

Quatrième article : Spores et maladies allergiques dans la commune d'Abomey-Calavi au Sud du Bénin

Par : M. G. TOSSOU, L. F. TCHABI et A. AKOEGNINOU

Pages (pp.) 32-48.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - Numéro 82 – Décembre 2017

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099
Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Service Informatique Scientifique et Biométrie (PIS-B)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : brabinrab@yahoo.fr / craagonkanmey@yahoo.fr

Spores et maladies allergiques dans la commune d'Abomey-Calavi au Sud du Bénin

M. G. TOSSOU⁷, L. F. TCHABI⁷ et A. AKOEGNINOU⁷

Résumé

Le contenu en spores de l'atmosphère de la commune d'Abomey-Calavi, a été analysé d'avril 2015 à mars 2017 en relation avec les données cliniques sur les maladies allergiques de l'hôpital de zone de la même commune. L'appareil de Hirst a été utilisé pour capturer ces particules. Un total de 136 spores/m³ d'air par jour a été enregistré d'avril 2015 à mars 2016 et 132 spores/m³ d'air par jour d'avril 2016 à mars 2017. Une variation générique saisonnière des spores de l'air a été observée. Ainsi, pendant la saison sèche, les taxons les plus dominants ont été *Aspergillus*, *Cladosporium* et *Alternaria*, tandis que pendant la saison des pluies, les spores d'*Aspergillus* et de *Cladosporium* ont prédominé. La corrélation au test de Spearman a été positive entre les pics de spores et ceux des différentes affections allergiques. Les données recueillies sur les spores au cours de l'étude sont d'une grande importance pour aider les médecins allergologues à prévenir, à diagnostiquer et à sensibiliser le public sur les maladies allergiques.

Mots-clés : Aéropalynologie, spores, pollinose, Abomey-Calavi.

Spores and allergic diseases in the town of Abomey-Calavi in Southern Benin

Abstract

The spores' content of Abomey-Calavi commune's atmosphere, was analyzed from April 2015 to March 2017 in relation to the clinical data on allergic diseases of the district hospital of same commune. Hirst's device was used to capture these particles. A total of 136 spores/m³ of air per day was recorded from April 2015 to March 2016 and 132 spores/m³ of air per day from April 2016 to March 2017. A seasonal generic variation of air spores has been observed. Thus, during the dry season, the most dominant taxa were *Aspergillus*, *Cladosporium* and *Alternaria*, while during the rainy season *Aspergillus* and *Cladosporium* spores predominated. The correlation to the Spearman test was positive between peaks of spores and those of different allergic conditions. Spore data collected during the study has a great importance for helping allergy physicians to prevent, to diagnose and to educate the public about allergic diseases.

Key words: Aeropalynology, spores, pollinosis, Abomey-Calavi.

INTRODUCTION

Les spores constituent l'un des principaux éléments microscopiques présents en abondance dans l'atmosphère (Hyde, 1972, Njokuocha et Ukeje, 2006 et Tossou *et al.*, 2016, Tchabi *et al.*, 2017a, b). Elles sont subdivisées en spores fongiques, en spores monolètes et en spores trilètes des Bryophytes et des Fougères. Les premières sont souvent la source de nombreuses allergies respiratoires appelées pollinoses dont la plus fréquente est l'asthme chez les enfants et les adultes sensibles, et la cause de nombreux cas d'hospitalisation (Behbod *et al.*, 2015 ; Skjøth *et al.*, 2016). De plus, en agriculture, les spores fongiques sont pathogènes pour de nombreuses plantes (Simmons, 2007 ; Damialis, 2015a ; Skjøth *et al.*, 2016). C'est le cas de nombreuses espèces d'*Alternaria* qui infectent les tubercules des plantes comme la pomme de terre (Iglesias *et al.* 2007 ; Escuredo *et al.*, 2011) et les céréales telles que le riz (Skjøth *et al.*, 2012 ; Damialis *et al.*, 2015a ; Skjøth *et al.*, 2016).

Des études récentes ont été menées à travers le monde pour découvrir la variation saisonnière des spores fongiques dans l'air (Gargouri *et al.*, 2010 ; Oliveira *et al.*, 2010 ; Recio *et al.*, 2012 ; Bardei *et al.*, 2013 ; Skjøth *et al.*, 2016) et même leur variation quotidienne (Bardei *et al.*, 2013). Toutefois, en Afrique, très peu d'écrits spécifiques existent sur les spores fongiques de l'air à l'exception des travaux de Bouziane *et al.* (2006), Chafai et Boughediri (2006), Gargouri *et al.* (2010), Filali *et al.* (2015) et

⁷Dr Monique G. TOSSOU, Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale (LBEV), Département de Biologie Végétale (DPV), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 4521, Recette principale, Cotonou 01, E-mail: tossoumonique@gmail.com, Tél. : (+229) 66 04 84 12, République du Bénin

MSc. Frontenel Lopez TCHABI, LBEV/DPV/FAST/UAC, 01 BP 4521, Recette principale, Cotonou 01, E-mail: frontenel@gmail.com, Tél. : (+229) 96 42 15 71, République du Bénin

Prof. Dr Akpovi AKOEGNINOU, LBEV/DPV/FAST/UAC, 01 BP 4521, Recette principale, Cotonou 01, E-mail: akoegnin@bj.refer.org, Tél. : (+229) 67 79 20 55, République du Bénin

Bardei *et al.* (2013) en Afrique du Nord, puis de Hawke et Meadows (1989) en Afrique du Sud. En Afrique subsaharienne, on peut citer ceux de Agwu *et al.* (2004), Adekambi et Ogundipe (2010), Adeonipekun (2012), Essien (2014) et Tossou *et al.* (2016). L'objectif de ce travail était d'évaluer la charge en spores de l'atmosphère de la commune d'Abomey-Calavi au Sud-Bénin indispensable à la mise en évidence de sa relation avec les maladies allergiques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

L'étude a été réalisée dans la commune d'Abomey-Calavi située dans la partie sud du Bénin entre 6°19'20" et 6°42'51" de latitude Nord et 2°11'45" et 2°25'15" de longitude Est (Figure 1).

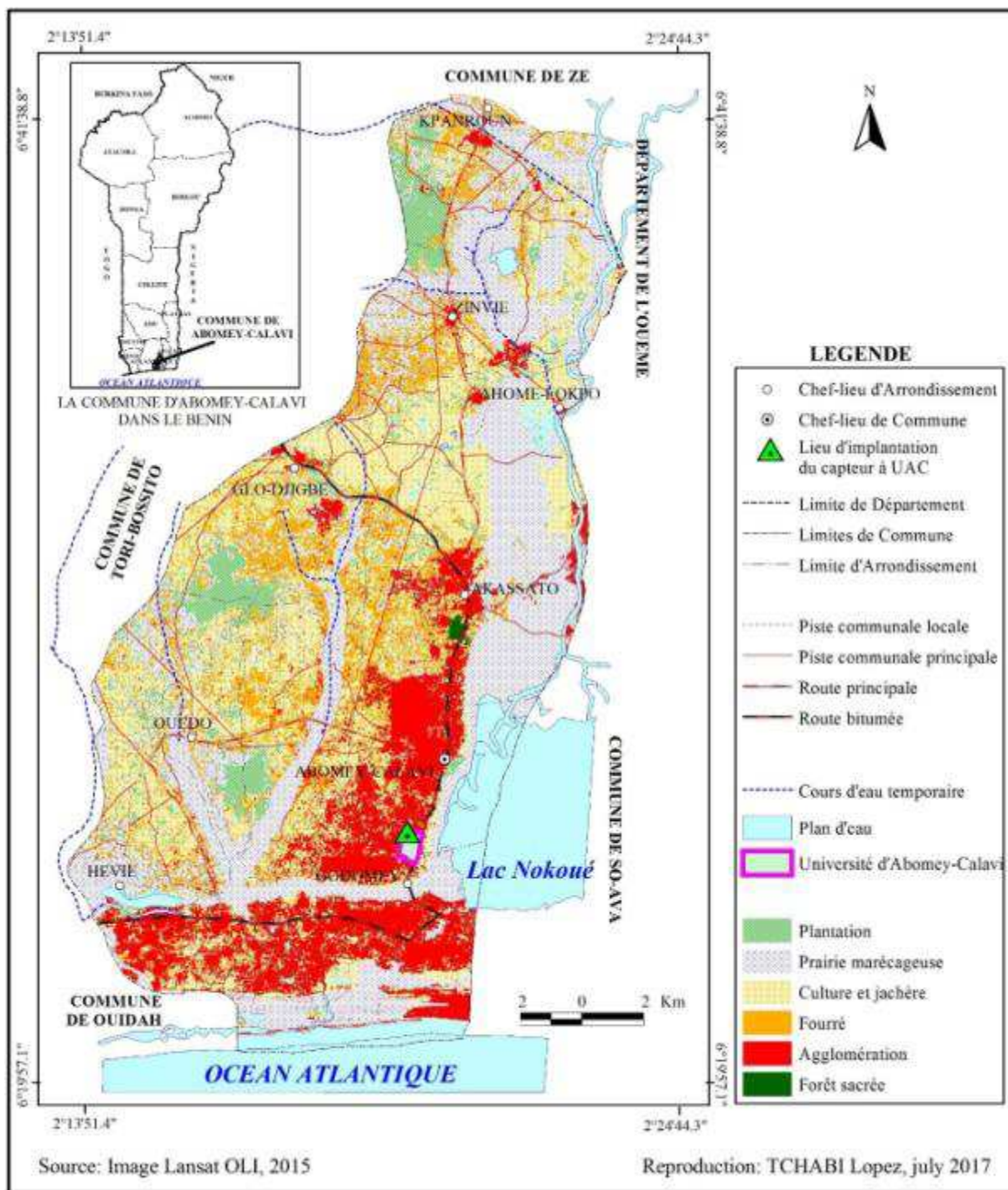


Figure 1. Carte de situation géographique et de végétation de la commune d'Abomey-Calavi

La commune d'Abomey-Calavi a une superficie de 65.000 ha avec 307.475 habitants et une densité de 4,73 habitants/km² (INSAE, 2013). Le climat qui y règne est de type subéquatorial, avec quatre saisons (Akoègninou *et al.*, 2006) : deux pluvieuses (une grande d'avril à juillet et une petite de septembre à novembre) et deux sèches (une grande de décembre à mars et une petite centrée sur le mois d'août).

La végétation de la commune d'Abomey-Calavi est composée d'un îlot de forêt, de fourrés, de mangrove, de plantations monospécifiques et de formations ouvertes comme les prairies marécageuse, les champs et jachères (Akoègninou, *et al.*, 2006). L'îlot de forêt est de type dense humide semi-décidue à *Celtis* spp (Akoègninou, 2004); il est sacré et mesure à peine un hectare de superficie. Il est situé sur le plateau de terre de barre. Les prairies marécageuses sont localisées dans les zones à hydromorphie permanente ou temporaire du bord du lac Nokoué et des bas-fonds de Godomey et de Calavi. Les plantations monospécifiques observées, ça et là, renferment *Acacia auriculiformis* (A.Cunn. ex Benth.) ou *Elaeis guineensis* (Jacq). Les champs et jachères sont constitués des espèces comme *Zea mays* (L), *Celosialaxa* (Schumach. &Thonn), *Lantana camara* (L.), etc.

La principale activité exercée par la population de la commune d'Abomey-Calavi est l'agriculture avec la culture du maïs (52%), du manioc (28%), de l'arachide (7%), du niébé (5%), de la patate douce (4%), de l'ananas (2%), du gombo (2%), de la tomate (1%) et du piment (1%). A cela s'ajoutent la production des champignons, l'élevage et la pêche. L'élevage porte généralement sur la volaille et les petits ruminants et la pêche qui y est très peu développée se fait principalement dans le lac Nokoué et dans les bas-fonds abritant de petits trous de poissons (INSAE, 2013).

Collecte, identification et comptage des spores

L'échantillonnage a été réalisé au moyen d'un capteur volumétrique de type Hirst placé à 15 m du sol sur la dalle de l'Herbier National du Bénin, le 08 avril 2015. La collecte des spores a débuté à partir de la semaine du 15 avril 2015 au 31 mars 2017. Les spores ont été impactées sur une bande transparente de cellophane enduite de résine fixée sur le tambour animé d'un mouvement de rotation au rythme d'une horloge intégrée. Ce tambour défilait devant la buse d'aspiration du capteur. Après une semaine de fonctionnement, la bande a été enlevée et découpée en sept segments égaux correspondant chacun à chaque jour de la semaine. Chaque segment a été placé entre lame et lamelle dans un liquide de montage à base de glycérine gélatinée colorée à la fuchsine basique 0,1 % et analysée directement au microscope optique (Galán *et al.*, 2007). Le comptage des spores a été réalisé par balayage de quatre transects horizontaux des lames et la concentration moyenne journalière a été exprimée en spores/m³ par jour. Les déterminations des spores de champignons ont été faites à l'aide de la base des données des spores de Grant Smith(1984) jusqu'au niveau genre.

L'estimation du nombre moyen de spores/m³ d'air a été obtenue en multipliant le nombre de spores effectivement comptés par le facteur de conversion de Jorgensen (1967) qui a tenu compte du volume d'air aspiré et de la surface effectivement analysée.

Données cliniques

Les données cliniques ont été obtenues au service statistique de l'Hôpital de zone d'Abomey-Calavi, suite aux dépouillements des registres de consultations et d'hospitalisation. Les investigations ont concerné les maladies telles que les rhumes, l'asthme, la conjonctivite et les dermatoses qui ont été enregistrées entre avril 2015 et mars 2017, correspondant à la période d'étude.

Traitement des données

Calcul de la concentration sporique journalière

L'estimation du nombre moyen de spores/m³ d'air et par jour a été obtenue en multipliant le nombre de spores effectivement comptés par le facteur de conversion de Jorgensen (1967) qui a tenu compte du volume d'air aspiré et de la surface effectivement analysée. Ce facteur a correspondu à la surface totale d'un segment de bande (ST= 48 mm x 14 mm) divisée par le volume d'air aspiré durant une semaine (14,4 m³ x 7) multiplié par la surface analysée. La surface analysée correspond au nombre de lignes analysées multipliées par la surface d'une ligne (largeur x longueur). La largeur d'une ligne était de 0,45 mm et la longueur était de 48mm. La formule du facteur de conversion a été la suivante : $F = (ST) \times (V)^{-1} \times (SA) \times 7$, avec : ST = surface totale, V = volume d'air aspiré et SA = surface effectivement analysée. Si n a représenté le nombre de spores effectivement comptés, le nombre de spores/m³ (Q) pendant les sept jours a été alors donné par la formule suivante : $Q = n \times F$.

Détermination de la fréquence des taxa dominants de spores

La fréquence de distribution de la mycoflore de l'atmosphère de la commune d'Abomey-Calavi a été déterminée en calculant la quantité d'un type de spore sur le total de spores comptées par an (Tossou *et al.*, 2016). Les différents types de spores identifiées ont été classées en spores «majeures», «mineures» et «sporadiques» (Ilanovici *et al.*, 2017) et en adaptant les pourcentages de Louveaux *et al.* (1978). Ainsi, un type de spore a été dit majeur quand son pourcentage a été supérieur à 30%, mineur quand il a été compris entre 10 et 30% et sporadique lorsque le taux de spores a été inférieur à 10%.

Traitement statistique des données sporiques

Les données de la variation des spores au cours des différentes saisons de l'année ainsi que celles de la répartition des maladies allergiques ont été analysées à l'aide du tableur Excel 2010. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R (R Core Team) et toutes les représentations graphiques au package ggplot2 (Wickham, 2009). Ensuite, les données mensuelles des spores ont été normalisées et ont été soumises au test du coefficient de corrélation de Spearman. Les corrélations entre chaque type de spore et toutes les maladies allergiques sur le cumul des deux années d'étude dans la commune d'Abomey-Calavi ont été évaluées et analysées. Les données sporiques et les maladies allergiques dans la commune d'Abomey-Calavi ont été corrélées par la méthode de Spearman, (les données ne sont pas adaptées à la normalité). Tous les calculs et graphiques ont été réalisés avec le logiciel R (R Core Team) et les relations les plus fortes ont été représentées au moyen de graphes.

RÉSULTATS

Spectre sporique

L'analyse qualitative et quantitative des échantillons a donné 49.739 spores en 2015-2016, soit un nombre moyen journalier de 136 spores/m³ d'air et 48.339 spores en 2016-2017, soit un nombre moyen journalier de 132 spores/m³ d'air. Ces spores ont été subdivisées en les cinq genres de spores de champignons suivants : *Aspergillus* ; *Alternaria* ; *Curvularia* ; *Cladosporium* ; *Tetraploa*. Enfin, ces spores ont été aussi subdivisées en spores monolètes et en spores trilètes. Les taxa les plus fréquents au cours de la première et de la deuxième année étaient présentés respectivement comme suit : spore majeure (*Aspergillus* avec 37,11 et 36,69%) ; spores mineures (*Cladosporium* avec 18,30 et 17,78%) ; *Alternaria* avec 16,94 et 17,40% ; *Curvularia* avec 13,22 et 13,97%. Les spores sporadiques ont été *Tetraploa* avec 7,04 et 7,83%, contre les spores monolètes avec 5,31 et 2,8%, puis enfin les spores trilètes avec 2,54 et 2,8%.

Sur la figure 2a a été illustrée l'évolution du spectre sporique de l'atmosphère de la commune d'Abomey Calavi au cours des années 2015-2016 et 2016-2017. Ce contenu a été majoritairement dominé par les genres *Aspergillus* et *Cladosporium*. Cette tendance n'a pas varié de la première année à la deuxième année d'observation. Le taux mensuel de spores a varié d'un mois à un autre. Les taux les plus bas ont été enregistrés en juillet sur les deux années avec 422 spores la première année et 416 spores, la deuxième année et les plus élevés en août avec 9.585 spores et 9.618 spores respectivement la première année et la deuxième année. La richesse mensuelle des spores et leur proportion ont été montrées dans le tableau 1.

Le mois d'août représentant la petite saison sèche a été le plus riche en spores (tableau 1). Les mois d'avril (début de la grande saison des pluies), janvier (milieu de la grande saison sèche) et septembre (début de la petite saison des pluies) étaient venus ensuite dans un ordre descendant.

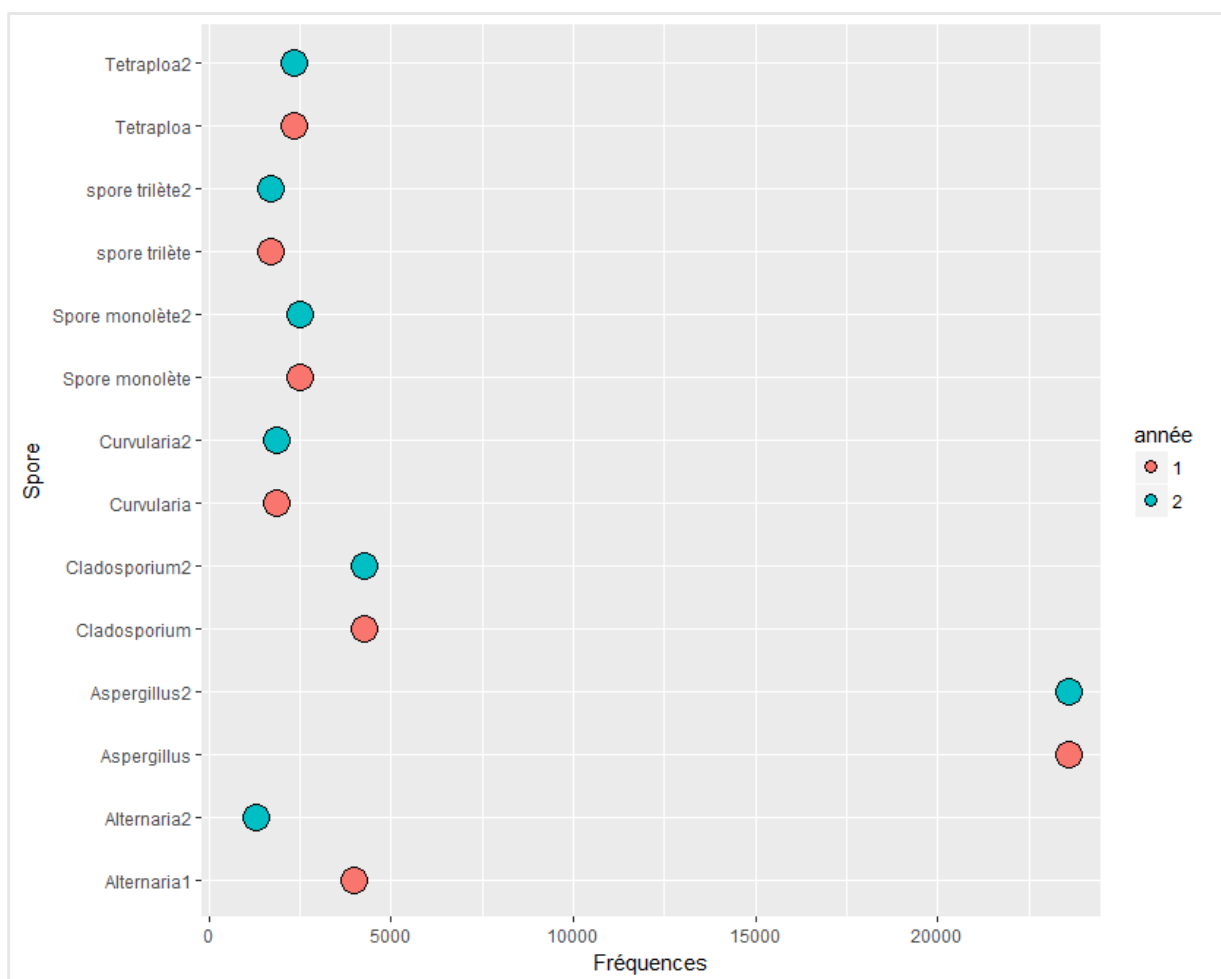


Figure 2. Représentation graphique du spectre sporique au cours des deux années 2015-2016 et 2016-2017

Tableau1. Richesse et proportion mensuelles des spores

Richesse et proportion mensuelles des spores durant les années					
2015-2016			2016-2017		
Mois	Nombre de spores	Taux (%)	Mois	Nombre de spores	Taux (%)
Avril 2015	7.325	14,72	Avril 2016	7.123	14,73
Mai 2015	1.844	3,70	Mai 2016	1.755	3,63
Juin 2015	1.813	3,64	Juin 2016	1.999	4,13
Juillet 2015	422	0,85	Juillet 016	416	0,86
Août 2015	9.585	19,27	Août 2016	9.618	19,90
Septembre 2015	5.352	10,76	Septembre 2016	4.120	8,52
Octobre 2015	3.664	7,37	Octobre 2016	3.183	6,58
Novembre 2015	4.050	8,14	Novembre 2016	4.032	8,34
Décembre 2015	2.870	5,77	Décembre 2016	2.482	5,13
Janvier 2016	6.721	13,51	Janvier 2017	7.148	14,79
Février 2016	3.249	6,53	Février 2017	3.553	7,29
Mars 2016	2.890	5,81	Mars2017	2.864	5,92

Variation saisonnière du nombre de spores

La dispersion des spores au cours des différentes saisons a été représentée par la figure 3. Au cours des deux années, les grandes saisons sèches ont enregistré les plus grands nombres de spores. Les petites saisons sèches et les deux saisons pluvieuses ont par contre connu les plus faibles nombres.

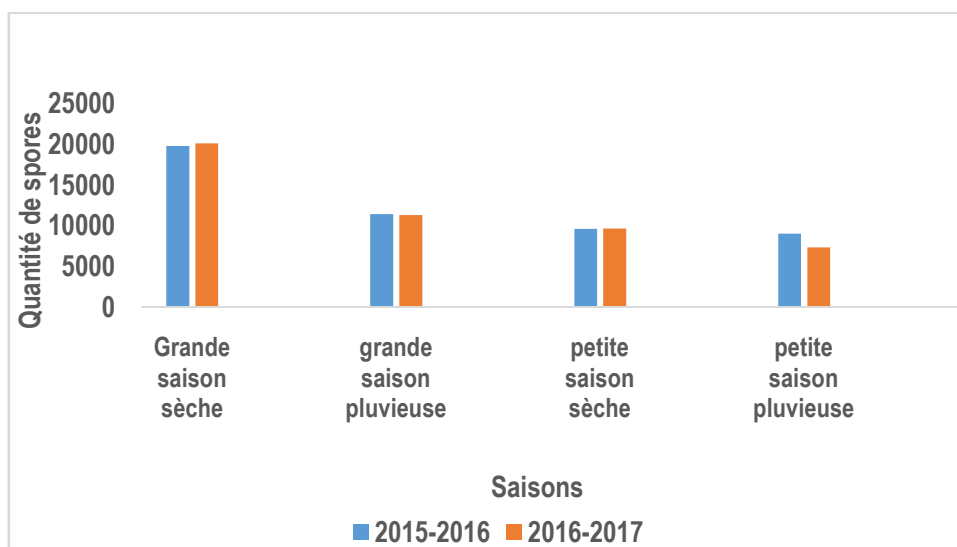


Figure 3. Variation des spores au cours des saisons

Variation des taux des taxa dominants au cours des saisons

Les taux des taxa dominants ont varié d'une saison à l'autre. Les spores du genre *Aspergillus* et *Alternaria* ont dominé pendant la grande saison sèche et pendant la petite saison sèche, *Aspergillus* et *Cladosporium* ont été en nombre plus élevés (tableau 2). Pendant la grande saison des pluies, *Aspergillus* et *Curvularia* ont prédominé. Les spores d'*Alternaria* ont été presque inexistantes pendant la grande saison des pluies. Au cours de la petite saison des pluies, *Aspergillus* et *Alternaria* ont prédominé. Les spores les plus abondantes de l'année ont été celles des genres *Alternaria* et *Cladosporium*.

Tableau 2. Variation du nombre de spores identifiées au cours des différentes saisons.

Spores de	Variation du nombre des spores durant les années							
	2015-2016 pendant la				2016-2017 pendant la			
	Grande		Petite		Grande		Petite	
	Saison sèche	Saison des pluies	Saison sèche	Saison des pluies	Saison sèche	Saison des pluies	Saison sèche	Saison des pluies
<i>Alternaria</i>	1.296	28	311	643	4.888	293	1.195	2.035
<i>Aspergillus</i>	2.690	1.076	810	582	9.418	3.440	3.096	1.786
<i>Cladosporium</i>	3.986	505	673	553	3.176	1.977	2.433	1.011
<i>Curvularia</i>	182	806	515	313	859	2.770	1.842	1.249
<i>Tetraploa</i>	106	500	139	136	639	1.731	531	888

Les graphes et courbes des figures 4 à 17 ont illustré l'évolution journalière en nombre de spores. Les graphes d'évolution journalière ont montré qu'au cours de la première année, les spores d'*Aspergillus*, d'*Alternaria*, de *Curvularia*, et des spores trilètes ont présenté chacune 1 pic de concentration en septembre, celles de *Cladosporium* et *Tetraploa* ont présenté également 1 pic respectivement en août et en mars et les spores monolètes, un pic en décembre. Au cours de la deuxième année, les spores d'*Aspergillus*, de *Curvularia*, les spores monolètes et les spores trilètes ont présenté chacune un pic dans le mois d'août. *Cladosporium* et *Tetraploa* ont présenté chacune un pic respectivement en septembre et en octobre et les spores d'*Alternaria*, un pic avec un maximum en décembre.

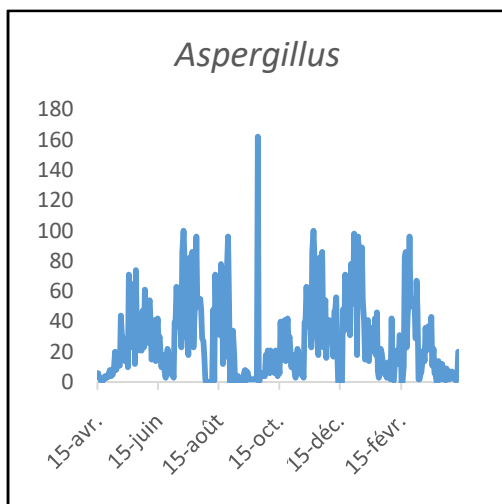


Figure 4. Évolution journalière des spores d'*Aspergillus* de 2015 à 2016

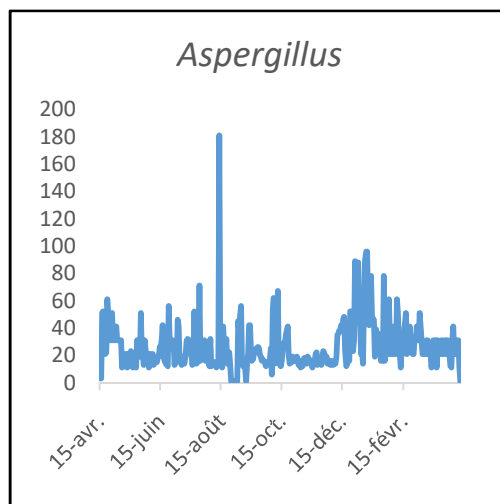


Figure 5. Évolution journalière des spores d'*Aspergillus* de 2016 à 2017

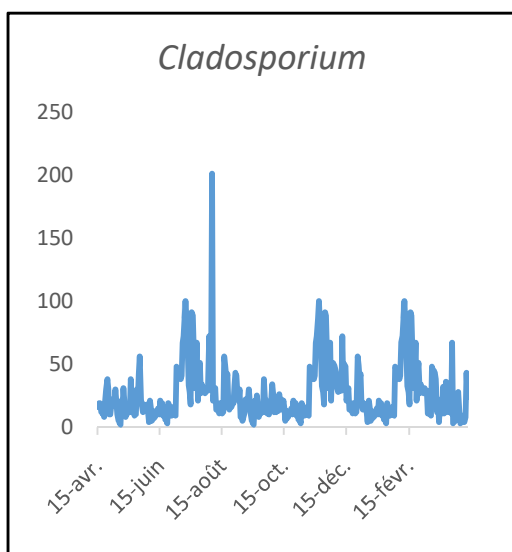


Figure 6. Évolution journalière des spores de *Cladosporium* de 2015 à 2016

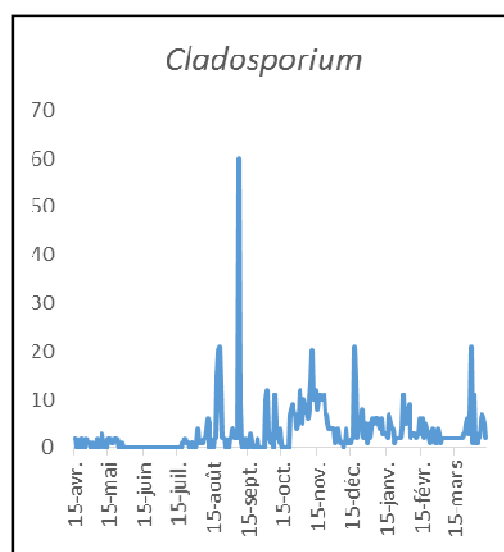


Figure 7. Évolution journalière des spores de *Cladosporium* de 2016 à 2017

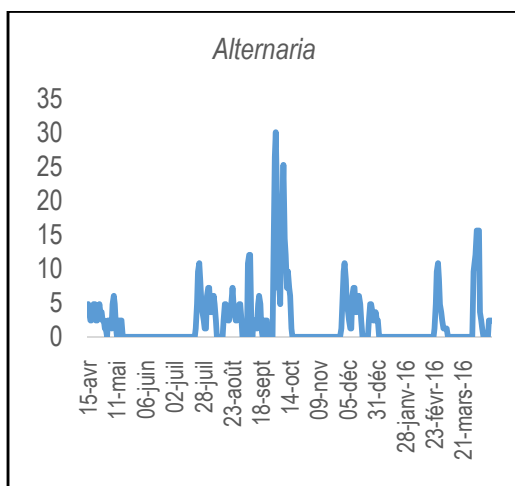


Figure 8. Évolution journalière des spores d'*Alternaria* de 2015 à 2016

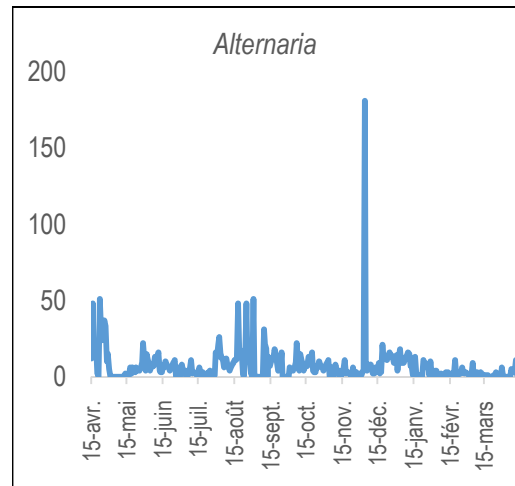


Figure 9. Évolution journalière des spores d'*Alternaria* de 2016 à 2017

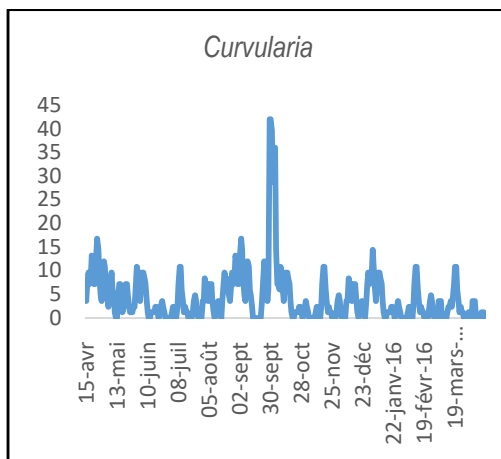


Figure 10. Évolution journalière des spores de *Curvularia* de 2015 à 2016

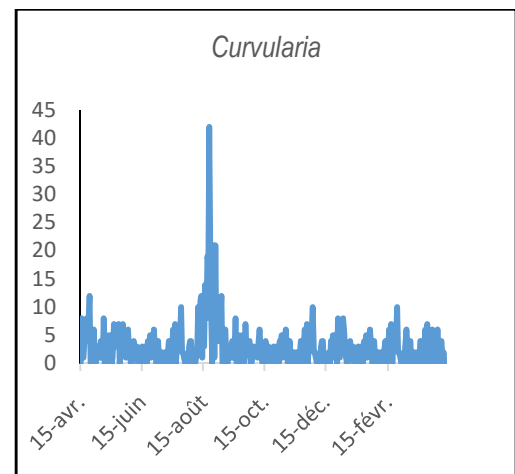


Figure 11. Évolution journalière des spores de *Curvularia* de 2016 à 2017

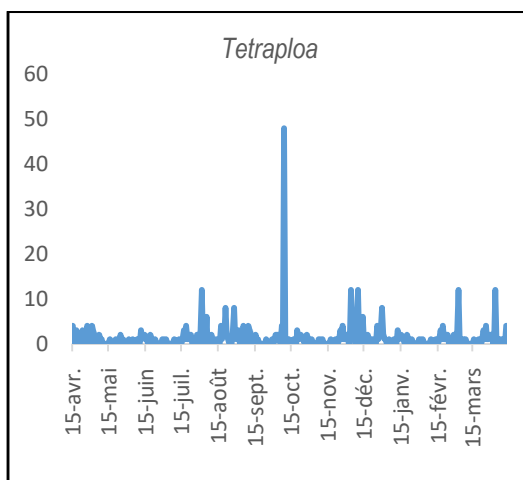


Figure 12. Évolution journalière des spores de *Tetraploa* de 2015 à 2016

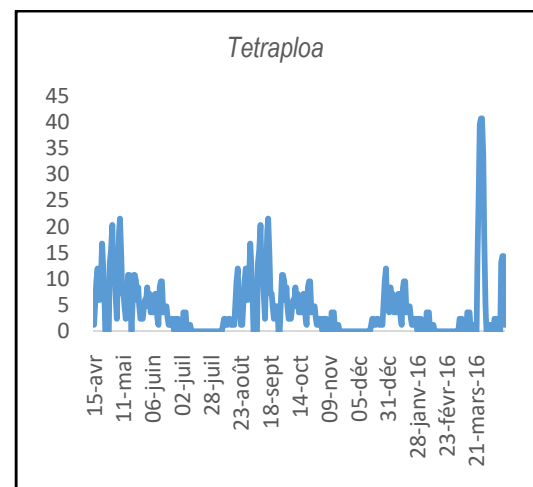


Figure 13. Évolution journalière des spores de *Tetraploa* de 2016 à 2017

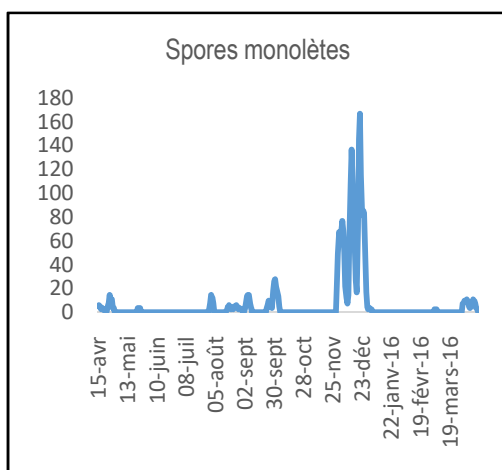


Figure14. Évolution journalière des spores monolètes de 2015 à 2016

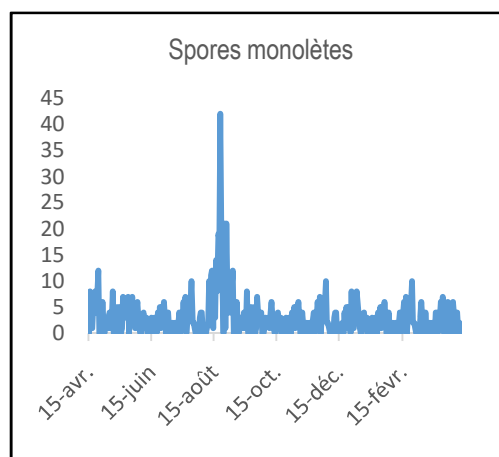


Figure15. Évolution journalière des spores monolètes de 2016 à 2017

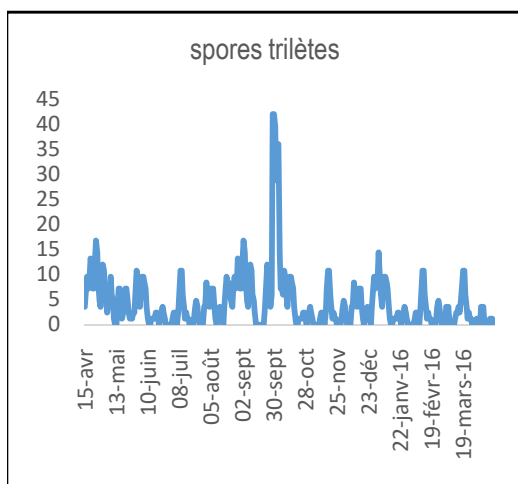


Figure16. Évolution journalière des spores trilètes de 2015 à 2016

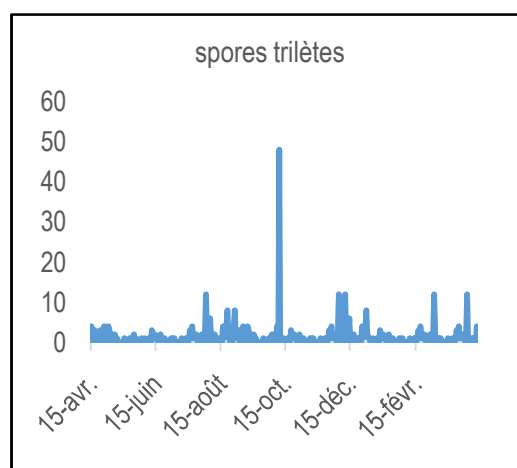


Figure17. Évolution journalière des spores trilètes de 2016 à 2017

Évolution des maladies allergiques au cours de la période d'étude

En 2015-2016, 4.646 patients dont 2.908 femmes et 1.738 hommes ont été consultés. Au cours de la deuxième année, 4.307 cas, parmi lesquels 2.379 femmes et 1.928 hommes ont été enregistrés (tableau 3). Sur les deux années, un total de 8.953 cas d'allergies dont 5.287 femmes et 3.666 hommes a été enregistré à l'hôpital de la zone d'Abomey-Calavi.

De toutes les affections allergiques répertoriées au cours de la première année, l'asthme était venu en première position avec 36,76%. Il a été suivi en deuxième position par la rhinite avec 18,45%. La bronchite (15,88%), la conjonctivite (14,52%) et les dermatoses (14,38%) étaient venues ensuite par ordre décroissant d'importance.

En 2016-2017, l'asthme a été toujours au premier rang avec 38,28% de cas, suivi de la rhinite qui fait 16,62%. En troisième position, a été retrouvée la conjonctivite avec 16,35%, puis les dermatoses avec 15,44% et enfin la bronchite qui a fait 13,30%. Il a fallu faire remarquer qu'un patient pouvait présenter deux symptômes à la fois.

Les mois au cours desquels des nombres importants de pathologies allergiques ont été enregistrées au cours de la première année ont été dans un ordre décroissant d'importance décembre, janvier, juin, juillet, août et octobre (figure 18). Ceux de la deuxième année ont été juin, juillet, août, septembre, octobre, décembre, janvier et février (figure 19).

Au cours de la première année, les mois ayant enregistré un faible nombre de cas d'allergies ont été septembre et novembre alors qu'au cours de la deuxième année, ça été les mois de mai et avril. La semaine au cours de laquelle il y a eu plus de cas d'allergie en 2015-2016 était la troisième semaine du mois de décembre mais en 2016-2017, c'était la deuxième semaine du même mois. Celle ayant enregistré un faible nombre de cas en 2015-2016 a été la quatrième semaine du mois de septembre et la troisième semaine du mois de mai en 2016-2017.

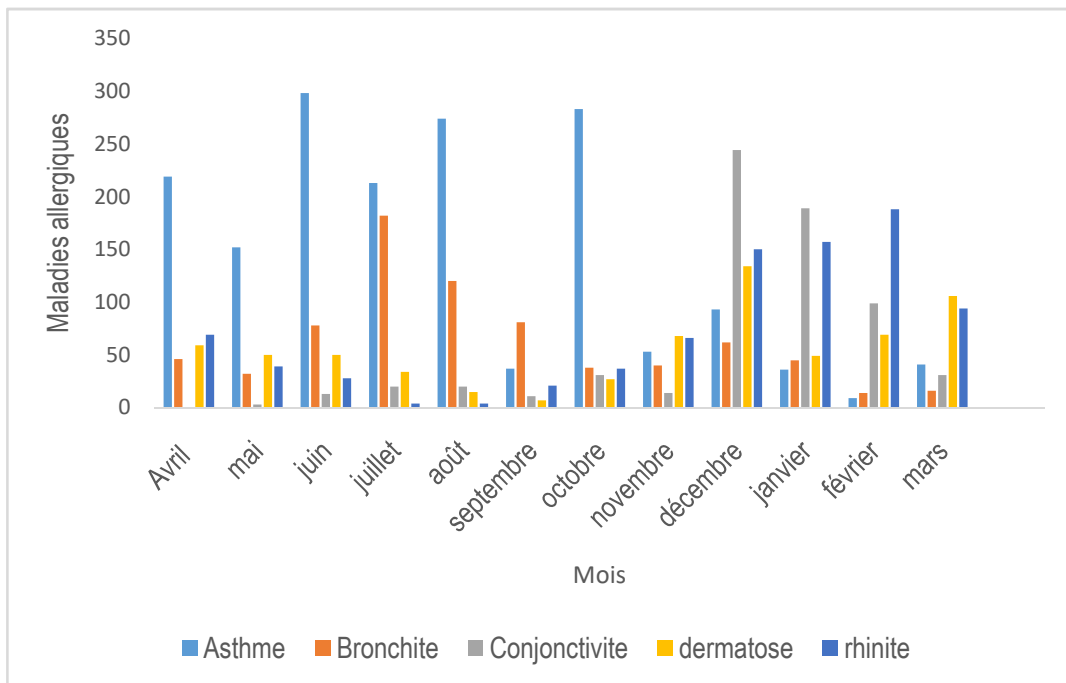


Figure 18. Distribution de diverses maladies allergiques entre avril 2015 et mars 2016

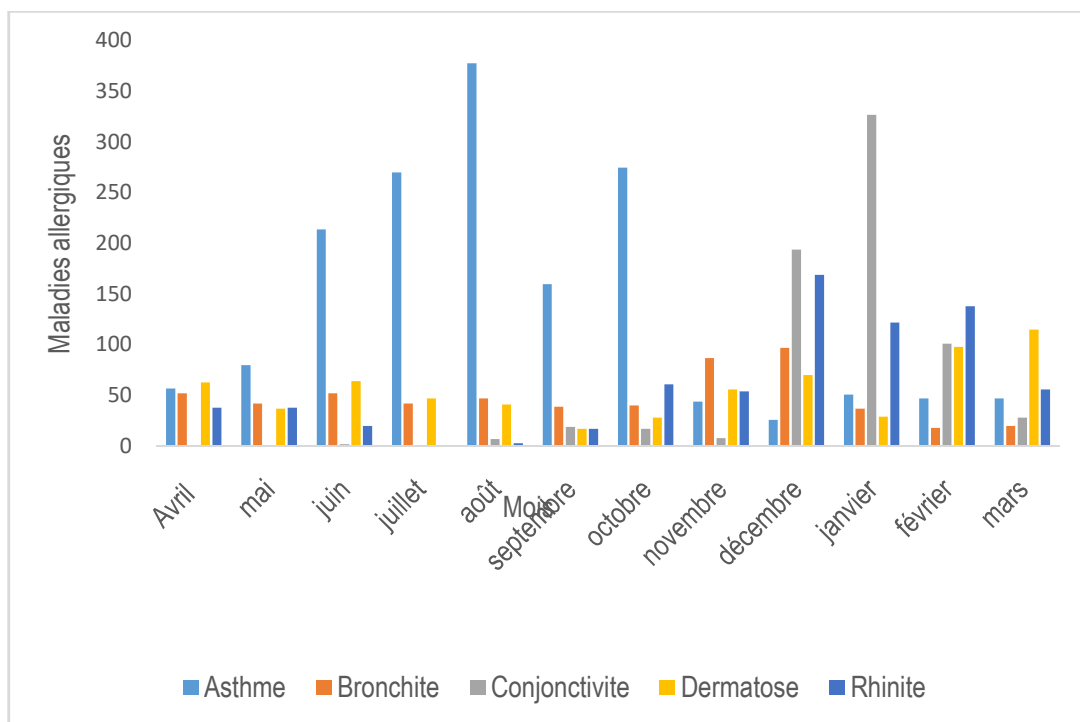


Figure 19. Distribution de diverses maladies allergiques entre avril 2016 et mars 2017

Tableau 3. Répartition hebdomadaire et mensuelle des différentes affections allergiques recensées dans la commune d'Abomey-Calavi

Affections allergiques	années	mois																							
		Avril				Mai				Juin				Juillet				Août				Septembre			
		semaines																							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Asthme	2015-2016	48	95	32	44	54	14	36	48	72	81	56	89	91	16	45	61	64	71	52	87	12	21	4	0
	2016-2017	15	10	11	21	14	12	12	42	17	62	37	98	106	59	86	19	102	89	96	91	38	46	51	25
Bronchite	2015-2016	16	11	8	11	11	0	13	8	11	12	34	21	58	31	41	52	13	12	54	41	16	42	13	10
	2016-2017	12	11	15	14	12	13	5	12	11	15	14	12	6	12	13	11	12	12	11	12	9	12	9	9
Conjonctivite	2015-2016	0	0	0	0	2	1	0	0	1	11	1	0	0	11	3	6	6	8	6	0	0	3	4	4
	2016-2017	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	15	0	2	2
Dermatoses	2015-2016	11	21	13	14	14	13	11	12	12	21	11	6	12	10	11	1	0	11	3	1	1	1	2	3
	2016-2017	14	12	14	23	13	15	0	9	10	7	31	16	13	3	20	11	4	12	13	12	9	1	3	4
Rhinite	2015-2016	12	13	21	23	8	21	0	10	11	12	2	3	3	1	0	0	0	1	2	1	1	0	11	9
	2016-2017	12	26	0	0	11	11	13	3	2	11	5	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	10	6

Tableau 3 (Suite et fin). Répartition hebdomadaire et mensuelle des différentes affections allergiques recensées dans la commune d'Abomey-Calavi

Affections allergiques	années	mois																								Total	Taux (%)
		Octobre				Novembre				Décembre				Janvier				Février				Mars					
		Semaines																									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Asthme	2015-2016	41	78	83	81	12	13	16	12	21	15	36	21	12	12	12	0	3	1	2	3	21	9	11	0	1708	36,76
	2016-2017	19	58	102	96	11	10	9	14	1	2	12	11	13	14	12	12	12	11	12	12	11	12	11	13	1649	38,28
Bronchite	2015-2016	11	4	11	12	6	11	11	12	14	15	12	21	11	21	12	1	2	5	3	4	0	0	3	13	738	15,88
	2016-2017	10	9	8	13	41	6	38	2	36	13	16	32	12	11	8	6	3	8	5	2	3	3	2	12	573	13,30
Conjonctivite	2015-2016	12	8	11	0	11	2	0	1	4	84	108	48	78	36	10	65	31	26	16	26	5	6	9	11	675	14,52
	2016-2017	1	2	3	11	8	0	0	0	8	99	31	56	89	121	21	96	21	23	42	15	2	12	11	3	704	16,35
Dermatoses	2015-2016	2	2	12	11	12	32	12	12	45	46	31	12	11	11	15	12	8	23	26	12	23	21	49	13	668	14,38
	2016-2017	3	2	11	12	3	26	21	6	23	31	16	0	0	15	3	11	9	25	32	32	26	21	56	12	665	15,44
Rhinite	2015-2016	12	11	3	11	14	0	31	21	26	21	47	56	56	12	58	31	69	42	46	31	20	48	12	14	857	18,45
	2016-2017	3	32	13	13	11	6	21	16	13	38	56	62	39	3	12	68	39	39	29	31	14	16	11	15	716	16,62

Corrélation entre le nombre de spores et les maladies allergiques

La corrélation entre tous les types de spores et les maladies allergiques a été significative (valeur $p = 1.959e^{-05}$) et positive ($\rho = 0,75563$). Les résultats des tests de corrélation de Spearman entre *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Curvularia*, *Tetraploa*, spores monolètes et spores trilètes et les maladies allergiques ont été rapportés dans le tableau 4 et illustrés sur les figures 20 à 26.

Tableau 4. Test de corrélation de Spearman entre les spores et les maladies allergiques

Spores et valeurs de p	Maladies allergiques				
	Asthma	Rhinite	Conjonctivite	Dermatose	Bronchite
<i>Aspergillus</i>	0,42455	0,677193	0,4007036	0,5300486	0,592983
Valeur de p	0,03866	0,0002783	0,05233	0,00771	0,002259
<i>Cladosporium</i>	0,274298	0,964912	0,7170486	0,6007217	0,677193
Valeur de p	0,1946	2,907e-14	8,052e-05	0,001909	0,0002783
<i>Alternaria</i>	-0,24334	0,624661	0,360732	0,30992	0,366529
Valeur de p	0,2519	0,001102	0,08332	0,1405	0,07813
<i>Curvularia</i>	0,2041034	0,68553	0,9770049	0,4661922	0,671395
Valeur de p	0,3387	0,000218	2,945e-16	0,02166	0,0003282
<i>Tetraploa</i>	0,300343	0,557327	0,4593668	0,9165201	0,5855461
Valeur de p	0,1539	0,02393	0,02393	3,201e-10	0,002646
Spores monolètes	0,328162	0,5448163	0,7007042	0,4902724	0,9912142
Valeur de p	0,1175	0,005907	0,0001371	0,01501	2,2e-16
Spores trilètes	0,310331	0,380284	0,4444451	0,7234088	0,4647916
Valeur de p	0,14	0,06678	0,02956	6,481e-05	0,02212

Aspergillus était globalement positivement corrélée avec toutes les maladies sauf l'asthme ; elle a été fortement corrélée ($p < 0,05$) avec la rhinite. En d'autres termes, la présence de spore d'*Aspergillus* dans l'atmosphère a favorisé toutes ces maladies, en occurrence la rhinite (figure 20). *Cladosporium* a été fortement corrélée avec toutes les maladies à l'exception de l'asthme avec qui elle a eu une faible corrélation négative. Elle a été cependant fortement corrélée à la rhinite et cette corrélation a été plus forte que celle d'*Aspergillus* avec la même maladie (figure 21). La corrélation entre *Alternaria* et la rhinite a été plus grande de même qu'avec les autres maladies allergiques, car une relation quasi-linéaire a existé entre les deux paramètres (figure 22). La présence de ces spores dans l'atmosphère pouvait déclencher les manifestations de la rhinite. *Curvularia* a été également positivement corrélée avec toutes les maladies allergiques. Toutefois, la corrélation a été surtout plus forte avec la conjonctivite, la rhinite et la bronchite. La figure 23 a montré la relation quasi-linéaire entre la conjonctivite et *Curvularia*.

La corrélation a été positive entre *Tetraploa* et globalement, avec toutes les maladies allergiques sauf l'asthme. Elle était fortement corrélée avec la dermatose, la conjonctivite, la rhinite et la bronchite mais surtout avec la dermatose avec qui elle avait une relation quasi-linéaire (figure 24). Le test de corrélation de Spearman entre les spores monolètes et les maladies allergiques a donné une forte corrélation positive surtout avec la bronchite car une relation linéaire a existé entre les deux variables (figure 25). Les spores trilètes et les maladies allergiques ont été positivement corrélées surtout avec les dermatoses (figure 26).

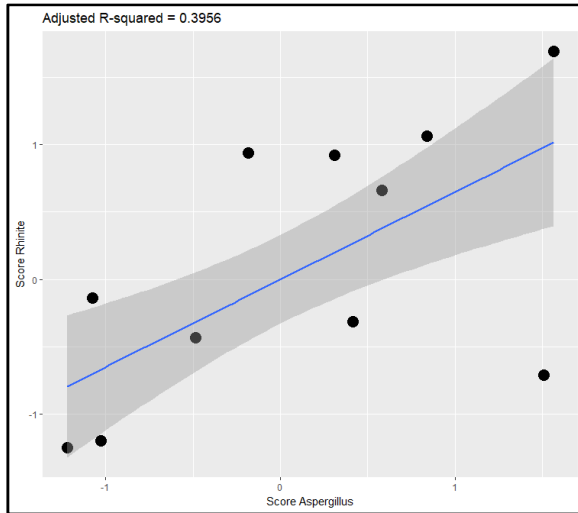


Figure 20. Scatterplot *Aspergillus*-Rhinite

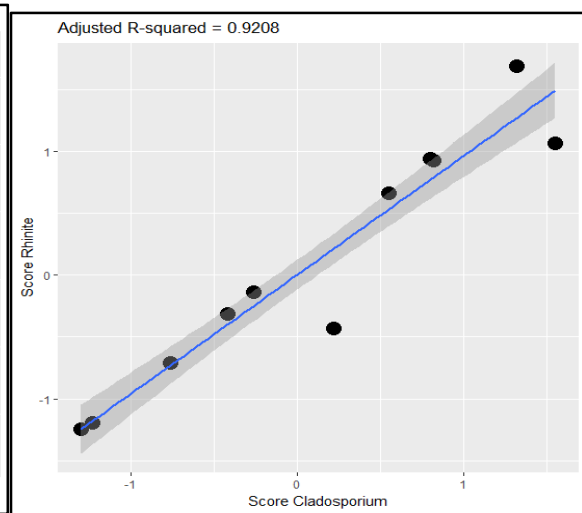


Figure 21. Scatterplot *Cladosporium*-Rhinite

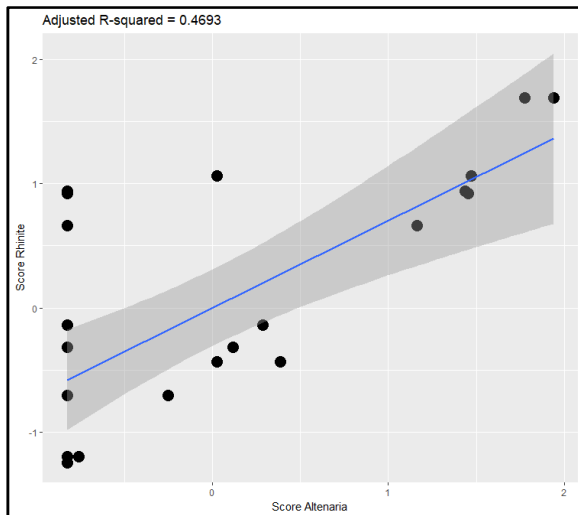


Figure 22. Scatterplot *Alternaria*-rhinite

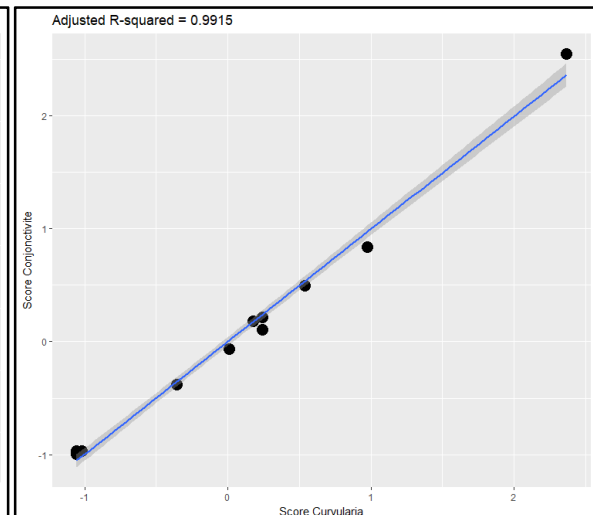


Figure 23. Scatterplot *Curvularia*-Conjonctivite

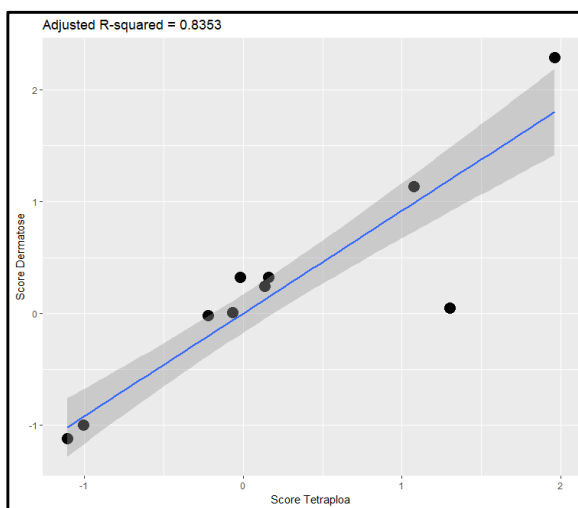


Figure 24. Scatterplot *Tetraploa*-Dermatose

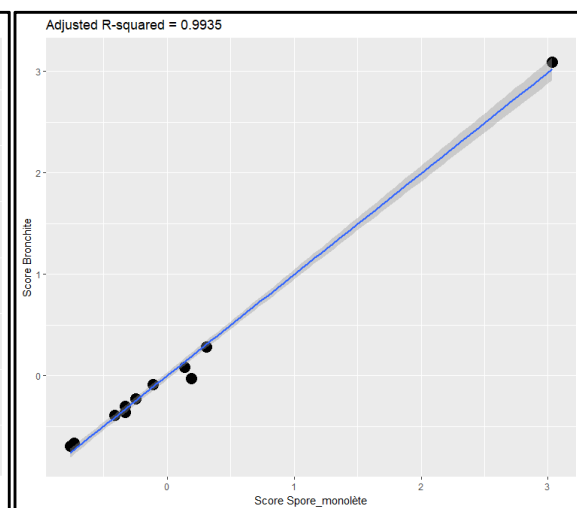


Figure 25. Scatterplot spores Monolètes- Bronchite

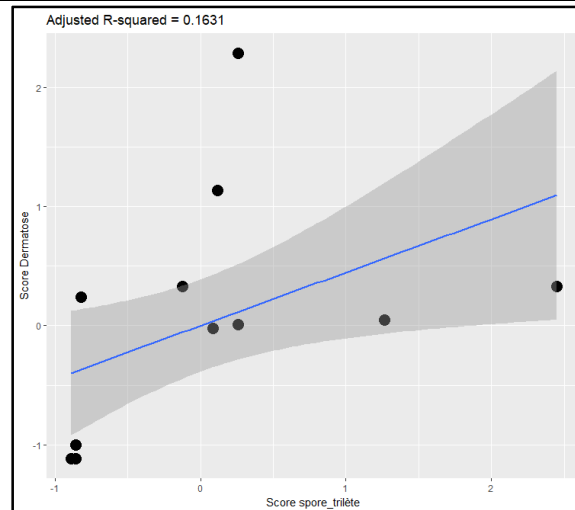


Figure 26. Scatterplot spores Trilètes-Dermatoses

DISCUSSION

Une diversité importante de spores est enregistrée dans l'atmosphère de la commune d'Abomey-Calavi. La quantité de spores obtenues au cours des deux années (136 spores/m³ par jour la première année et 132 spores/m³ par jour la deuxième année) est supérieure à celle obtenue par Hawke et Meadows (1989) qui ont enregistré 97 spores par mètre cube d'air en Afrique du Sud et El Haskouri *et al.* (2016) qui ont obtenu 86 spores/m³ dans la péninsule de Tingitane au Nord-Ouest du Maroc. Elle est cependant plus faible que celle obtenue par Docampo *et al.* (2011) et Filali *et al.* (2015) qui ont enregistré respectivement 2.345 spores/m³ par jour sur la côte Est de Málaga en Espagne et 384 spores/m³ par jour à Tétouan au Maroc. Ces variations observées peuvent s'expliquer par les conditions favorables à la production des spores de Champignons, des Bryophytes et des Ptéridophytes de chaque région (humidité du milieu et nature du substrat).

La plupart de ces spores appartiennent à la classe des spores de champignons. Parmi elles, celles des genres *Aspergillus* et *Cladosporium* sont les plus représentées avec 74% de l'aéromycoflore et présentent les concentrations les plus fortes dans l'air (37 et 18%) comme en Martinique où les Aspergillaceae sont les plus abondantes avec 22,5% (Desbois *et al.*, 2006). A Málaga en Espagne, cette même famille a atteint plus de 50% du total annuel des spores de l'atmosphère (Docampo *et al.*, 2011). A Tetouan les spores du genre *Cladosporium* apparaissent les plus abondantes en atteignant 57% des spores de l'atmosphère en 2010 et 67% en 2009 et 2012 (Bagniet *et al.*, 1977 ;Giulekaet *et al.*, 2004 ; Bardei *et al.*, 2013). Selon Bardei *et al.* (2013), la présence permanente dans l'air et la forte dispersion de ces types de spores proviendraient de la forte production des conidies et de la petite taille des spores de ces genres fongiques permettant la dispersion par le vent. Le taux moyen annuel de spores d'*Alternaria* (17%) a été également observé au Maroc, en France et en Espagne où elles sont 10 à 22 fois moins élevées que les spores de *Cladosporium* (Thibaudon *et al.*, 2006 ; Docampo *et al.*, 2011 ; Bardei *et al.*, 2013). La production moyenne des spores d'*Alternaria* et de *Curvularia* peut être due à leur grande taille qui les rend plus lourdes et difficilement transportables par le vent (Ajouray *et al.*, 2016). Quant aux spores monolètes et trilètes, leur faible taux peut être lié à une faible présence dans les bas-fonds et les marais des fougères comme *Acrostichum aureum* L., *Nephrolepis bisserata* (Sw) Schott et *Cyclosorus striatus* (Schumach.) Ching, capables de les produire. Elles sont enregistrées surtout au cours des mois d'août, de janvier et d'avril et ont de faibles scores en mai, en juin et en juillet qui sont des mois pluvieux au Sud-Bénin. Ce résultat est similaire à celui obtenu par Lagaukas *et al.* (2003) en Lituanie, Abdel Hamed (2005) en Egypte, Oliveira *et al.* (2010) au Portugal, Gargouri *et al.* (2010) en Tunisie et Ajouray *et al.* (2016) au Maroc. En revanche à Karachi, le niveau le plus élevé en concentration des spores a été rencontré en décembre en hiver et le plus bas en juin en été. Les spécificités du climat de chaque région, la localisation biogéographique, le type de végétation à proximité de la station d'échantillonnage et les pratiques agricoles locales peuvent expliquer ces différences (Ajouray *et al.*, 2016).

De nombreuses études attestent l'excellente corrélation entre la présence des spores dans l'air et l'apparition des symptômes allergiques chez les patients (Laaidi, 1997 ; Jäger, 2001). Au cours des dernières décennies, l'augmentation observée des affections allergiques dans les grandes villes du

monde est particulièrement manifeste chez les enfants et les adolescents (Aberg, 1989, Haahtela *et al.*, 1990 ; Shaw *et al.*, 1990 ; Ninan et Russel., 1992 ; Peat *et al.*, 1992). Dans cette étude, la proportion des enfants et des adolescents consultés par les médecins pour les allergies respiratoires représente en moyenne 60% des patients. Selon Layachi (2012), la sensibilité génétique et l'exposition aux allergènes sont les conditions nécessaires aux troubles allergiques chez les enfants et chez les adolescents. La manifestation des différentes allergies varie selon les saisons. Ainsi, l'asthme est fréquent au cours des saisons pluvieuses, la conjonctivite, la rhinite et les dermatoses au cours des saisons sèches et la bronchite en toutes saisons. Les pics de consultations et d'hospitalisations pour tous les symptômes confondus sont survenus au cours de la grande saison sèche. Ces pics correspondent aussi aux périodes de fortes concentrations sporiques de l'atmosphère. Les manifestations des différentes maladies allergiques peuvent être alors dues aux présences combinées dans l'atmosphère des différents types de spores dominantes. Une étroite relation existe entre chaque affection allergique et les spores. Ainsi, selon Godard (2005), la substance allergisante chez une personne prédisposée à l'asthme peut se présenter sous forme inhalée dans l'air ou sous forme ingérée (aliments ou médicaments).

Les relations entre les spores et les maladies allergiques sont significatives ($p < 0,05$). D'un point de vue spécifique chaque catégorie de spores enregistrées est corrélée avec une affection allergique. Ainsi, il apparaît dans cette étude que les spores des genres *Aspergillus* et *Cladosporium* sont fortement corrélés avec la rhinite corroborant les résultats de Gioulekas *et al.* (2004), Vasquez *et al.* (2013) et Ajouray *et al.* (2016). Certains chercheurs comme Hasnain *et al.* (2005), Grinn-Gofron et Mika (2008), ont fixé le seuil de déclenchement des maladies allergiques pour *Cladosporium* à 3.000 spores/m³. Dans l'atmosphère de la commune d'Abomey-Calavi au Sud-Bénin, le taux de *Cladosporium* qui est de 7.951 dépasse largement ce seuil pendant huit jours en 2015-2016 et cinq jours en 2016-2017. Elles peuvent être la cause du déclenchement de l'asthme puisque le nombre de malades augmente aussi dans la même période. Les spores de *Curvularia* sont aussi positivement corrélés avec la conjonctivite démontrant la concordance entre les pics sporiques et ceux des conjonctivites au cours des grandes saisons sèches. Ce résultat est similaire à celui de Marmouz et Raffard (2004), qui ont montré que la relation linéaire observée entre *Tetraploa*, spores monolètes et les dermatoses peut être liée au fait que ces types de spores, dégradent les mastocytes cutanés porteurs d'immunoglobuline E (IgE) spécifiques après l'introduction de l'extrait allergique qui peut être l'histamine (Dutau, 2001). La corrélation positive des spores monolètes avec les bronchites permet de dire que ces types de spores sont peut-être responsables du déclenchement de cette pathologie.

CONCLUSION

L'étude constitue une contribution à une meilleure connaissance de la diversité sporique dans la commune d'Abomey-Calavi au Sud-Bénin et leur implication dans les maladies allergiques. Les trois catégories de spores identifiées telles que les spores de champignons, les spores monolètes et les spores trilètes sont présentes dans l'atmosphère tout au long de l'année mais leur concentration fluctue en fonction des saisons. La concentration la plus élevée est observée au cours de la grande saison sèche. *Aspergillus* et *Cladosporium* sont les spores les plus abondantes avec une représentation de 74% de l'aéromycoflore de la commune.

Les données de consultations et d'hospitalisations des cas d'allergies montrent qu'au moins 2,91% (soit 8.953 individus) de la population de la commune d'Abomey-Calavi souffrent de maladies allergiques. Ces maladies attaquent en majorité les enfants et les adolescents. De toutes les affections répertoriées, l'asthme et la rhinite occupent les premiers rangs et se manifestent respectivement en saisons pluvieuses et en saisons sèches. Étant donné que les spores sont abondantes au cours des saisons sèches, alors ces particules ne sont pas forcément les facteurs causaux de l'asthme mais peuvent par contre constituer des facteurs déclenchant la manifestation de cette maladie. Les tests réalisés avec les spores indiquent qu'à l'exception de l'asthme, les autres maladies peuvent être causées ou être déclenchées par la présence des spores dans l'atmosphère donc ont des effets défavorables sur la santé publique.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient sincèrement le Professeur Maria del Mar TRIGO PEREZ de l'Université de Málaga en Espagne, ainsi que tous ses collaborateurs pour leur avoir offert gracieusement le capteur de Hirst et ses accessoires qui leur ont permis de réaliser ce travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aberg, N., 1989: Asthma and allergies in Swedish conscripts. *ClinExp Allergy*, 19: 59-63.

- Adekanmbi, O., Ogundipe, O., 2010: Aeropalynological studies of Lagos Campus, Nigeria. *Notulae Scientia Biologicae*, 2 (4): 34-39.
- Adeonipekun, A. P., 2012: Comparative Aeropalynology of Ota, Nigeria. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 4 (12): 314-320.
- Agwu, C.O.C., R.C. Njokuacha, O. Mezue, 2004: The study of airborne pollen and spores circulating at "Head Level" in Nsuka environment. *Bioresearch*, 2 (2): 7-14.
- Abdel Hamed, A. A., 2005: Vegetation: a source of air fungal biocontaminant. *Aerobiologia*, 21: 53-61.
- Ajouray, N., H. Bouziane, M.M. Trigo, M. Kadiri, 2016: Variation interannuelle des spores fongiques de Tétouan (Nord-Ouest du Maroc) et Calendrier sporal. *Journal de Mycologie Médicale*, 26 (2): 148-159.
- Akoègninou, A., 2004 : *Recherches Botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin*. Thèse d'État, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 326 p.
- Bagni, N., R.R. Davies, M. Mallea, N. Nolard, F.T. Spiresksma, E. Stix, 1977: Spore concentration in cities of the European Economic Community II. Spore of *Cladosporium* and *Alternaria*. *Acta Allergol*, 32:118-138.
- Bardéi, F., H. Bouziane, M.M. Trigo Perez, N. Ajouray, F. El Haskouri, F. Filali Ben Sidel, R. Abiri, M. Kadiri, M. Kazzaz, H. Riadi, 2013 : Incidence des spores fongiques de l'air de Tétouan (NW du Maroc) et influence des paramètres météorologiques. *Rev Fr allergol*, 53 (7): 576-584.
- Behbod, B., J. E. Sordillo, E. B. Hoffman, S. Datta, T.E. Webb, D. L. Kwan, 2015: Asthma and allergy development: Contrasting influences of yeasts and other fungal exposures. *Clinical and Experimental Allergy*, 45: 154-163.
- Bouziane, H., A. Janati, M. Kazzaz, M. Ater, 2016 : Aéropalynologie de l'olivier à Tétouan (Maroc). In Ater, M. (ed.), Essalouh, L. (ed), Moukhli, A. (ed.). *L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours: pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques*. Montpellier, CIHEAM, 2, 191-202.
- Chafai, K. L., Boughediri, L., 2006 : Le contenu pollinique de l'atmosphère de la ville d'El Hadjar (Annaba, Algérie). *Sciences et Technology C*, 24 : 27-31.
- Damialis, A., A. Mohammad, J. Halley, A Gange, 2015a: Fungi in a changing world: Growth rates will be elevated, but spore production may decrease in future climates. *International Journal of Biometeorology*, 59: 1157-1167.
- Desbois, N, H. Beguin, G. Ruck, J. Nere, N. Nolard, 2006 : Calendrier des spores fongiques de la Martinique. *J.Mycol. Med.*, 16: 189-196.
- Docampo, S., M.M. Trigo, M. Recio, M. Melgar, J. Garcia, B. Cabezudo, 2011: Fungal spore content of the atmosphere of the Cave of Nerja (Southern Spain): diversity and origin. *Sci Total Environ*. 409: 835-843.
- Dutau, G., 2001: Arachide, fruit sec oléagineux: réalité clinique, conséquences sociales. *Revfrallergol et immunologie clinique*, 42 (7): 599-610.
- El Haskouri, F., H. Bouziane, M.M. Trigo, M. Kadiri, M. Kazzaz, 2016: Airborne ascospores in Tetouan (NW Morocco) and meteorological parameters. *Aerobiologia*, 32: 669-681.
- Escuredo, O., M. Seijo, M. Fernández-González, I. Iglesias, 2011: Effects of meteorological factors on the levels of *Alternaria* spores on a potato crop. *International Journal of Biometeorology*, 55: 243-252.
- Essien, B.C., 2014: *Aeropalynological Appraisal of the Vegetation of Anyigba*. Dekina Local Government Area of Kogi State, Nigeria, Unpublished Thesis, 165 p.
- Filali Ben Sidel, F., H. Bouziane, M.M. Trigo, F. El Haskouri, F. Bardei, A. Redouane, M. Kadiri, H. Riadi, M. Kazzaz, 2015: Airborne fungal spores of *Alternaria*, meteorological parameters and predicting variables. *Int. J. Biometeorol.*, 59: 339-346.
- Galán, C., P. Carinanos, P. Alcazar, E. Dominguez-Vilches, 2007: Spanish aerobiology Network (REA): management and quality manual Cordoba. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cordoba, Spain.
- Gargouri, I., S. Mezghani, A. Hayouni, H. Njima, A. Abdelghani, A. Garrouch, 2010 : Recensement des spores fongiques de l'atmosphère de la ville de Sousse (Tunisie). *Rev Fr Allergol*, 50: 603-610.
- Gioulekas, D., A. Damialis, D. Papakosta, F. Spieksma, P. Giouleka, D. Patakas, 2004: Allergenic fungi spore records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki-Greece, *J. Invest. Allergo. Clin. Imm.* 14: 225-231.
- Godard, P., 2005 : *Pneumologie, soins infirmiers*. Edition Masson, pp: 77-8
- Grant Smith, E., 1986: *Sampling and identifying allergenic pollens and mold*. Volume 1, Blewstone Press, San Antonio (Texas), USA.
- Grinn-Gofron, A., Mika, A., 2008: Selected airborne allergenic fungal spores and meteorological factors in Szczecin, Poland, 2004-2006. *Aerobiologia*, 24: 89-97.
- Haahtela, T., H. Lindholm, F. Bjorksten, K. Koskenvuo, L.A. Laitinen, 1990: Prevalence of asthma in Finnish young men, 301: 266-268.
- Hasnain, S.M., K. Fatima, A. Al-Frayh, S.T. Al-Sedairy, 2005: Prevalence of airborne basidiospores in three coastal cities of Saudi Arabia. *Aerobiologia*, 21: 139-145.

- Hawke, P.R., Meadows, M.E., 1989: Winter airspora spectra and meteorological conditions in Cape Town, South Africa. *Grana*, 28: 187-192
- Hyde, H.A., 1972: Atmospheric pollen and spores in relation to allergy 1. *Clin. Allergy*, 2: 153-179.
- Ianovici, N., 2017: Summer airborne mycoflora of Timisoara (Romania) and relationship to meteorological parameters. *Grana*, 33: 23-35.
- Iglesias, I., F. Rodriguez-Rajo, J. Mendez, 2007: Evaluation of the different *Alternaria* prediction models on a potato crop in A Limia (NW of Spain). *Aerobiologia*, 23: 27-34.
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique), 2013: *Recensement général de la population et de l'habitat, résultats provisoires du RGPH4*. MPPD, Bénin, 7 p.
- Jäger, S., 2001: *Allergies in the 20th and 21st century: start duration and intensity of the pollen season*. Abstract book, the times they are a-changing. Wageningen, The Netherlands.
- Jorgensen, S., 1967: A method of absolute pollen counting. *New phytol.*, 66: 489-493.
- Laaidi, K., M. Laaidi, J. Besancenot, 1997 : Pollen, pollinose et météorologie, *Rev. La Météorologie*, 8^e série, 20: 41-56.
- Lagauskas, A., L. Sveistyle, V. Ulevicius, 2003: Concentration and species diversity of airborne fungi near busy streets in Lithuanian Urban areas. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 10: 233-239.
- Layachi, I., 2012: Pluies polliniques et les manifestations allergiques dans le Parc National d'El KALA. *Mém. De Magistaire, Université de Bedji-Mokhtar, Annaba*, 112 p.
- Louveaux, J., A. Maurizio, G. Vornwohl, 1978: Methods of mellissopalynology. *International Commission for Bee Botany of U.I.S.B. Bee World*, 59 (4): 139-157.
- Marmouz, F., Raffard, M., 2004: La conjonctivite allergique, diagnostic et traitement. *AllergImmunol*, 36: 25-9.
- Ninan, TK., Russell, G., 1992: Respiratory symptoms and atopy in Aberdeen school children: evidence from two surveys 25 years apart, *BMJ* 304: 873-875.
- Njokuocha, R.C, Ukeje, H.O., 2006: The study of airborne pollen precipitation in the university of Nigeria (Nsukka) botanic garden. *Bio-Res.*, 4 (2): 88-93.
- Oliveira, M., H. Ribeiro, L. Delgado, J. Fonseca, M.G. Castel-Branco, I. Abreu, 2010: Outdoor allergenic fungal spores: comparison between an urban and a rural area in northern Portugal. *J. Investig. Allergol Clin. Immunol.*, 20 (2):117-28.
- Peat, J.K., C.M. Salome, A.J. Woolcock, 1992: Factors associated with bronchial hyperresponsiveness in Australian adults and children. *Eur Respir J.*, 5: 921-929.
- Recio, M., M.M. Trigo, S. Docampo, M. Melgar, J. Garcia-Sanchez, L. Bootello, 2012: Analysis of the predicting variables for daily and weekly fluctuations of two airborne fungal spores: *Alternaria* and *Cladosporium*. *Int. J. Biometeorol.*, 56(6): 983-991.
- Shaw, R.A, J. Crane, T.V. O'Donnell, L.E. Porteous, E.D. Coleman, 1990: Increasing asthma prevalence in a rural New Zealand adolescent population: 1975-89. *Arch Dis Child.*, 65: 1319-1323.
- Simmons, E. G., 2007: *Alternaria: an identification manual*. 1st ed. CBS Biodiversity Series. Utrecht.
- Skjøth, C.A.J. Sommer, L. Frederiksen, U. Gosewinkel Karlson, 2012: Crop harvest in Denmark and Central Europe contributes to the local load of airborne *Alternaria* spore concentrations in Copenhagen. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12: 11107-11123.
- Tchabi, F.L., G.M. Tossou, A. Akoègninou, M.M. Trigo, 2017a : Étude aéropalynologique de la commune d'Abomey-Calavi (Bénin) au cours de la grande saison des pluies. *Revue Française d'Allergologie*, 57 (4): 308-316.
- Tchabi F. L, G. M. Tossou, R. A. Zanou, A. Akoègninou, K. Akpagana, 2017b : Caractérisation du contenu pollinique de l'atmosphère de la commune d'Abomey-Calavi de 2015 À 2017, *European Scientific Journal*, 13 (30): 417 à 440
- Thibaudon, M., R. Outteryck, C. Lachasse, 2006: Réseau National de Surveillance Aérobiologie. *Bioclimatologie et Allergie. Rev.Fr. d'allergol. et d'immuno. Clin.*, 45: 447-455.
- Tossou, G. M., F. L. Chabi, A. Akoègninou, A. Ballouche, K. Akpagana, 2016: Analyse pollinique de l'Atmosphère du campus d'Abomey-Calavi. *Revue française d'allergologie*. 56: 65-75.
- Vazquez de Aladama, B.R.V., G. Bills, I. Zabalgoceazcoa, 2013: Are allergen exposure?, *Fungal diversity*, 60:33-42.
- Wickham, H., 2009: *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag NewYork.