

Aéropalynologie de l'olivier à Tétouan (Maroc)

Bouziane H., Janati A., Kazzaz M., Ater M.

in

Ater M. (ed.), Essalouh L. (ed.), Ilbert H. (ed.), Moukhli A. (ed.), Khadari B. (ed.).
L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation,
usages, commerce et politiques

Montpellier : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 118

2016

pages 191-202

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=00007178>

To cite this article / Pour citer cet article

Bouziane H., Janati A., Kazzaz M., Ater M. **Aéropalynologie de l'olivier à Tétouan (Maroc)**. In : Ater M. (ed.), Essalouh L. (ed.), Ilbert H. (ed.), Moukhli A. (ed.), Khadari B. (ed.). *L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques*. Montpellier : CIHEAM, 2016. p. 191-202 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 118)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Aéropalynologie de l'olivier à Tétouan (Maroc)

Hassan Bouziane, Asmae Janati, Mohamed Kazzaz, Mohammed Ater

Laboratoire Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques. Département de Biologie.
Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi. BP 2062, Tétouan, 93030, Maroc

Résumé. La création d'un site d'observation aéropalynologique en 2008 à la Faculté des Sciences de Tétouan (Nord du Maroc) a permis la production de données aérobiologiques inédites à l'échelle nationale. Les données relatives au pollen de l'olivier ont été analysées pour estimer les principales caractéristiques de la saison pollinique (début et fin de saison, date et valeur du pic, indice pollinique). Les corrélations entre les principaux paramètres climatiques et l'établissement des calendriers polliniques et modèles prédictifs sont discutés.

Mots-clés. Aéropalynologie - *Olea* - Indice pollinique - Climat

Title. *Aeropalynology of the olive tree in Tetouan city (Morocco)*

Abstract. *Aeropalynological sampling site recently located in the faculty of Sciences of Tetouan in northern Morocco provides the first data production and novelty of airborne pollen at the national level. To study the pollen calendar of Olea, we extract the monitoring data on this site since 2008, and estimate the main features of the pollen season (start and end dates of the main pollen season, date and value of peak and pollen index). Correlations with principal weather parameters, calendar and forecast models construction are discussed.*

Keywords. *Aeropalynology - Olea - Pollen index - Weather*

Introduction

L'aéropalynologie est la science qui étudie le suivi et la présence des différents types de pollens dans l'air (collecte et analyse des grains de pollen). La variation des concentrations de pollen dans l'atmosphère, ainsi que les effets qu'ils peuvent engendrer sur les organismes ou les écosystèmes sont des préoccupations majeures des aérobiologistes. En effet, les données aéropalynologiques jouent un rôle important dans la lutte préventive contre certaines maladies cryptogamiques des plantes ainsi que les problèmes d'allergie chez l'homme. En agronomie, les informations fournies par cette discipline sont très utiles pour les études concernant la pollinisation des plantes et la prévision de la production agricole. L'une des contributions les plus importantes de l'aéropalynologie est 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 d'allergologie. Au Maroc les études aéropolliniques ont été peu développées. Les données existantes sont rares, anciennes et seulement de type qualitatif (Panelatti, 1961) d'où l'intérêt des travaux récents réalisés sur le site de Tétouan (Aboulaich *et al.*, 2009, 2012, 2013).

L'olivier (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *europaea*) est l'un des arbres fruitiers les plus anciens du pourtour méditerranéen (Zohary & Hopf, 2012). Il est classé au 24^e rang sur les 35 espèces les plus cultivées dans le monde (Ellstrand, 2003). On estime qu'environ 98% des superficies oléicoles mondiales sont situées au niveau des pays méditerranéens (Tsitsipis *et al.*, 2009). L'olivier a façonné au fil des millénaires les paysages, l'histoire, la culture et la gastronomie du bassin méditerranéen, ce qui lui confère une valeur matérielle et symbolique importante (Roux, 2006). Il représente également la principale culture oléagineuse de la Méditerranée.

Options Méditerranéennes, A 118, 2016 - L'Oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques

Au Maroc, l'oléiculture occupe une superficie totale d'environ 650 000 ha et permet de contribuer à la création d'emplois en milieu rural avec plus 11 millions de journées de travail annuellement. La production d'olives se situe autour de 560 000 T et génère 50 000 T d'huiles d'olives et 90 000 T d'olives de table. Dans la péninsule tingitane, c'est la principale espèce fruitière occupant une surface estimée à 83 600 ha représentant 76 % de la surface totale dédiée à l'arboriculture (110 000 ha).

L'olivier est un arbre à pollinisation anémophile prédominante. Sa production pollinique importante, est estimée à 1,3 billions de grains de pollen par m² de couronne (Damialis *et al.*, 2011). Ce mode de dispersion a des conséquences néfastes au niveau de la santé publique. Le pollen d'olivier représente l'une des principales causes de pollinose dans la région méditerranéenne (D'Amato *et al.*, 2007). Néanmoins, la présence de pollen dans l'air constitue un bon indicateur de la pollinisation et des stades phénologiques chez les espèces anémophiles (Leon-Ruiz *et al.*, 2011). Cet aspect a été particulièrement développé pour l'olivier en Méditerranée occidentale où différents modèles prédictifs ont été testés (Oteros *et al.*, 2014).

I – Matériel et méthodes

La ville de Tétouan qui est la capitale de la province qui porte le même nom, est localisée dans la partie occidentale du Rif à l'est de la péninsule tingitane. Elle est située à une altitude de 65 m non loin du littoral méditerranéen. La province de Tétouan est limitée au nord par les provinces de M'diq-Fnideq et Fahs Anjra, à l'ouest par la wilaya de Tanger et la province de Larache, au sud par la province de Chefchaouen et à l'est par la mer Méditerranée. Du point de vue bioclimatique, c'est une région subhumide à hiver chaud (Sauvage, 1963). Au niveau de l'étagement de la végétation, elle fait partie de l'étage thermo-méditerranéen (Ben Abid, 1982). Les principaux paramètres climatiques pour la période de l'étude (2008-2013) sont résumés dans le Tableau 1. Le taux de précipitations annuel est de 747,75 mm et la température moyenne est de 18,2°C. La période la plus froide de l'année s'étale du mois de décembre à février, avec une température moyenne minimale enregistrée de 16,97°C. Les gelées sont rares et les températures inférieures à 3°C sont exceptionnelles. La ville de Tétouan étant située à l'ouverture d'une vallée, est exposée à des vents fréquents : vents dominants appelés localement « Chergui » du secteur NE et « Gharbi » du secteur SW (Aboulaïch *et al.*, 2013).

Tableau 1. Paramètres climatiques enregistrées sur le site de Tétouan de 2008 à 2013.

Les températures max (Tmax), minimales (Tmin) et moyennes (Tmoy) sont exprimées en °C et les précipitations totales (Pt) en mm.

Année	Tmax	Tmin	Tmoy	Pt
2008	22,52±5,48	17,04±4,25	19,70±4,63	813,5±8,50
2009	23,11±5,39	17,65±4,55	20,29±4,89	885,4±8,13
2010	23±5,00	16,7±4,20	19,8±4,40	1008,4±8,70
2011	22,40±5,28	15,05±5,01	18,62±4,82	650,6±6,62
2012	22,37±6,02	14,36±5,56	18,23±5,45	517,80±5,18
2013	21,89±4,53	15,95±4,85	17,09±5,35	610,80±6,08
Moyenne	24,04±0,49	16,96±0,51	18,12±0,40	747,75±1,51

Source : Station météorologique du Laboratoire d'Energétique (Département de Physique, Faculté des Sciences de Tétouan)

L'échantillonnage aéropollinique a été réalisé au moyen d'un capteur volumétrique de type Hirst (Modèle Burkard Ltd.) placé sur le toit du département de biologie de la Faculté des Sciences de Tétouan à 15 m du sol. Ce système de captage permet l'aspiration de l'air à un débit de 10 L d'air par min. Les particules d'air sont piégées par une bande adhésive transparente de cellophane enduite d'une résine et fixée sur un tambour animé d'un mouvement de rotation commandé par un système d'horlogerie qui défile devant la buse d'aspiration à une vitesse de 2 mm/h.

Au bout d'une semaine, la bande est récupérée puis découpée en 7 segments correspondant chacun à un jour de la semaine. Chaque segment est placé entre lame et lamelle, en présence d'une solution de gélatine glycinée colorée à la fuchsine basique (0,1%). Ensuite, on procède à l'analyse qualitative et quantitative au microscope optique. Le comptage des grains de pollen est réalisé par balayage de 4 transects horizontaux des lames tel qu'il est recommandé par le Réseau Espagnol d'Aérobiologie (REA) (Galán *et al.*, 2007). La concentration moyenne journalière est exprimée en nombre de grains de pollen ou spore par m³ et par jour (sp/m³/j).

La période principale de pollinisation (PPP) est déterminée par la méthode d'Andersen (1991). Elle est définie comme la période représentant 95% du total pollinique annuel, à partir du moment où les concentrations cumulées atteignent ou dépassent 2,5% du total annuel jusqu'au jour où elles atteignent 97,5% de ce même total. La période pré-pic est considérée comme la période comprise entre le début de la saison pollinique principale et le jour du pic qui correspond à la valeur maximale. La période post-pic est la période comprise entre le jour juste après le pic et la fin de la pollinisation.

Les données climatiques ont été relevées au niveau de la station météorologique du laboratoire d'Energétique (Département de Physique de la Faculté des Sciences de Tétouan). Les corrélations entre les concentrations polliniques moyennes journalières et les paramètres météorologiques ont été réalisées à l'aide du test de Spearman à p≤0,05 et p≤0,01. Les variables météorologiques utilisées sont les valeurs journalières de la température maximale (Tmax), la température minimale (Tmin), la température moyenne (Tmoy), l'humidité relative maximale (HRmax), l'humidité relative minimale (HRmin), l'humidité relative moyenne (HRmoy) et les précipitations (Pr).

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS ver 20.0.

II – Résultats et discussions

Les émissions de pollen d'*Olea* analysées dans ce travail correspondent au pollen provenant de différentes formes d'olivier : les formes cultivées (*Olea europaea* var. *europaea*) et les oléastres correspondant aux formes spontanées sauvages (*Olea europaea* var. *sylvestris*), ou les formes férales. Les pollens produits par ces différentes formes d'olivier ne peuvent être différenciés au niveau morphométrique (Nilsson, 1988) et par conséquent elles ne peuvent être séparées lors de l'analyse des spectres polliniques. Il est donc évident que l'importance relative des 2 types de pollen dans les spectres polliniques dépend de la nature du territoire. Dans les agrosystèmes modernes et en absence du voisinage d'un couvert forestier, on peut considérer que le pollen récolté appartient majoritairement à l'olivier cultivé. En revanche, dans les agrosystèmes traditionnels de montagne, la part du pollen d'oléastres serait significativement plus importante à cause de la présence d'oléastres dans les formations forestières et pré-forestières avoisinantes (Ben Abid, 1984).

L'analyse du spectre pollinique de la station de Tétouan révèle la présence d'une cinquantaine de types de pollen, en plus de celui d'*Olea*. Douze taxons principaux correspondent à 90% du pollen détecté : *Cupressaceae*, *Urtica membranaceae*, *Poaceae*, *Cannabis sp*, *Quercus sp*, *Mercurialis sp*, *Parietaria sp*, *Plantago sp*, *Pinus sp*, *Rumex sp*, *Chenopodiaceae-Amaranthaceae* et *Morus sp* (Aboulaich *et al.*, 2011). Le pollen d'*Olea* est bien représenté avec un taux moyen de 7,4 % de l'ensemble du pollen piégé (Tab. 2).

Tableau 2. Caractéristiques de la saison pollinique à Tétouan pour la période 2008-2013

Pic : valeur maximale enregistrée. IP : indice pollinique.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Moyenne
Début	10/3	17/3	04/3	21/3	22/4	11/4	24/3
Fin	23/6	24/6	17/6	12/7	23/6	25/6	25/6
Longueur	105	100	75	104	62	75	87±18
Pic	153	155	153	76	379	424	223±142
Date Pic	28/4	18/5	04/5	20/4	15/5	12/5	06/5
IP	3595	3388	2345	1953	4168	4785	3372±1072
% total	8	5,3	7,5	3,8	9,8	10,3	7,4±2,5

Source : les auteurs

1. Saison pollinique d'Olea à Tétouan

La saison d'émission pollinique ou période principale de pollinisation (PPP) au sens d'Anderson (1991) commence quand le pollen représente 2,5% du taux pollinique annuel (IP) et se termine quand il atteint 97,5%. Chez *Olea*, la saison débute au mois de mars et se termine au mois de juin avec une durée moyenne de 87 jours (Tab. 2).

Du point de vue phénologique, les caractéristiques des saisons polliniques sont variables d'une année à l'autre. La pollinisation, fortement influencée par les conditions météorologiques, peut être précoce et débiter la première semaine de mars comme en 2010, ou au contraire, être plus tardive et ne commencer qu'à la fin de la troisième semaine d'avril, comme en 2012 où les précipitations enregistrées à Tétouan (26 mm) pendant 12 jours en avril ont vraisemblablement retardé la saison pollinique (Achmakh *et al.*, 2015). D'autre part, la durée de la saison pollinique peut également varier. En effet, elle peut être courte et correspondre à 62 jours seulement comme en 2012, tout en enregistrant un taux pollinique élevé, ou au contraire être plus longue et s'étaler sur une centaine de jours, comme en 2008, 2009 et 2011. Durant ces 3 années, le mois de mai a enregistré de 59 à 61 mm de précipitations, ce qui a prolongé la durée de la saison pollinique. Ces résultats indiquent que les aléas climatiques en pré-saison et intra-saison influencent le début de la saison pollinique, sa durée et son intensité (Achmakh *et al.*, 2015).

Le pic pollinique moyen calculé sur la période de 2008-2013 est 223 p/m³. Mais, il faut noter que cette valeur connaît d'importantes fluctuations interannuelles avec une valeur minimale de 76 sp/m³ enregistrée en 2011 et une valeur maximale de 424 sp/m³ enregistrée en 2013. Le pic est généralement enregistré pendant la période comprise entre la dernière décade d'avril (20 avril en 2011) et mi-mai (18 mai en 2009), la date moyenne est le 6 mai (Tab. 2).

Les principales caractéristiques de la saison pollinique à Tétouan peuvent être observées sur le spectre de la saison pollinique (Figure 1). Comparativement à d'autres sites de la Méditerranée occidentale (Aguilera *et al.*, 2015) on peut considérer que la saison pollinique observée à Tétouan est significativement plus longue et plus précoce (Tab. 3). En effet, la date moyenne du pic enregistré est voisine de celle observée dans des sites tunisiens et respecte un gradient latitudinal de précocité par rapport à d'autres sites de la rive nord en Italie et en Espagne.

Tableau 3. Comparaison de la saison pollinique à Tétouan avec d'autres sites méditerranéens.

* Aguilera *et al.*, 2015 ; ** la présente étude.

	Début saison	Fin saison	Durée	Date pic
Tunisie*	12 avril	23 mai	42±6	27 avril
Espagne*	23 avril	28 juin	67±9	19 mai
Italie*	03 mai	22 juin	51±5	23 mai
Tétouan**	24 mars	25 juin	87±18	06 mai

Source : les auteurs

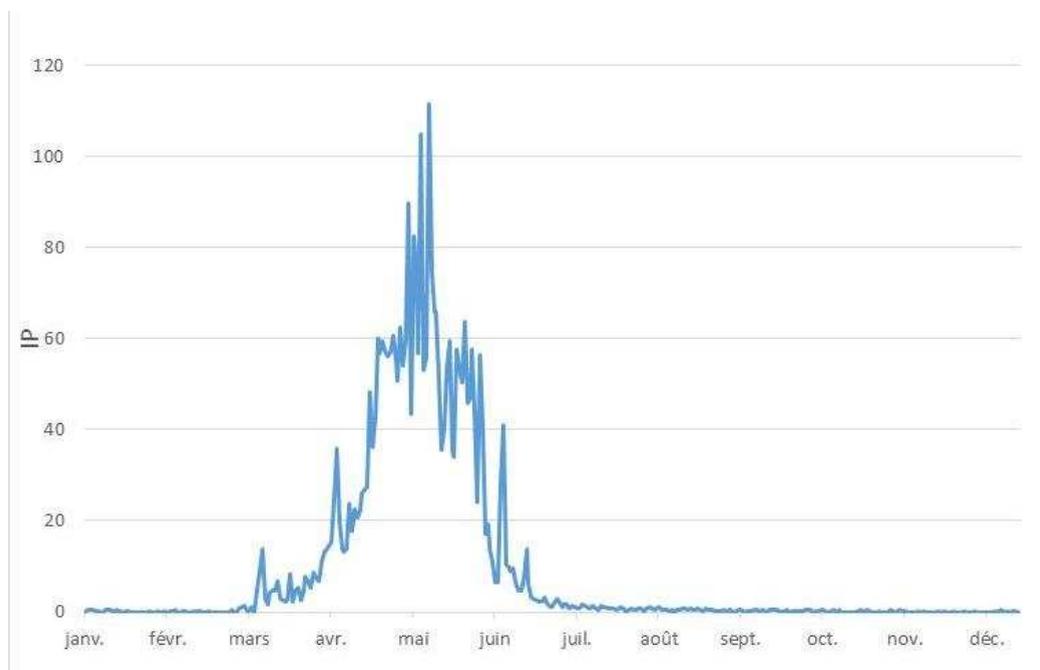


Figure 1. Spectre de la saison pollinique à Tétouan réalisé à partir des moyennes des IP pour la période de 2008 à 2013

Source : les auteurs

D'une manière générale, la floraison et par conséquent la production pollinique dépend essentiellement des facteurs environnementaux comme la photopériode, la température et le stress hydrique (Dahl *et al.*, 2013). L'olivier est un arbre à floraison printanière et son cycle de reproduction est régulé par des besoins bioclimatiques prévalant depuis l'été de l'année antérieure jusqu'à l'apparition des boutons floraux (Rojo & Pérez-Badía, 2015a). En plus, le cycle de production pollinique alterne tous les deux ans et la variation interannuelle reflète ce comportement (Ribeiro *et al.*, 2005). Cependant, les variations interannuelles observées sont fortement influencées par les facteurs climatiques et plus particulièrement la température (Osborne *et al.*, 2000 ; Orlandi *et al.*, 2002 ; Galán *et al.*, 2001).

Dans une certaine gamme de température la croissance végétale est corrélée positivement à la température. Le cumul des températures au-delà d'une température seuil de base permet d'estimer le nombre de degrés jours de croissance (GDD). La somme des températures jours est corrélée aux stades phénologiques clés (Aguilera *et al.*, 2014). Dans le cas du site de Tétouan, l'utilisation de températures seuils de 10 et 7°C permet une bonne prédiction du début de la saison et de la date du pic pollinique (Achmakh *et al.*, 2015).

2. Indice pollinique à Tétouan

L'indice pollinique, i.e. (somme totale de la concentration moyenne journalière des grains de pollen par m³ d'air), est une variable aérobiologique directement liée à la floraison (Rojo *et al.*, 2015b) et un bon indicateur de l'intensité de floraison de l'olivier (Orlandi *et al.*, 2014). Le total pollinique moyen d'*Olea* enregistré à Tétouan est de 3372 g.p ± 1072. Mais il faut noter que ce taux moyen connaît des variations interannuelles importantes. Cet indice a varié durant la période 2008-2013, entre un minimum de 1953 g.p en 2011 et un maximum de 4785 g.p en 2013.

Le fait que la série des données annuelles est limitée seulement à 6 années ne permet pas de tester correctement d'éventuelles relations entre l'IP annuel et les paramètres climatiques ou la production d'olives. Cependant, on peut vérifier si les variations de ces paramètres se font dans le même sens et s'ils suivent globalement les mêmes tendances. L'analyse des corrélations de rang montre que les variations interannuelles enregistrées de l'IP ne sont corrélées ni avec les précipitations ni avec la superficie productrice de l'olivier dans la zone de Tétouan (Tableaux 4 et 5 et Figure 2).

Tableau 4. Variations de l'IP, la production en tonnes, la superficie (Sup.) oléicole en hectares et les précipitations annuelles en mm

Année	IP	Production	Sup. totale	Précipitation
2008	3595	3420	15550	820,5
2009	3388	8670	17980	837,3
2010	2356	10180	21040	1008,4
2011	1953	15800	22910	650,6
2012	4168	9900	23820	517,8
2013	4785	13100	23970	766,9

Tableau 5. Coefficients de corrélation de Spearman (rs) de l'IP avec les superficies, les précipitations et la production

	IP	Superficie	Précipitation	Production
IP	1			
Superficie	0,49	1		
Précipitation	0,31	-	1	
Production	0,08	0,828*	-0,6	1

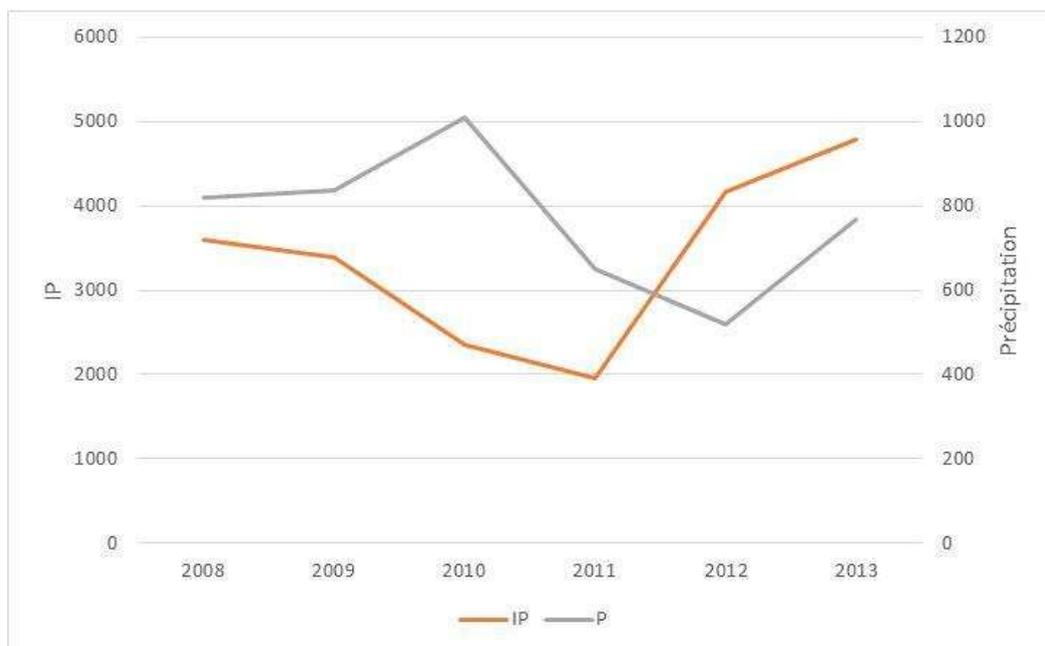


Figure 2. Variation de l'IP et des précipitations à Tétouan de 2008 à 2013

Cependant, en ce qui concerne les concentrations moyennes journalières nous disposons de données suffisantes. Ainsi, si nous divisons la saison pollinique en 2 périodes pré-pic et post-pic, une corrélation positive et significative à hautement significative est observée entre la température et l'augmentation du taux pollinique durant le pré-pic. Les analyses montrent également un effet positif de l'humidité relative sur les concentrations polliniques de la PPP et le post-pic en 2011 et un effet négatif durant le pré-pic en 2010 et 2013. En 2010, les coefficients de corrélations sont négatifs et significatifs entre la concentration pollinique et les précipitations (Tab. 6).

Tableau 6. Coefficients de corrélations de Spearman entre les concentrations polliniques et les paramètres météorologiques^(a) durant la période principale de pollinisation (PPP), le pré-pic et le post-pic, 2008-2013

	2008			2009			2010		
	PPP	Pré-pic	Post-pic	PPP	Pré-pic	Post-pic	PPP	Pré-pic	Post-pic
Tmax	-0,148	,314[*]	-,303[*]	0,044	,556^{**}	-,345[*]	0,175	,684^{**}	-,449^{**}
Tmin	-0,156	,350[*]	-,298[*]	-0,05	,700^{**}	-,600^{**}	0,205	,788^{**}	-,613^{**}
Tmoy	-0,149	,477^{**}	-,285[*]	0,074	,681^{**}	-,696^{**}	0,208	,724^{**}	-,531^{**}
HRmax	0,151	0,01	0,177	-0,04	-0,131	0,04	0,122	-0,273	0,216
HRmin	0,168	0,207	0,096	0,007	-0,148	0,13	0,143	-,381[*]	0,053
HRmoy	0,076	0,149	-0,001	0,015	-0,053	0,015	0,113	-,316[*]	0,117
Pr.	0,07	0,2	-0,175	0,089	-0,001	0,141	-,349^{**}	-,479^{**}	0,172
	2011			2012			2013		
	PPP	Pré-pic	Post-pic	PPP	Pré-pic	Post-pic	PPP	Pré-pic	Post-pic
Tmax	-,643^{**}	,123	-,756^{**}	-,168	,650^{**}	-,530^{**}	,370^{**}	,650^{**}	,063
Tmin	-,674^{**}	-,084	-,794^{**}	-,191	,665^{**}	-,432^{**}	-,036	,067	-,169
Tmoy	-,621^{**}	-,352	-,650^{**}	-,271	0,677 ^{**}	-,614^{**}	,262[*]	,551^{**}	-,054
HRmax	,489^{**}	,256	,510^{**}	,351 ^{**}	0,212	,384[*]	-,041	-,377 [*]	,241
HRmin	,409^{**}	-,082	,460^{**}	,188	-,356	,351[*]	-,328^{**}	-,777^{**}	,022
HRmoy	,361^{**}	-,136	,402^{**}	,247	,079	,276	-,134	-,606^{**}	,243
Pr.	,289^{**}	,013	,340^{**}	,089	-,078	,154	-,108	-,220	,007

**p<0,01 et *p<0,05

^(a)Tmax : Température maximale ; Tmoy : Température moyenne, Tmin : Température minimale ; HRmax : Humidité Relative maximale ; HRmoy : Humidité Relative moyenne ; HRmin : Humidité Relative minimale ; Pr. : Précipitations.

Source : les auteurs

3. Indice pollinique et modèle prédictif

Les variations enregistrées de l'IP à Tétouan ne semblent pas être directement liées à la production (Tableaux 4 et 5, Figure 3). En effet la corrélation entre l'IP et la production n'est pas significative. Cependant, il faut préciser que les modèles prédictifs sont complexes et ne se basent pas uniquement sur l'IP mais intègrent d'autres paramètres déterminants de la phénologie comme les précipitations mensuelles et les températures minimales et maximales des mois clés pour la phénologie d'Olea. Galán *et al.* (2004) ont développé un modèle prédictif pour la province de Cordoba en se basant sur des données obtenues sur une longue période (1982-2001). Ce modèle se base en plus de l'IP, sur les précipitations et les températures minimales du mois de mai et, les températures minimales et maximales du mois de juin. Ce type de modèle prédictif a été amélioré et testé sur d'autres sites méditerranéens, en Tunisie et en Italie, avec des séries de données chronologiques s'étalant de 1993 à 2012 (Oteros *et al.*,

2014). Pour pouvoir tester des modèles similaires sur notre site d'étude, il faudra attendre l'accumulation de données plus étalée dans le temps.

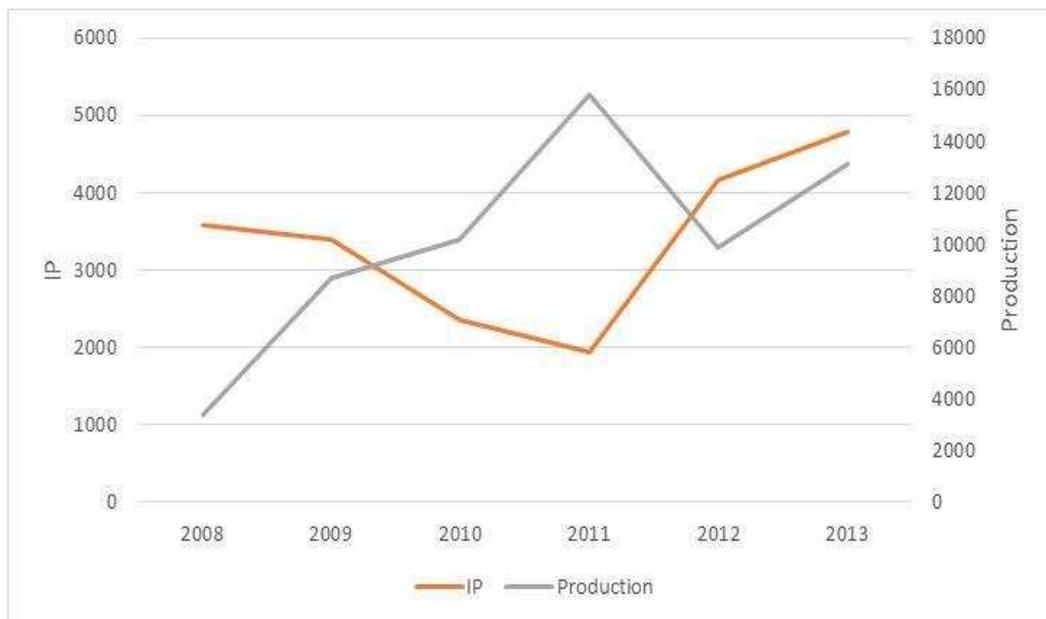


Figure 3. Variations de l'IP et de la production (T) à Tétouan pour la période de 2008 à 2013

Source : les auteurs

Conclusion

Le pollen d'*Olea* est bien représenté dans le spectre pollinique de Tétouan où il représente 7,4% du pollen enregistré annuellement. La saison pollinique débute le mois de mars et se termine au mois de juin avec une durée moyenne de 87 jours. Elle est significativement plus longue et plus précoce que dans d'autres sites méditerranéens.

Le calendrier pollinique d'*Olea* connaît d'importantes fluctuations interannuelles en relation avec le climat. En effet, les corrélations avec les paramètres climatiques montrent d'une part, une influence des températures et du froid pour la détermination du début de la saison et la date du pic, et, d'autre part, des relations entre le pré-pic et le post-pic avec l'humidité relative et les précipitations journalières.

Les résultats obtenus dans cette étude présentent un grand intérêt pour des applications pratiques. Notamment pour l'élaboration des calendriers polliniques et les prévisions des pics polliniques très utiles en allergologie. En ce qui concerne l'aspect prévision des récoltes, l'approche est plus compliquée et l'élaboration des modèles prédictifs nécessite au préalable l'accumulation de données sur des périodes plus importantes. En effet, les données actuellement disponibles (2008-2013) sont insuffisantes pour élaborer et tester des modèles valables. D'autres parts, la région d'étude présente des particularités comme l'importance relative du pollen d'oléastre, la fréquence des vents forts et l'évolution des superficies productives qui rendent complexes la prévision.

Vue l'importance économique de l'oléiculture et l'extension de ses superficies dans le cadre du programme « Maroc Vert », il serait utile de créer des stations d'aéropalynologie dans les principales zones de production.

Références bibliographiques

- Aboulaich N. (2011).** *Production du pollen à potentiel allergisant chez les Cupressaceae et les Poaceae, et analyses aérobiologiques du contenu biologique de l'atmosphère de Tétouan (NW du Maroc) (2008-2010)*. Tétouan : Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences.
- Aboulaich N., Achmakh L., Bouziane H., Mar Trigo M., Recio M., Kadiri M., Cabezudo B., Riadi H., Kazzaz M. (2013a).** Effect of meteorological parameters on Poaceae pollen in the atmosphere of Tetouan (NW Morocco). *International Journal of Biometeorology*, March 2013, vol. 57, n. 2, p. 197-205. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-012-0566-2>
- Aboulaich N., Bouziane H., Kadiri M., del Mar Trigo M., Riadi H., Kazzaz M., Merzouki A. (2009).** Pollen production in anemophilous species of the Poaceae family in Tetouan (NW Morocco). *Aerobiologia*, March 2009, vol. 25, p. 27-38. <http://dx.doi.org/10.1007/s10453-008-9106-2>
- Aboulaich N., Mar Trigo M., Bouziane H., Cabezudo B., Recio M., El Kadiri M., Ater M. (2013b).** Variations and origin of the atmospheric pollen of Cannabis detected in the province of Tetouan (NW Morocco). 2008-2010. *Science of the Total Environment*, 15 January 2013, vol. 443, p. 413-419. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.075>
- Achmakh L., Bouziane H., Aboulaich N., Mar Trigo M., Janati A., Kadiri M. (2015).** Airborne pollen of *Olea europaea* L. in Tetouan (NW of Morocco). heat requirements and forecasts. *Aerobiologia*, June 2015, vol. 31, n. 2, p. 191-199. <http://dx.doi.org/10.1007/s10453-014-9356-0>
- Aguilera F., Ben Dhiab A., Msallem M., Orlandi F., Bonofiglio T., Ruiz-Valenzuela L., Galàn C., Diàz-de La Guardia C., Gianelli A., del Mar Trigo M., Garcìa-Moza H., Pérez-Badia R., Fornaciari M. (2015)** Airborne-pollen maps for olive-growing areas throughout the Mediterranean region: spatio-temporal interpretation. *Aerobiologia*, September 2015, vol. 31, n. 3, p. 421-434. <http://dx.doi.org/10.1007/s10453-015-9375-5>
- Aguilera F., Ruiz L., Fornaciari M., Romano B., Galàn C., Oteros J., Ben Dhiab A., Msallem M., Orlandi F. (2014).** Heat accumulation period in the Mediterranean Region phenological response of the olive in different climate areas (Spain, Italy and Tunisia). *International Journal of Biometeorology*, vol. 58, p. 867-876. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-013-0666-7>
- Andersen T.B. (1991).** A model to predict the beginning of the pollen season. *Grana*, vol. 30, p. 269-275. <http://dx.doi.org/10.1080/00173139109427810>
- Ben Abid A. (1982).** *Etude phytocéologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental (Maroc)*. Thèse (Dr. D'Etat en Sciences) : Faculté des Sciences et Techniques St Jérôme, Université d'Aix-Marseille, Aix en Provence. 199 p.
- Ben Abid A. (1984).** *Etude phytocéologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centro-occidental (Maroc)*. Rabat : Institut scientifique, Université Mohammed V. 64 p. (Travaux de l'Institut Scientifique, serie Botanique, n. 34).
- D'Amato G., Cecchi L., Bonini S., Nunes C., Annesi-Maesano I., Behrendt H., Liccardi G., Popov T., van Cauwenberge P. (2007).** Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*, September 2007, vol. 62, n. 9, p. 976-990. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x>
- Dahl A., Galàn C., Hajkova L., Pauling A., Sikoparija B., Smith M., Vokoi D. (2013).** The onset, course and intensity of the pollen season. In : Sofiev M., Bergmann K.-C. (eds). *Allergenic pollen: a review of the production, release, distribution and health impacts*. Dordrecht : Springer. p. 29-70. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4881-1_3
- Damialis A., Fotiou C., Halley J.M., Vokou D. (2011).** Effects of environmental factors on pollen production in anemophilous woody species. *Trees*, April 2011, vol. 25, n. 2, p. 253-264. <http://dx.doi.org/10.1007/s00468-010-0502-1>
- Ellstrand N.C. (2003).** *Dangerous liaisons? When cultivated plants mate with their wild relatives*. Baltimore, Londres: Johns Hopkins University Press. 264 p. (Synthesis in Ecology and Evolution).

- Galán C., Cariñanos P., Alcàzar P., Domínguez-Vilches E. (2007).** *Spanish Aerobiology Network (REA). management and quality manual.* Córdoba: Servicio de publicaciones de la universidad de Córdoba.
- Galán C., García-Mozo H., Cariñanos P., Alcàzar P., Domínguez E. (2001).** The role of temperature in the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in south-western Spain. *International Journal of Biometeorology*, February 2001, vol. 45, n. 1, p. 8-12. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs004840000081>
- Galán C., Vázquez L., García-Mozo H., Domínguez E. (2004).** Forecasting olive (*Olea europaea*) crop yield based on pollen emission. *Field Crops Research*, 20 February 2004, vol. 86, n. 1, p. 43-51. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00170-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00170-9)
- León-Ruiz E., Alcàzar P., Domínguez-Vilches E., Galán C. (2011).** Study of Poaceae phenology in a Mediterranean climate. Which species contribute most to airborne pollen counts? *Aerobiologia*, March 2011, vol. 27, n. 1, p. 37-50. <http://dx.doi.org/10.1007/s10453-010-9174-y>
- Nilsson S. (1988).** A Survey of the pollen morphology of olea with particular reference to olea europaea Sens.Lat. *Kew Bulletin*, vol. 43, n. 2, p. 303-315
- Orlandi F., Fornaciari M., Romano B. (2002).** The use of phenological data to calculate chilling units in *Olea europaea* L. in relation to the onset of reproduction. *Int J Biometeorol*, vol. 46, p. 2-8. <http://dx.doi.org/10.2307/4113738>
- Orlandi F., Garcia-Mozo H., Ben Dhiab A., Galán C., Msallem M., Fornaciari M. (2014).** Olive tree phenology and climate variations in the Mediterranean area over the last two decades. *Theoretical and Applied Climatology*, January 2014, vol. 115, n. 1, p. 207-218. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-013-0892-2>
- Osborne C.P., Chuine I., Viner D., Woodward F.I. (2000).** Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean. *Plant, Cell and Environment*, July 2000, vol. 23, n. 7, p. 701-710. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3040.2000.00584.x>
- Oteros J., Orlandi F., Garcia-Mozo H., Aguilera F., Ben Dhiab A., Bonofiglio T., Abichou M., Ruiz-Valenzuela L., Mar del Trigo M., Diaz de la Guardia C., Domínguez-Vilches E., Msallem M., Fornaciari M., Galan C. (2014).** Better prediction of Mediterranean olive production using pollen-based models. *Agronomy for Sustainable Development*, July 2014, vol. 34, n. 3, p. 685-694. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-013-0198-x>
- Panelatti G. (1961).** *Quelques résultats de palynologie analytique et descriptive pour le Maroc.* Rabat : Institut scientifique, Université Mohammed V. (Travaux de l' Institut Scientifique, serie Botanique, n. 23).
- Ribeiro H., Cunha M., Abreu I. (2005).** Airborne pollen of *Olea* in five regions of Portugal. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, vol. 12, n. 2, p.317-320.
- Roux D. (2006).** Dire l'olivier en Méditerranée, l'homme, la langue et l'arbre. *Forêt méditerranéenne*, Décembre 2006, vol. 27, n. 4, p. 303-316. <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/39620?show=full>
- Royo J., Rapp A., Lara B., Fernández-González F., Pérez-Badía R. (2015b).** Effect of land uses and wind direction on the contribution of local sources to airborne pollen. *Science of the total environment*, vol. 538, p. 672-682. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.074>
- Royo J., Perez-Badía R. (2015a).** Models for forecasting the flowering of cornicabra olive groves. *International Journal of Biometeorology*, November 2015, vol. 59, n. 11, p. 1547-1556. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-015-0961-6>
- Sauvage C. (1963).** *Atlas du Maroc : notices explicatives. Section II, physique du globe et météorologie. Plaque no. 6 b, étages bioclimatiques.* Rabat : Comité de géométrie du Maroc.
- Tsitsipis J.A., Varikou K., Kalaitzaki A., Alexandrakis V., Margaritopoulos J., Skouras P. (2009).** Chemical control of olive pests: blessing or curse? In: Quesada Moraga J. (ed.). *4th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group Integrated Protection of Olive Crops.* Sevilla: Junta De Andalucía - Consejería de Agricultura y Pesca. p. 31. (Congresos y Jornadas).

Zohary D., Hopf M., Weiss E. (2012). *Domestication of plants in the Old World*. 3. ed. New York: Oxford University Press. 328 p.