP or 19.38%) and third-order Pinaceae (434 GP, or 13,08%). Among the 33 families are surveyed, 18 families were known for their allergenicity, ie 65% of the total number of families surveyed. Some of them have a high allergenicity (Cupressaceae, Poaceae, Oleaceae, and Betulaceae).

A total of 2186 GPs were counted with anemophilous pollination, ie 65% of the total quantity recorded, 756 entomophilious GP (23%) and 406 GP with mixed pollination (anemophilous and entomophilious) or 12% of the total harvest.

The data which obtained from the identification and counting of the pollen grains during the eight months of study, it has been used to realize the pollen calendar of our studied region.

This study revealed the effect of meteorological conditions on the atmospheric pollen concentrations: temperature, precipitation, air humidity and wind speed.

Finally, this first approach will have to be supplemented and deepened by the use of new capture methods (volumetric methods); similarly, reference collections will be needed for the identification of the atmospheric pollens.

**Keywords:** Pollen, aeropalynology, pollen calendar, pollen allergy, Guelma.

## الملخص

تعتبر دراسة المحتوى الطلعي الهوائي ذات أهمية كبيرة بالنسبة للشخص المصاب بالحساسية , بحيث تتيح له تحديد طبيعة و نوعية حبوب الطلع الموجودة في الهواء و ذلك حسب الفصول .  
إن المحتوى الطلعي الهوائي مهم من حيث الكمية لأن حبوب الطلع المسببة للحساسية تكون منتشرة بكميات عالية ,ومن حيث النوعية لأن الغبار الطلعي المسبب للحساسية التنفسية ينتمي إلى عوائل نباتية معروفة .  
تهدف هذه الدراسة إلى إحصاء و تعريف الأنواع النباتية الموجودة في الغبار الطلعي الهوائي لمدينة قلمة ,وذلك لإنشاء رزنامة طلعية و تحديد الأنواع التي يمكن أن تسبب الحساسية عند الأشخاص المعرضين ,و أخيرا محالة فهم كيفية تأثير العوامل المناخية على كميات حبوب الطلع في الهواء .  
تعتبر هذه الدراسة الأولى من نوعها في المنطقة .لذلك تعد النتائج المتحصل عليها أولى المعطيات حول المحتوى الطلعي الهوائي لمدينة قلمة .

سمحت لنا طريقة الجاذبية المستعملة في جمع الغبار الطلعي بإحصاء 3348 حبة طلع و التعرف على 66 نوع نباتي ينتمي إلى 33 عائلة نباتية .

العوائل النباتية الأكثر انتشارا هي : العائلة السروية ب 755 حبة طلع (22.55%) تليها العائلة النجيلية ب 649 حبة طلع (19.38%) و في المرتبة الثالثة العائلة الصنوبرية ب 334 حبة طلع (13.08%) .  
كما تم التعرف على 18 عائلة من بين 33 عائلة المحرودة معروفة بقوة حساسيتها الطلعية حيث تقدر نسبتها ب 65% من العدد الإجمالي .

سمحت هذه الدراسة أيضا بإحصاء 2186 حبة طلع ذات تلقيح هوائي و تقدر نسبتها ب 65% من العدد الكلي و756 حبة طلع حشرية التلقيح بنسبة 23% في حين تم إحصاء 406 حبة طلع ذات تلقيح مختلط (هوائي - حشري) بنسبة 12% .

مكنتنا نتائج هذه الدراسة خلال فترة 08 أشهر من وضع رزنامة طلعية لمدينة قلمة , كما بينت النتائج المتحصل عليها تأثير العوامل المناخية على كمية الغبار الطلعي الهوائي للمنطقة ( الحرارة , التساقط , الرطوبة الجوية و سرعة الرياح ) .

وأخيرا تعتبر هذه الدراسة النهج الأول , لذا يجب متابعتها و تعميقها بإستخدام الطرق الحديثة في جمع حبوب الطلع ( الطرق الحجمية ) , و أيضا إنشاء تشكيلات مرجعية تعتبر ضرورية للتعرف على حبوب الطلع الموجودة في الهواء .

**الكلمات المفتاحية:** حبوب الطلع , الدراسة الطلعية الهوائية , الرزنامة الطلعية , الحساسية الطلعية , قلمة .

# *Annexes*



<b>Myrtaceae</b> - <i>Eucalyptus rudis</i> Endl. - <i>Myrtus communis</i> L.	4	1	5	-	-	11	-	7	5	5	-	-	1	2	-	-	-	-	3	-	5	2	-	3	<b>A-E</b>	-
<b>Plataginaceae</b> - <i>Plantago lanceolata</i> L.	3	7	1	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	3	2	-	5	-	-	-	-	9	-	7	<b>A</b>	+
<b>Poaceae</b> : <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. - <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. - <i>Poa</i> sp. - <i>Triticum</i> sp. - <i>Triticum sativum</i> L. - <i>Hordeum vulgare</i> L. - <i>Avena sterilis</i> L. - <i>Dactylis glomerata</i> L. - <i>Secale cereale</i> L.	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	16	37	-	5	19	3	17	3	7	5	<b>A</b>	+
-	-	-	9	-	-	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	18	11	-	20	10	5	7	13	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
30	27	11	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	11	41	29	51	13	38	7	11	11	-	17	19	5	5	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	4	-	2	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-		
<b>Ulmaceae</b> - <i>Ulmus</i> sp.	4	-	-	5	-	-	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>A</b>	+	
<b>Asteraceae</b> - <i>Artemisia vulgaris</i> L. - <i>Helianthus annuus</i> L. - <i>Ambrosia</i> sp. - <i>Taraxacum</i> sp. - <i>Centauria</i> sp.	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	<b>A-E</b> <b>A</b> <b>E</b> <b>A</b> <b>E</b> <b>E</b>	+	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	35	2	5	-	-	-	5	2	-	-	3	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<b>Fagaceae</b> - <i>Quercus</i> sp. - <i>Castanea</i> sp.	-	2	2	-	-	1	3	-	5	6	9	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	<b>A-E</b> <b>A</b> <b>A-E</b>	+	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<b>Oleaceae</b> - <i>Olea europaea</i> L. - <i>Phillyrea</i> sp. - <i>Ligustrum</i> sp. - <i>Fraxinus</i> sp.	-	1	1	3	3	-	-	38	17	17	-	-	18	36	11	5	6	11	-	1	4	3	-	2	<b>A-E</b> <b>A-E</b> <b>A</b> <b>E</b> <b>A</b>	+
-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	2	3	2	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	5	3	-	3	-	-	-	-	-	-	
<b>Papaveraceae</b> - <i>Papaver rhoeas</i> L.	-	1	-	-	-	-	8	-	-	-	5	-	-	5	-	8	-	3	6	4	-	-	-	-	<b>E</b>	-
<b>Euphorbiaceae</b> - <i>Mercurialis annua</i> L. - <i>Euphorbia</i> sp.	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	<b>A-E</b> <b>A</b>	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	

																									<b>E</b>	
<b>Mimosaceae</b> - <i>Acacia</i> sp.	-	-	3	-	-	-	-	15	-	-	-	2	-	2	-	-	1	-	2	11	-	-	-	-	<b>E</b>	+
<b>Brassicaceae</b> - <i>Sinapis arvensis</i> L. - <i>Brassica napus</i> L.	-	-	2	8	-	-	3	4	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>E</b>	-
	-	-	-	16	-	3	7	-	-	-	9	3	-	2	5	-	3	-	-	3	-	1	-	-	<b>E</b>	-
<b>Lamiaceae</b> : <i>Lavandula angustifolia</i> Miller.	-	-	-	-	1	-	3	32	11	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>E</b>	-
<b>Pinaceae</b> - <i>Pinus maritima</i> Lamk - <i>Pinus</i> sp. - <i>Cedrus</i> sp.	-	-	-	-	1	-	153	74	53	8	13	11	-	3	-	-	17	9	11	1	2	-	-	-	<b>A</b>	-
	-	-	-	-	-	-	11	4	6	4	-	6	6	-	17	17	5	-	-	-	-	4	-	-	<b>A</b>	-
	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	<b>A</b>	-
<b>Rutaceae</b> - <i>Citrus</i> sp.	-	-	-	-	1	1	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>E</b>	-
<b>Boraginaceae</b> - <i>Borago officinalis</i> L. - <i>Echium vulgare</i> L.	-	-	-	-	2	2	-	-	-	2	-	-	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	9	-	<b>E</b>	-
	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	11	5	-	-	-	5	11	<b>E</b>	-
<b>Malvaceae</b> - <i>Malva sylvestris</i> L.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	5	<b>E</b>	-
<b>Ephedraceae</b> - <i>Ephedra</i> sp.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	<b>A</b>	-
<b>Salicaceae</b> - <i>Salix</i> sp.	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	<b>A-E</b>	+
<b>Rosaceae</b> - <i>Rosa</i> sp. - <i>Rubus</i> sp. - <i>Prunus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>E</b>	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	<b>E</b>	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	<b>E</b>	-
<b>Tiliaceae</b> - <i>Tilia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>E</b>	+
<b>Urticaceae</b> - <i>Urtica dioiqua</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	13	-	21	-	-	-	-	-	7	<b>A</b>	+
<b>Polygonaceae</b> - <i>Rumex acetosa</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	7	-	-	-	-	-	-	11	5	<b>A</b>	+

<b>Anacardiaceae</b> - <i>Pistacia lentiscus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	6	-	-	<b>E</b>	-
<b>Typhaceae</b> - <i>Typha angustifolia</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	1	-	<b>A</b>	-	
<b>Araliaceae</b> - <i>Hedera helix</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<b>E</b>	+	