

Analyse Aéropalynologique du Genre *Casuarina* (*Casuarinaceae*) dans la Région de Sidi Amar (Annaba, Nord-Est Algérien)

Aeropalynological Analysis of *Casuarina* Genus (*Casuarinaceae*) in the Region of Sidi Amar (Annaba, North-East Algeria)

Asma Necib* & Larbi Boughediri

Laboratoire de Recherches en Biologie Végétale et Environnement, Département De Biologie,
Université Badji Mokhtar Annaba, BP 12, 23000, Annaba, Algérie.

Soumis le : 30.04.2013

Révisé le 17.12.2014

Accepté le : 22.12.2014

المخلص:

إن الحساسية الطلعية مرض موسمي يرتبط بوجود حبوب طلع الأنواع ربحية التلقيح بكثرة في الهواء. أمراض الحساسية الناجمة عن حبوب الطلع تؤثر على أكثر من 10 ٪ من نسبة السكان في منطقة البحر الأبيض المتوسط. لدراسة محتوى حبوب طلع جنس كازارينا أو كازوارينا (*Casuarina*) الفصيلة الكازارينية (*Casuarinaceae*) في الجو وتأثير العوامل الجوية على إنتاج حبوب الطلع, اجريت دراسة هوائية يومية خلال فترة 7 أشهر (أوت 2012 - فيفري 2013) في منطقة سيدي عمار (جنوب عنابة) باستخدام طريقة الجاذبية (Durham, 1946). أظهرت النتائج أن حبوب طلع *Casuarina* موجودة في الهواء من شهر سبتمبر إلى شهر فيفري. و قد سجل أول ظهور للحبوب يوم 2012/09/07. تم رصد ما مجموعه 1956 حبة خلال فترة الدراسة. سجلت أعلى كمية خلال الأسبوع الأول من شهر نوفمبر 337 حبة, في الأسبوع الثاني من سبتمبر (202 حبة) والأسبوع الثاني من شهر ديسمبر (167 حبة) بينما في شهر أكتوبر ظلت منعدمة خلال أسبوعين. من خلال النتائج الإحصائية, وجدنا أن هناك علاقة إيجابية ضعيفة بين إنتاج الحبوب و متوسط درجة الحرارة, سلبية مع تساقط الأمطار و سلبية قوية مع سرعة الرياح.

الكلمات المفتاحية: البيالينولوجيا الهوائية - الفصيلة الكازارينية - الحساسية الطلعية - عنابة - الجزائر.

Résumé:

L'allergie au pollen, ou pollinose, est une affection saisonnière liée à la présence de grains de pollen des espèces anémophiles en abondance dans l'air. Dans la région méditerranéenne, elle affecte plus de 10 % de la population. Afin d'étudier la teneur pollinique du Genre *Casuarina* (*Casuarinaceae*) dans l'atmosphère et l'effet des paramètres météorologiques sur la production pollinique de ce genre, une étude aéropalynologique quotidienne au cours d'une période de 7 mois (Août 2012 - février 2013) a été réalisée dans la région de Sidi Amar (Sud d'Annaba) en utilisant la méthode gravimétrique de Durham (1946). Nos résultats montrent que le pollen de *Casuarina* est présent dans l'air à partir du début septembre jusqu'à la 1^{ère} semaine de février. Les premiers grains apparaissent le 07/09/2012. Un total de 1956 grains de pollen (GP) a été capturé durant la période d'étude. L'émission pollinique est élevée au cours de la première semaine du mois de novembre (337 GP), la 2^{ème} semaine de septembre (202 GP) et la 2^{ème} semaine de décembre (167 GP). Alors qu'elle est restée nulle durant deux semaines au mois d'octobre. A partir des résultats statistiques, nous avons constaté qu'il existe une faible corrélation positive entre la production pollinique et la température moyenne, négative avec les précipitations et fortement négative avec la vitesse du vent.

Mots clés: aéropalynologie – pollinose – *Casuarinaceae* – Annaba – Algérie.

Abstract:

The pollen allergy or hay fever (pollinosis), is a seasonal disease associated with the presence of pollen grains of some anemophilous species which is abundant in the air. In the Mediterranean region, it affects more than 10 % of the population. To study the pollen counts of *Casuarina* genus (*Casuarinaceae*) in the atmosphere of Sidi Amar (South Annaba) city and the effect of meteorological parameters on the pollen production, a daily airborne study was done during a period of 7 months from August, 2012 to February, 2013 using the gravimetric method (Durham, 1946). Our results showed that *Casuarina* pollen was present in the air from September to the first week of February. The first grains appeared on September 07th, 2012. 1956 pollen grains were captured during the study period. The highest quantity of pollen was registered during the first week of November (337 PG), the second week of September (202 PG) and the second week of December (167 PG), while the pollination stops during two weeks in October. From the statistical results, we found that there is a low positive correlation between pollen production and the average temperature, negative with precipitation and strongly negative with wind speed.

Key words: aeropalynology – pollinosis – *Casuarinaceae* – Annaba – Algeria.

* Auteur correspondant : sama.nb@hotmail.com

1. INTRODUCTON

L'allergie au pollen ou pollinose, est une affection saisonnière liée à la présence de grains de pollen des espèces anémophiles en abondance dans l'air [1]. Les études épidémiologiques ont montré que la prévalence des maladies allergiques et des rhinites d'allergie pollinique sont en augmentation [2]. Dans la région méditerranéenne, les réactions allergiques induites par le pollen affectent plus de 10 % de la population [3]. Le changement climatique modifie les saisons polliniques et ces changements vont dans le sens d'un risque accru pour les personnes allergiques, puisque la saison pollinique dans son ensemble tend à se prolonger et que les quantités de pollen augmentent lentement [4].

La région d'Annaba (Nord-Est algérien) se situe entre deux milieux écologiques, la mer Méditerranée au Nord et la forêt couvrant le Massif forestier de l'Edough à l'Ouest, présentant une diversité végétale très importante, notamment des espèces allergisantes [5]. Parmi les familles connues par leur pollen allergisant, on note : les *Poaceae*, les *Betulaceae*, les *Cupressaceae*, les *Oleaceae*, les *Urticaceae*, les *Asteraceae*, les *Fagaceae* et les *Chenopodiaceae* [6].

Le *Casuarina* «Filao» est un arbre introduit en Algérie, originaire des îles des océans Pacifique et Indien. Il est cultivé en Afrique du Nord pour former des brise-vents ou pour border des avenues [7]. Les *Casuarinaceae* sont des arbres anémophiles, produisant de grandes quantités de pollen pendant la saison pollinique principale, qui s'effectue généralement en fin d'été et en automne. En conséquence, le *Casuarina* est devenu une cause de la pollinose

de l'automne, prolongeant ainsi la durée de symptômes pour les patients sensibles [8].

Ce travail consiste en une étude aéropalynologique réalisée dans la région de Sidi Amar (Sud d'Annaba) à l'aide d'un capteur gravimétrique de Durham (1946) [9], implanté sur une hauteur de 4,5 m, durant une période de 7 mois, du 1^{er} août 2012 au 28 février 2013.

L'objectif est d'étudier la teneur pollinique du genre *Casuarina* (*Casuarinaceae*) dans l'atmosphère et l'effet des paramètres météorologiques sur sa production pollinique.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Zone d'étude

L'étude a été réalisée au niveau de la commune de Sidi Amar. Cette localité est située à 8 km au Sud d'Annaba. Ses coordonnées sont : latitude de 36° 49' 04" N et longitude de 7°43' 05" E (Fig.1). Sa superficie est de 43 km² et sa population est estimée en 2008 à 83 254 habitants. Cette région est caractérisée par un climat humide et subhumide de type méditerranéen. La pluviométrie varie de 600 à 800 mm/an. La température est élevée en été et douce en hiver (max = 32°C, min = 6°C). La rose du vent montre une direction dominante du Nord-Nord-Est vers Sud-Ouest.

La région de Sidi Amar est caractérisée par un couvert végétal très diversifié. Parmi les espèces abondantes, on note : l'eucalyptus, l'olivier, le laurier rose, le pin, le cyprès, le casuarina, le ricin, le mimosa, la vigne, les graminées, les composées et les rosiers.

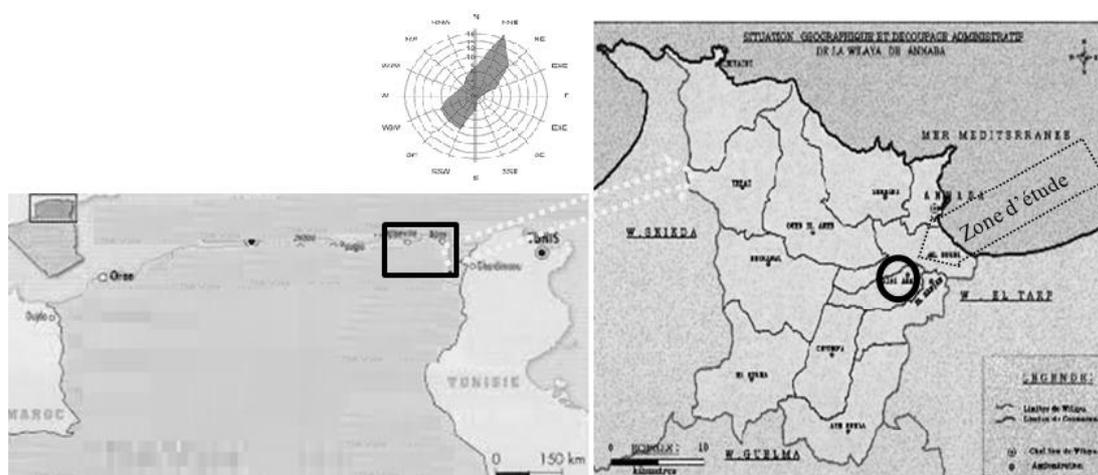


Figure1 : Situation du site d'étude (Source : Google, modifié)

2.2 Echantillonnage

Le prélèvement des échantillons polliniques a été réalisé quotidiennement durant 28 semaines (du 1^{er} août 2012 au 28 février 2013). Les mesures des concentrations de pollen dans l'air ont été effectuées à l'aide d'un capteur gravimétrique de Durham [9]. Cet appareil, simple et d'un coût négligeable, fondé sur le principe de la sédimentation pollinique sous l'effet de la pesanteur. L'instrument est constitué de simples lames enduites de substance adhésive ; la gélatine glycinée, colorée par la fuschine basique, maintenues contre les intempéries entre deux disques métalliques de 22.7 cm de diamètre, distants l'un de l'autre de 11 cm (Fig. 2) [10].

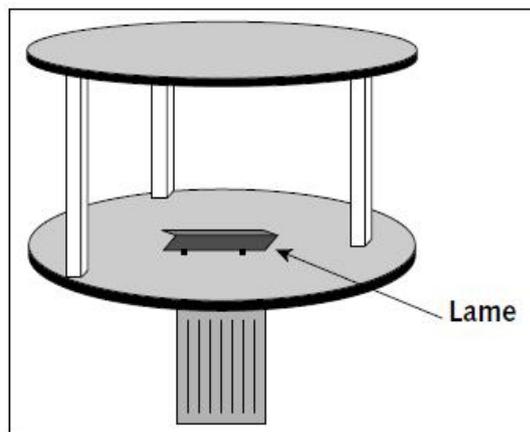


Figure 2 : Appareil de Durham [10]

2.3 Identification et comptage

Après une exposition de 24 heures, l'identification des grains de pollen capturés est réalisée au Laboratoire de Palynologie (Université Badji Mokhtar Annaba) en se référant à l'Atlas pollinique de Reille [11]. Le comptage des grains de pollen se fait à l'aide d'un microscope photonique (L 110 A) au grossissement (X 400). L'analyse pollinique est effectuée sur toute la longueur et la largeur de la lame (50 mm x 24 mm).

Nous avons considéré les paramètres suivants: la date d'apparition et la quantité de pollen ainsi que le temps de présence du pollen dans l'atmosphère.

2.4 Données météorologiques

Les variables météorologiques mensuelles utilisées dans cette étude sont : la température moyenne, les précipitations et la vitesse du vent, disponibles sur le site www.freemeteo.com.

©UBMA - 2015

2.5 Analyse statistique

Afin de déterminer l'influence de la température moyenne, les précipitations et la vitesse du vent sur la saison pollinique de *Casuarina*, les coefficients de corrélation linéaire ont été calculés en utilisant l'analyse statistique descriptive à deux dimensions [12].

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX ET DISCUSSION

3.1 Données aéropalynologiques

Les résultats résumés dans le tableau 1, nous ont permis de calculer les valeurs moyennes de divers paramètres polliniques.

Au cours des 7 mois d'étude, un total de 1956 grains de pollen de *Casuarina* a été enregistré dans l'atmosphère de Sidi Amar avec une concentration maximale de 953 grains durant le mois de novembre.

D'après le tableau 1, il n'y a pas de pollen de *Casuarina* dans l'atmosphère au mois d'août. La production pollinique a commencé en mois de septembre. La durée de production pollinique est de 19 semaines séparées par 2 semaines d'absence du pollen de *Casuarina* dans l'air (0 GP).

Le pourcentage des jours de pollinisation observé est de 38%. On remarque que la production pollinique a été effectuée durant toutes les semaines des mois de septembre, novembre, décembre et janvier. Par contre, elle n'a été réalisée que 8 jours pendant le mois d'octobre et 4 jours du mois de Février. En Septembre, une concentration globale de 491 GP a été observée.

Au mois d'octobre, 160 GP ont été enregistrés avec une période de repos de 20 jours. Durant le mois de Novembre, nous avons noté la plus forte concentration pollinique au cours des sept mois d'étude avec un total mensuel de 953 GP.

Une diminution progressive de l'émission pollinique a été observée pendant les trois mois suivants, en décembre (253 GP), janvier (93 GP) et février (5 GP). La quantité totale mensuelle des grains de pollen dénombrée est d'un maximum de 68 GP/cm² (novembre) et un minimum de 1 GP/cm² (Février).

Tableau 1 : Caractéristiques de la période de pollinisation de *Casuarina* à Sidi Amar durant 28 semaines d'observation.

Mois	Semaine	Jours de pollinisation			Quantité totale mensuelle	Total de GP/cm ²
		Nombre	Total	%		
Août	1 ^{ère}	0	0	0	0	0
	2 ^{ème}	0				
	3 ^{ème}	0				
	4 ^{ème}	0				
Septembre	1 ^{ère}	1	19	63	491	35
	2 ^{ème}	4				
	3 ^{ème}	7				
	4 ^{ème}	7				
Octobre	1 ^{ère}	3	8	26	160	11
	2 ^{ème}	0				
	3 ^{ème}	0				
	4 ^{ème}	5				
Novembre	1 ^{ère}	7	26	87	953	68
	2 ^{ème}	6				
	3 ^{ème}	6				
	4 ^{ème}	7				
Décembre	1 ^{ère}	6	19	61	253	18
	2 ^{ème}	1				
	3 ^{ème}	4				
	4 ^{ème}	8				
Janvier	1 ^{ère}	6	16	51	93	7
	2 ^{ème}	4				
	3 ^{ème}	3				
	4 ^{ème}	3				
Février	1 ^{ère}	3	4	14	6	1
	2 ^{ème}	0				
	3 ^{ème}	0				
	4 ^{ème}	1				
Totaux			87	38	1956	

3.2. Production pollinique

D'après la figure 3, on constate l'existence de 04 pics dépassant 50 GP. Un pic au mois de septembre le 22/09/2012 avec 68 grains (4^{ème} semaine); et deux pics durant le mois de novembre (soit respectivement: la 1^{ère} semaine avec 112 grains et la 4^{ème} semaine avec 94 grains de pollen) et un pic en mois de Décembre pendant la 1^{ère} semaine avec 167 GP.

Durant le mois d'Août aucun grain de pollen n'a été enregistré, le début de pollinisation de *Casuarina* a commencé le 07/09/2012 où on a enregistré un seul grain de pollen.

Après 5 jours (le 12/09/2012), la quantité de pollen de *Casuarina* marquée a augmenté considérablement jusqu'à 62 grains.

Cette production élevée a duré environ 2 semaines (du 13/09 au 25/09/2012), avec un maximum de 202 grains pendant la 3^{ème} semaine, puis subitement une diminution a été observée à la fin de Septembre et à la 1^{ère} semaine d'Octobre (1- 4 grains).

La période de pollinisation a été interrompue durant la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine d'Octobre (du 07/10 au 26/10/2012) où aucun grain de pollen n'a été capturé.

La reprise de la pollinisation (4^{ème} semaine d'octobre) a commencé par une production relativement élevée (83 GP). La 4^{ème} semaine a connu une production considérable avec 154 GP. La figure 4 présente les détails du mois de novembre dont la production pollinique est considérable (337 GP).

La première semaine de Décembre, 167 GP ont été comptés avec un maximum de 62 GP le

01/12/2012 et 59 GP le 04/12/2012, puis une chute d'émission jusqu'à la 3^{ème} semaine avec 6 GP.

Nous avons observé une remontée de production au cours de la 4^{ème} semaine avec 71 GP. Puis une rechute progressive durant le mois de janvier jusqu'à la 1^{ère} semaine de Février où 5 GP ont été enregistrés.

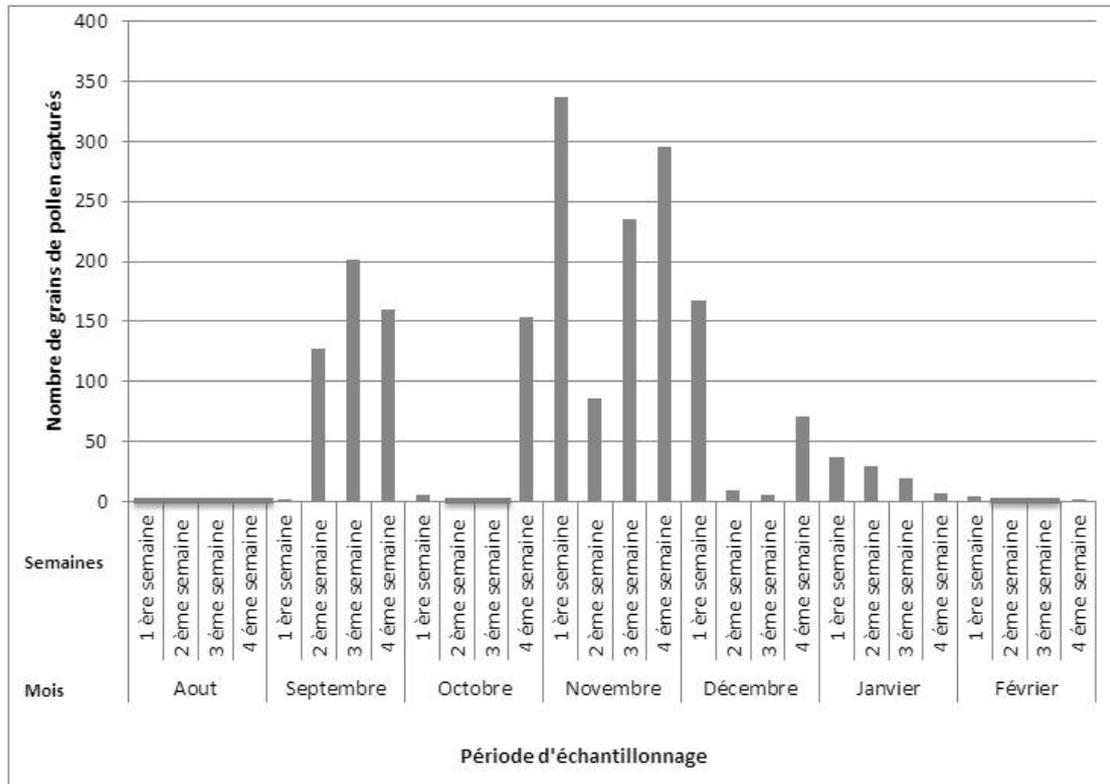


Figure 3. Production pollinique de *Casuarina* durant 28 semaines d'étude.

Nos résultats concordent avec ceux des plusieurs études réalisées antérieurement. Selon Kortebj et al. [13], le pollen de Casuarinaceae est présent dans l'atmosphère à Alger pour la même période d'étude avec 175 grains représentant un pourcentage de 6.64% de l'ensemble des grains identifiés. Le maximum pollinique enregistré est de 36 grains le 18 octobre 1977. García et al. [8] ont enregistré à Málaga (Espagne) la présence du pollen de *Casuarina* durant les mois d'octobre et novembre, et principalement pendant la 2^{ème} semaine jusqu'à la 4^{ème} semaine d'octobre.

Dans une autre étude réalisée en péninsule Ibérique, les résultats montrent que la saison pollinique s'effectue de la fin de l'été à l'automne, allant de septembre à décembre. Les concentrations maximales sont enregistrées à la

fin de septembre et durant le mois d'octobre [14].

Güvensen et Öztürk [15] ont constaté, dans la région d'Izmir (Turquie), que la famille des Casuarinaceae domine les autres espèces durant la 3^{ème} semaine du mois de Septembre et la 1^{ère} semaine d'Octobre.

Selon Halwagy et Halwagy [16], la dissémination des grains de pollen des *Casuarinaceae* dans l'atmosphère du Koweït est d'une grande ampleur pendant l'hiver (Décembre à Février) et très réduite de mars à novembre.

A Darwin (Australie tropicale), Stevenson et al. [16] ont remarqué que la période d'émission du pollen de *Casuarina* s'effectue entre les mois de juillet et septembre, mais avec par exemple des concentrations en Septembre 2004 qui

étaient six fois supérieures à celles de septembre 2005.

A Brisbane (Australie), Green et al. [18] ont constaté durant une période s'étalant de juin à eu lieu entre le 8 et le 16 juin et, la fin se déroule entre mars et mai.

Ces variations des dates d'apparition enregistrées d'une année à une autre peuvent être dues aux tendances de précocité de la végétation, qui est en corrélation avec les hivers doux qui, depuis la fin des années 1980, dominant chez les espèces qui fleurissent à la fin de l'hiver ou au début du printemps. Pour ces raisons, de nombreux arbres montrent une

1994 à mai 1999, qu'il y a une hétérogénéité dans la durée, les dates d'apparition et la concentration de la saison pollinique de *Casuarinaceae*. Le début de la saison pollinique forte tendance à l'anticipation. Ce déplacement peut dépasser un mois [19, 20, 21, 22].

En lien avec le réchauffement climatique, on observe de nettes tendances au déplacement de la floraison des espèces hivernales et printanières vers des dates plus précoces, à la prolongation de la saison des grains de pollen estivaux et à l'augmentation des quantités de pollen de fin d'été [23].

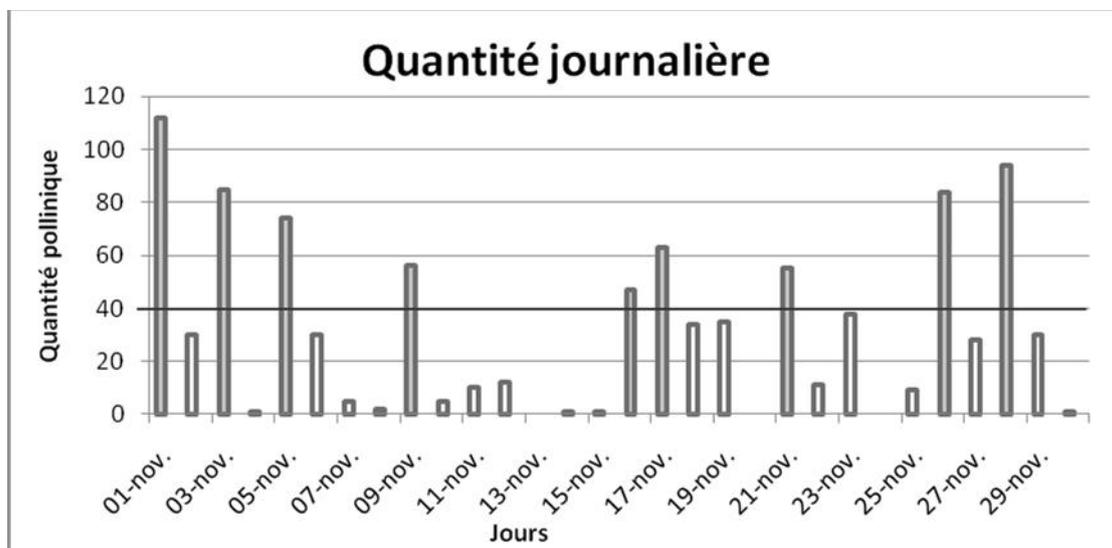


Figure 4 : Quantité pollinique journalière de Casuarina durant le mois de novembre

3.3 Données météorologiques

La figure 5 illustre les variations hebdomadaires des facteurs météorologiques dans la zone d'étude.

On constate une diminution graduelle de la température durant la période d'étude. Le mois d'août a été caractérisé par une température moyenne élevée de 27.81°C, puis une réduction durant les 3 semaines du mois de septembre jusqu'à 21.31°C. La 4^{ème} semaine a connu une remontée de température avec 26.61°C. Ensuite, une diminution a été marquée dès le

début d'Octobre jusqu'à la fin du mois de février (10.19°C). La courbe des précipitations montre l'enregistrement des faibles quantités de pluies, et la valeur la plus importante a été marquée en mois de Février.

La vitesse moyenne du vent varie entre 24,54 Km/h au mois d'août et 22,06 Km/h au mois de Février. Nous avons observé une diminution progressive de la vitesse du vent durant le mois de novembre (16,3 Km/h) puis une augmentation jusqu'à la fin de la période d'étude.

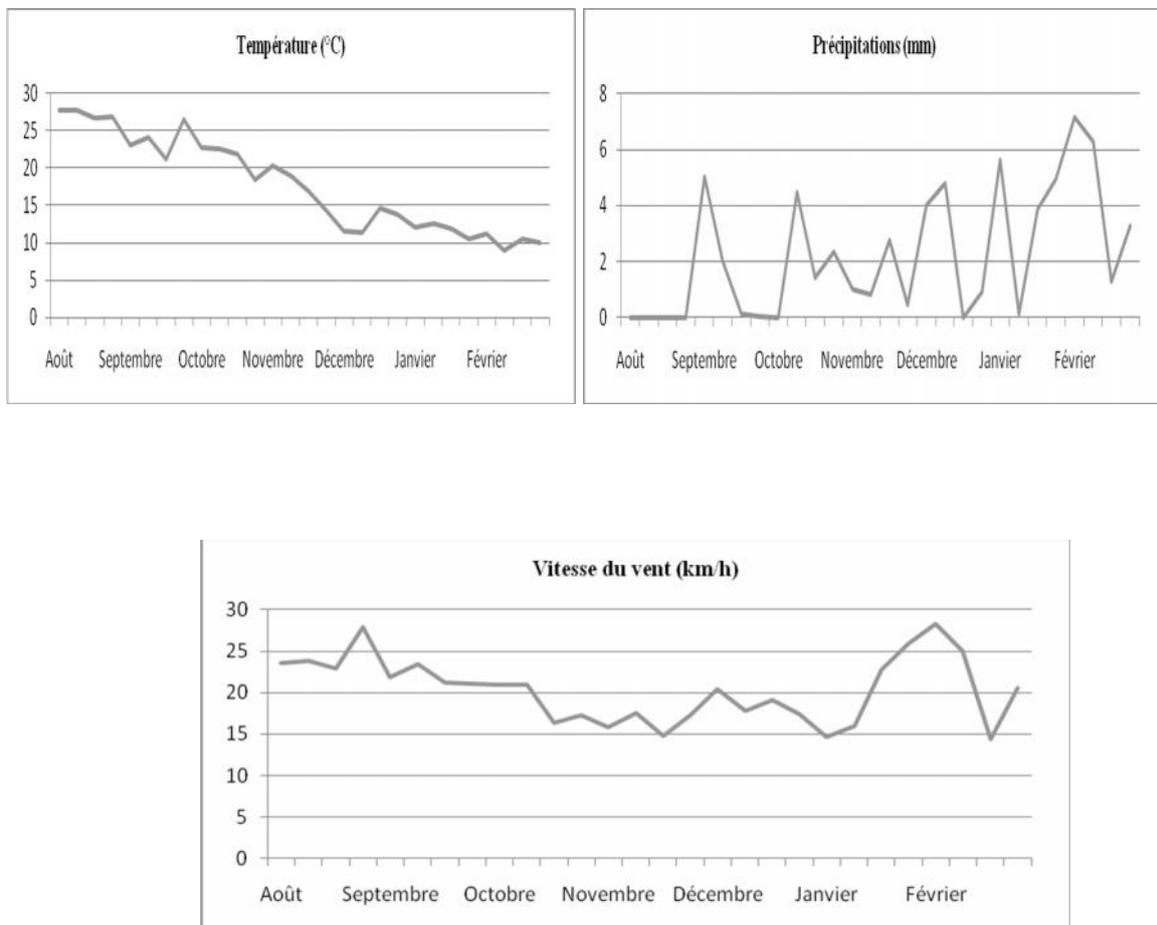


Figure 5 : Variations hebdomadaires des facteurs météorologiques durant la période d'étude dans la région d'Annaba (www.freemeteo.com).

3.4 Corrélation entre la production et la dissémination pollinique du *Casuarina* et les facteurs météorologiques

L'influence des paramètres climatiques lors de la production des grains de pollen, aboutit à des différences très importantes d'une saison à l'autre, d'une partie d'une année à l'autre et d'une région à l'autre [1].

De nombreuses études suggèrent qu'il est nécessaire d'enregistrer et de corréler les concentrations polliniques avec les valeurs les plus importantes des paramètres météorologiques [24, 25].

Selon Xu et al. [26], les conditions climatiques comme la température, les précipitations et la

vitesse du vent ont une importante influence sur le nombre de grains de pollen aéroportés.

Afin de déterminer l'influence de la température moyenne, les précipitations et la vitesse du vent sur la saison pollinique du *Casuarina*, les coefficients de corrélation linéaire ont été calculés entre la quantité pollinique mensuelle enregistrée et les valeurs mensuelles des différents paramètres météorologiques étudiés (Fig. 6).

Le tableau 2 présente les valeurs des coefficients de corrélation calculés et les écart-type de chaque paramètre météorologique étudié.

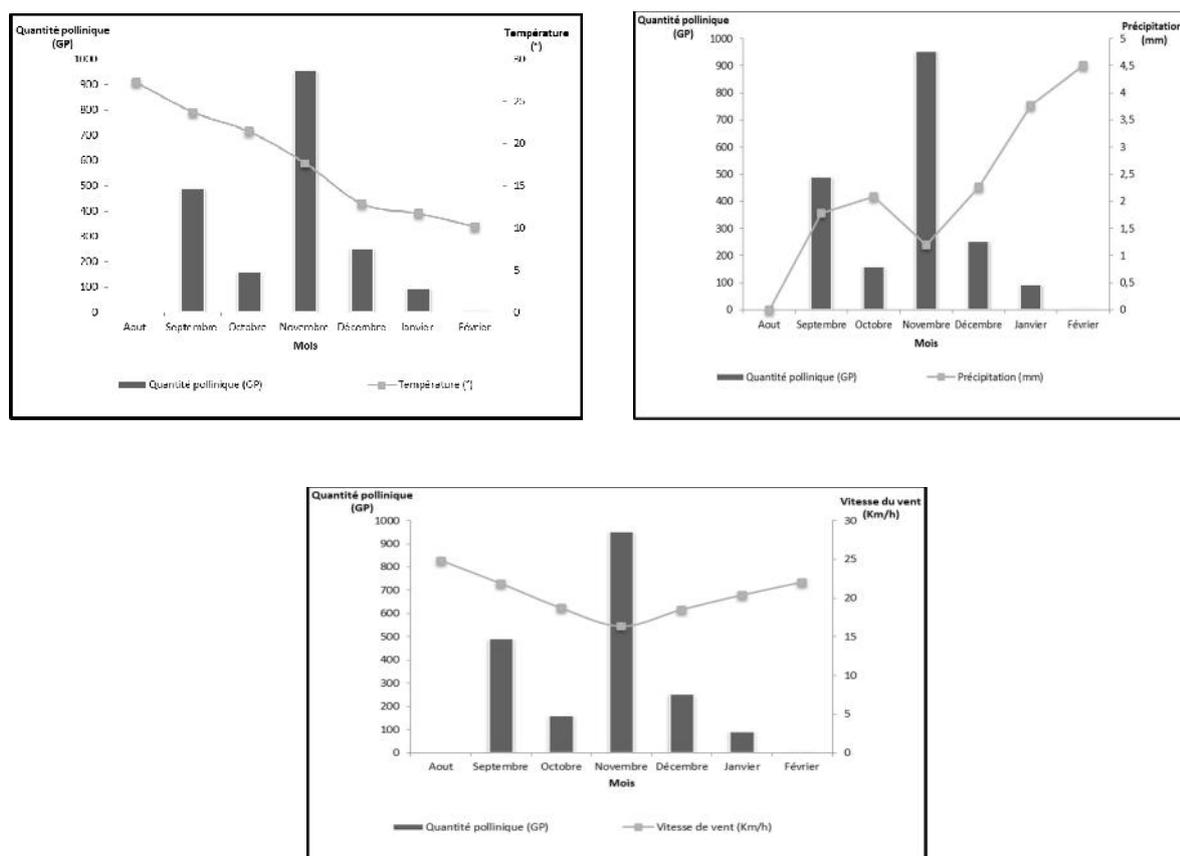


Figure 6 : Variations des quantités polliniques mensuelles enregistrées selon les facteurs climatiques étudiés.

Tableau 2: Coefficient de corrélation des paramètres météorologiques étudiés et le nombre de grains de pollen capturés durant la période d'étude.

Mois	Nombre de GP capturés	Température (°C)	Précipitations (mm)	Vitesse du vent (Km/h)
Aout	0	27.27±0.63	0	24.54±2.27
Septembre	491	23.75±2.24	1.80±2.33	21.92±1.10
Octobre	160	21.42±1.99	2.06±1.87	18.85±2.41
Novembre	953	17.66±2.62	1.25±1.02	16.3±1.29
Décembre	253	12.86±1.62	2.42±2.33	18.64±1.39
Janvier	93	11.75±0.82	3.58±2.40	19.92±5.59
Février	6	10.19±0.95	4.5±2.73	22.06±5.99
Coef. de corrélation (R)		0.11	-0.32	-0.66

Nous avons constaté qu'il y a une faible corrélation positive (+ 0,11) entre les valeurs de production pollinique mensuelle (Nombre de grain de pollen capté) avec les valeurs de la température moyenne, ce qui signifie que la température moyenne de l'air n'a pas une grande influence sur la quantité produite des grains de pollen du *Casuarina*. Sachant que la température est la principale variable qui influe sur le moment de la floraison des plantes [27], [28], les résultats obtenus par Green et al. [18], indiquent qu'il existe une corrélation fortement négative avec le contenu pollinique du *Casuarina* dans l'air et les températures minimales et maximale enregistrées.

Contrairement à la température, nous avons trouvé que les précipitations ont une corrélation négative ($R = - 0,32$) avec la quantité pollinique enregistrée. La pollinisation diminue lorsque les précipitations augmentent. Green et al. [8] ont constaté aussi, qu'il y a une corrélation négative entre la production pollinique du *Casuarina* et les précipitations. D'après Trigo et al. [14], la présence dans l'air du pollen de *Casuarina* est étroitement associée aux pluies saisonnières, qui, dans le bassin méditerranéen se produisent principalement à l'automne, coïncidant avec la période de pollinisation principale des espèces les plus fréquentes. En général, les concentrations les plus élevées de pollen sont enregistrées pendant l'automne.

Nos résultats montrent qu'il existe une corrélation négative entre la production pollinique et la vitesse du vent (- 0,66). En revanche, d'après les résultats de García et al. [8], il n'y a pas de corrélation observée entre la vitesse du vent et la dispersion des grains de pollen de *Casuarina*, malgré que ce facteur facilite la dissémination pollinique, et ce résultat peut être expliqué par la direction du vent, où elle est très variée à Málaga. Ainsi, et selon Moscholm et al. [29], les fortes pluies et les vents violents font disparaître le pollen dans l'atmosphère.

4. CONCLUSION

Dans la présente étude, nous proposons de suivre la production pollinique du *Casuarina* au cours de 7 mois. Les échantillonnages aéropalynologiques ont été obtenus à l'aide de capteur du Durham (1946), à fréquence journalière durant 28 semaines dans l'atmosphère de Sidi Amar (Annaba).

La saison pollinique du *Casuarina* a commencé le 07/09/2012. Un total de 1956 grains de pollen a été capturé durant la période d'étude.

©UBMA - 2015

La pollinisation a été abondante au mois de Novembre, faible au mois de Janvier et de Février et, nulle au mois d'Août. Les résultats de l'étude aéropalynologique montrent des variations de concentrations polliniques d'une semaine à l'autre durant la saison d'automne. La production a été élevée durant la 1^{ère} semaine du mois de Novembre (337 GP), la 2^{ème} semaine de Septembre (202 GP) et la 2^{ème} semaine de Décembre. Alors qu'au mois d'Octobre, elle est restée nulle au cours de deux semaines. Nous avons trouvé que la dispersion pollinique du *Casuarina* a une corrélation positive avec la température et, négative avec les précipitations et la vitesse du vent.

Le pollen de *Casuarina* est considéré comme un aéroallergène pouvant provoquer des maladies allergiques telles que les rhinites et/ou l'asthme. De ce fait, l'augmentation du taux de ce pollen allergisant dans l'atmosphère favorise l'exposition des personnes sensibles aux allergènes environnementaux, en conséquence, l'accroissement du nombre des patients allergiques. La détermination de types de pollen allergisant et leurs concentrations dans l'atmosphère est, donc un outil très important aussi bien pour les patients que pour les médecins allergologues.

REFERENCES

- [1] Thibaudon M. et Olivier G., 2007. Pollinoses et surveillance des pollens en France, *Air Pur*, n°71, Premier semestre.
- [2] Kopferschmirt-Kubler M. C. et Pauli G., 1999. Pollens et pollution. *Rev. Fr. Allergol.*, Vol. 39 (4), pp. 283-288.
- [3] D'Amato G., 1998. Pollen allergy in the Mediterranean area. *Rev. Fr. Allergol.*, Vol. 38 (7), pp. 160-162.
- [4] Clot B., 2008. Impact du réchauffement climatique sur le risque d'exposition aux allergènes environnementaux et aux pollens. *Médecine et enfance*, pp.141-145.
- [5] Bennadja S., Chefrou A. et Benslama M., 2005. La composition pollinique de l'air de la ville de Annaba (Nord-Est algérien), 1^{er} colloque Euro-méditerranéen en Biologie Végétale et Environnement, Annaba, p. 117.
- [6] Guérin B. et Michel F.B., 1993. Pollen et Allergie. Edition Allerbio, Varennes-en-Agronne. 279p.
- [7] Somon E., 1987. Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. *Office des publications universitaires, Alger*, 143 p.
- [8] García J. J., Trigo M. M., Cabezedo B., Redo M., Vega J. M., Barber D., Carmotia M. J., Cervera J. A., Toro F. J. and Miranda A., 1997. Pollinosis due to Australian pine (*Casuarina*): an aerobiologic and clinical study in southern Spain, *Allergy*, Vol. 52, pp. 11-17.

- [9] 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*, Vol. 17 (2), pp. 79-86.
- [10] Laaidi K., Laaidi M. et Besancenot J. P., 1997. Pollens, pollinoses et météorologie. *La Météorologie*, 8e série - n° 20, pp. 41-56.
- [11] 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.
- [12] Dagnelie P., 1999. Statistique théorique et appliquée, Tome 2 : Interférence statistique à une et deux dimensions. Bruxelles : De Boeck et Larcier. 659 p.
- [13] Korteby H., Hammache V., Lamrani Z., Abed L. et Larbaoui D., 1977. L'atmosphère pollinique d'Alger. Note sur sa composition durant le deuxième trimestre 1977. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Alger*, Vol. 68 (3-4), pp. 75-79.
- [14] Trigo M. M., Recio M., Toro F. J., Cano M., Dopazo M. and García H., 1999. Annual variations of airborne *Casuarina* pollen in the Iberian Peninsula. *Polen*, Vol. 10, pp. 71-77.
- [15] Güvensen A. and Öztürk M., 2003. Airborne pollen calendar of Izmir – Turkey, *Ann. Agric. Environ. Med.*, Vol. 10, pp. 37-44.
- [16] Halwagy M. and Halwagy R., 1984. Seasonal variations of pollen grains in the atmosphere of Kuwait, *Pollen et spores*, Vol. 24 (2), pp. 201-206.
- [17] Stevenson J., Haberle S. G., Johnston F. H. and Bowman D. M., 2007. Seasonal distribution of pollen in the atmosphere of Darwin, tropical Australia: Preliminary results, *Grana*, Vol. 46, pp. 34-42.
- [18] Green B. J., Dettmann M.-E., Yli-Panula E., Rutherford S. and Simpson R., 2004. Aeropalynology of Australian native arboreal species in Brisbane, Australia. *Aerobiologia*, Vol. 20, pp. 43-52.
- [19] Clot B., 2003. Trends in airborne pollen: An overview of 21 years of data in Neuchâtel (Switzerland). *Aerobiologia*, Vol. 19, pp. 227-234.
- [20] Washington: Global Change Research Program, National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, US EPA, 2008. In: United States Environmental Protection Agency (US EPA). *A review of the impacts of climate variability and change on aeroallergens and their associated effects*, August 2008.
- [21] Clot B., 2007. Pollen dans l'air du Plateau Suisse : Paramètres climatiques et nouveaux risques pour les allergies. Thèse de Doctorat, Université de Neuchâtel, Suisse. 102 p.
- [22] Thibaudon M., Outteryck R. et Lachasse C., 2005. Bioclimatologie et allergie. *Rev. Fr. Allergol. Immunol. Clin.*, Vol. 45, pp. 447-55.
- [23] Clot B., 2008. Pollen de l'air et risque d'allergie: l'évolution récente. *Environnement, Risques & Santé.*, Vol. 7(6), pp. 431-434.
- [24] Peternel R., Srnec L., Hrga I., Hercog P., Čulig J., 2005. Airborne pollen of *Betula*, *Corylus* and *Alnus* in Zagreb, Croatia. A three-year record. *Grana*, Vol. 44, pp. 187-191.
- [25] Weryszko-Chmielewska E., Puc M. and Piotrowska K., 2006. Effect of meteorological factors on *Betula*, *Fraxinus* and *Quercus* pollen concentrations in the atmosphere of Lublin and Szczecin, Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.*, Vol. 13, pp. 243-249.
- [26] 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*, Vol. 32, pp. 202-208.
- [27] Rodríguez-Rajo F.-J., Fernández-González M.-D., Vega-Maray A. M., Suárez F. J., Valencia-Barrera R. M. and Jato V., 2006. Biometeorological characterization of the winter in North- West Spain based on *Alnus* pollen flowering. *Grana*, Vol. 45, pp. 288-296.
- [28] Emberlin J., Smith M., Close R. and Adams-Groom B., 2007. Changes in the pollen seasons of the early flowering trees *Alnus* spp. and *Corylus* spp. In Worcester, United Kingdom, 1996-2005. *International Journal of Biometeorology*, Vol. 51, pp. 181-191.
- [29] Moscholm L., Weeke E. R., and Peterson B. N., 1987. Forecast of pollen concentrations of *Poaceae* (Grasses) in the air by time series analysis. *Pollen et spores*, Vol. 29 (2-3), pp. 305-322.