Journal of Arid Arboriculture and Olive Growing

Volume 1 (2): 31–43, 2022

ISSN (Print): 2811-6313 / ISSN (Online): 2811-647 X

Adaptabilité de la phénologie florale de l'olivier dans différents environnements du centre et du sud tunisien

Olfa Elloumi[1*], Ines Regaig[1], Haifa Benmoussa[2], Mounir Abichou[1], Fathi Ben Amar[1], Mehdi Ben Mimoun[2], Mohamed Ghrab[1]

[1] Institut de l'Olivier (IO), LR16IO01, LR16IO02, BP 1087, Sfax 3000, Tunisie

[2] Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), LR17AGRI01, 43 av. Charles Nicolle, 1082 Tunis, Tunisie

*Auteur de correspondance: olfa.elloumi@io.usf.tn

Received 27 september 2021; Revised 19 april 2022; Accepted 23 june 2022

Résumé

La Tunisie a été identifiée comme un '*Hotspot*' pour des hausses de températures observées et projetées. Ces changements climatiques ont eu des incidences importantes sur l'agriculture dont le secteur oléicole qui a des retombés socio-économiques importants à échelle nationale et régionale. Dans ce cadre, la phénologie florale connait depuis quelques années un regain d'intérêt, afin d'estimer la future adaptation de l'olivier (*Olea europaea* L.) dans des différentes zones de production. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'adaptabilité phénologique de quatre variétés d'olivier locales (Chemlali Sfax, Chétoui) et étrangères (Arbequina, Koronéiki) à divers conditions agro-climatiques du centre et du sud tunisien : Jammel (35°75', 10°75'), Sfax (34°94', 10°60') et Zarziz (33°30', 11°06'). Le débourrement, les stades préfloraison et la floraison ont été suivis dès le début de la saison de l'année 2015 et ont été liés, par la suite, aux conditions climatiques de chaque zone. Les résultats obtenus ont montré que la phénologie florale de l'olivier est variable en fonction du génotype et des conditions climatiques de chaque environnement. Le débourrement des bourgeons floraux a été plus précoce dans la région de Zarzis caractérisée par un hiver chaud avec une moyenne d'accumulation de froid de 28.4 CP et 'Chemlali' était la plus précoce (entre 17 et 21 Mars) par rapport aux autres variétés. Les stades préfloraison et la période de la floraison sont principalement liés aux températures printanières et à l'altitude de la zone de production. Suite à des hausses de températures printanières (températures maximales > à 35°C) des impacts néfastes sur la phénologie florale (brunissement et blocage de développement des boutons floraux en stade différenciation) ont été observés dans la région de Jammel sur la variété Chetoui. Ces impactes ont été moins importants pour les autres variétés et dans les deux autres régions vues que l'élévation de la température a eu lieu vers fin de la période de leur floraison. En conclusion, ce travail préliminaire met l'accent sur les avantages des essais multi-environnements pour la sélection des meilleurs génotypes d'olivier adaptés aux

conditions locales et comme outil pour faire face à la variabilité future annoncée des conditions environnementales causée par le réchauffement climatique.

Mots-clés : *Olea europaea* L., variété, stades phénologiques, zone de production, conditions climatiques.

Abstract

Tunisia has been identified as a 'Hotspot' for observed and projected temperature increases. These climate changes have significant impacts on agriculture, including the olive sector that has significant socio-economic benefits at the national and regional levels. In this context, floral phenology has experienced renewed interest in recent years, in order to estimate the future olive tree (*Olea europaea* L.) adaptation in different production areas. The objective of this study is to evaluate the phenological adaptability of four local (Chemlali Sfax, Chétoui) and foreign (Arbequina, Koronéiki) olive cultivars to various agro-climatic conditions in central and southern Tunisia: Jammel (35 ° 75 ', 10 ° 75'), Sfax (34 ° 94 ', 10 ° 60') and Zarziz (33 ° 30 ', 11 ° 06'). Budburst, pre-flowering and flowering stages were monitored from the start of the 2015-season and were, subsequently, linked to the climatic conditions of each area. Results showed that the olive floral phenology is variable depending on the genotype and the climatic conditions of each environment. Budburst stage was earlier in the Zarzis region characterized by a warm winter with an average chill accumulation of 28.4 CP and 'Chemlali' was the earliest (between 17 and 21 March) compared to the other cultivars. Pre-flowering and flowering stages are mainly related to spring temperatures and the production area altitude. Following spring temperatures increases (maximum temperatures > 35 ° C), harmful impacts on floral phenology (browning and development block of flower buds in the differentiation stage) were observed on the 'Chetoui' cultivar in the Jammel region. These impacts were less important for the other cultivars and in the two other regions where the temperature increase took place towards the end of their flowering period. In conclusion, this preliminary study emphasizes the advantages of multi-environment trials for the selection of the best olive genotypes adapted to local conditions and as a tool to deal with the predicted future variability of environmental conditions caused by global warming.

Key words: *Olea europaea* L., cultivar, phenological stages, production area, climatic conditions.

1. Introduction

L'oléiculture tunisienne joue un rôle très important dans la vie sociale et économique du pays. La grande adaptation de l'olivier dans les régions à faibles potentialités naturelles fait de cette spéculation une culture de choix permettant de fixer les populations et le sol et de réduire ainsi l'exode rural. En plus, la répartition géographique de l'effectif oléicole montre que l'olivier est concentré, principalement, dans les régions du centre et du sud tunisien (DGPA, 2020). Ces régions sont classées comme des « *Hotspots* » du changement climatique, c'est-à-dire des régions pour lesquelles les impacts potentiels du changement climatique sur le secteur oléicole peuvent être particulièrement prononcés. Ces changements

climatiques ont eu des incidences importantes sur le secteur oléicole qui a des retombés socio-économiques à échelle nationale et régionale et ceci s'observe plus particulièrement au centre et sud du pays. Dans ces régions, l'olivier est l'une des espèces qui valorisent au mieux les terres par sa rusticité et sa souplesse d'adaptation aux conditions pédo-climatiques difficiles. Ces régions disposent de ressources génétiques importantes (Trigui et Msellem, 2002), mais leur potentiel se trouve encore peu valorisé.

Considéré comme bio-indicateur, la phénologie florale est l'un des processus physiologiques la plus sensible et la plus visible de ce changement climatique, vu que les tendances peuvent fournir des informations temporelles et/ou spatiales sur les changements en cours. En effet, l'environnement a des influences considérables sur la phénologie florale de l'olivier (Orlandi *et al*., 2010 ; Elloumi *et al*., 2020). Garcia-Mozo *et al*. (2015) ont montré, qu'en particulier, la température printanière semble affecter la date de la pleine floraison, où des températures élevées ont entraîné une floraison plus précoce. Récemment, les performances phénologiques de différentes variétés locales et étrangères de l'olivier ont été évalués dans la principale zone de production du centre tunisien (Elloumi *et al*., 2020). Cette étude a révélé une tendance d'avancement de la période de floraison de l'olivier suite à un manque de froid hivernal. Ainsi, il s'est avéré que la température hivernale semblait être, aussi, l'une des variables les plus importantes pour déterminer la période de floraison de chaque variété.

L'étude de l'influence génétique sur la floraison des oliviers s'est principalement focalisée sur la période de la floraison (Koubouris *et al*. 2010 ; Mancuso *et al*. 2002), et une classification des cultivars d'olivier selon leur précocité a été faite. Cet effet génétique a été étudié aussi en Tunisie sur une longue période (2005-2015) et des dates variables de débourrement et de floraison des cultivars locales et étrangères d'olivier ont été observées en fonction des conditions climatiques rencontrées chaque année (Elloumi et al., 2020). 'Chemlali' et 'Arbequina' semblaient être les cultivars les plus précoces avec une date de débourrement moyenne de DOY-71 (12 mars), tandis que 'Chemchali' et 'Koroneiki' étaient les plus tardifs avec une date de débourrement moyenne de DOY-80 et DOY-81 (21-22 mars). Le début de la floraison a eu lieu du DOY-93 (3-avril) à DOY-126 (6-mai), où 'Chemchali' semblait également être le plus tardif. Plusieurs d'autres travaux antérieurs ont démontré l'effet combiné du génotype et de l'environnement sur la floraison des oliviers (Garcia-Mozo *et al*., 2015 ; Navas-Lopez *et al*., 2019). En Tunisie, l'évaluation de ces facteurs ainsi que leurs interactions n'ont jamais été faite dans une seule étude. Pour cette raison, un essai multi-environnement a été établi dans ce présent travail dans différentes conditions agro-climatiques du centre et du sud tunisien afin de reporter des résultats préliminaires concernant les influences génétiques et climatiques sur la phénologie florale de l'olivier.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal et zones d'étude

Cette étude a été menée dans trois régions côtières de la Tunisie, sous étages bioclimatiques semi-aride et aride (Figure 1). Il s'agit de trois oliveraies plantées par

les deux principales variétés locales (Chemlali et Chetoui) et les plus importantes variétés introduites en Tunisie (Koroneiki et Arbequina). Ces oliveraies sont conduites en pluvial dans trois stations expérimentales différentes :

- *Domaine du Centre de Formation Professionnelle Agricole (CFPA) de Jemmal* localisé dans la région de Jemmal, gouvernorat de Monastir, caractérisée par un climat semi-aride inférieur et une pluviométrie annuelle moyenne de 300 mm. L'oliveraie a été installée en 2004 avec une densité de 204 pieds ha^{-1}.
- *Station expérimentale Taous* de l'Institut de l'Olivier localisée dans la région de Sfax caractérisée par un climat aride supérieur et une pluviométrie annuelle moyenne de 200 mm. Le verger a été planté en 2003 à une densité de 204 pieds ha^{-1}.
- *Station de Zarzis :* Cette station est située sur la côte sud-est de la Tunisie, gouvernorat de Medenine. Elle est située dans l'étage bioclimatique aride inférieur et reçoit des précipitations moyennes annuelles de 180 mm. La parcelle a été installée en 2004 avec une densité de 34 pieds ha^{-1}.

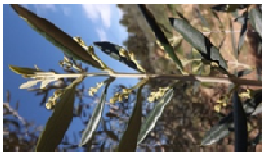
Figure 1. Localisation et coordonnées géographiques des trois stations d'études

Région	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Jemmal	30	35° 38' N	10° 41'E
Sfax	120	34° 55'N	10° 37'E
Zarzis	22	33°30' N	11°06 'E

2.2. Suivi de la phénologie florale

A travers les trois sites d'étude, un suivi hebdomadaire des stades phénologiques de chaque variété a été réalisé au cours de l'année 2015 (Tableau 1). Pour l'époque de floraison des arbres, le début, la pleine floraison et fin floraison sont considérés respectivement lorsque 5%, 50% et 95% des bourgeons floraux sont en floraison. La période de floraison est la durée en jours qui sépare le début et la fin de la floraison.

Tableau 1. Stades repères du développement des boutons floraux

	B **Début de gonflement des bourgeons**
	**C** **Les grappes florales s'allongent**
	D **Les grappes florales s'allongent**
	E **Différenciation des corolles**
	F1 **Pleine floraison : 50% des fleurs**

2.3. Relations entre les conditions climatiques et la phénologie florale

Les dates de débourrement des variétés d'olive étudiées (stade B) ont été rapportées aux accumulations respectives du froid hivernal de chaque zone d'étude. L'estimation des accumulations en froid hivernal pour chaque variété et site d'étude a été faite par le Modèle Dynamique (Fishman *et al*., 1987a, 1987b) et quantifié en tant que portion de froid (PC). Ce modèle s'est révélé le plus approprié en régions chaudes telle que la Tunisie (Elloumi *et al*., 2013; Ghrab *et al*., 2014; Benmoussa *et al*., 2017). Les données climatiques ont été collectées des stations météorologiques les plus proches de chaque parcelle d'étude.

3. Résultats et discussion

3.1. Effet zones de culture sur le débourrement de l'olivier

Le débourrement des arbres est une phénophase, couramment étudiée, activée par des changements chimiques dans le méristème apical des pousses (Rinne *et al*., 2001). Ces processus biochimiques sont essentiellement stimulés par trois facteurs exogènes à savoir : la durée de la lumière du jour (photopériode), les températures hivernales et les températures de forçage au printemps. Durant l'année 2015, les résultats ont montré que le début du débourrement de l'olivier est variable en fonction de la variété et de la zone de production, allant du 17 mars au 25 avril (Tableau 2). Il s'est avéré que l'olivier commence à débourrer dans la région de Zarzis et que 'Chemlali Sfax' est la plus précoce par rapport aux autres variétés dans toutes les stations. Pour les deux autres sites, les variétés locales 'Chemlali Sfax' et 'Chetoui' sont plus tardives dans la région de Sfax qu'à Jammel, alors que Koroneiki a montré un comportement inverse et Arbequina se trouve indifférente avec presque la même date de débourrement (5 et 6 avril) dans les deux sites.

Tableau 2. Variabilité des dates de débourrement de des variétés étudiées (Chemlali Sfax, Chetoui, Koroneiki et Arbequina), durant l'année d'observation 2015, en fonction de la zone de culture

	Jammel	Sfax	Zarzis
Chemlali Sfax	22 Mars	04 Avril	17 Mars
Chetoui	03 Avril	07 Avril	21 Mars
Koroneiki	25 Avril	30 Mars	21 Mars
Arbequina	05 Avril	06 Avril	21 Mars

Les dates du débourrement des oliviers sont significativement impactées par les accumulations du froid hivernal. En effet, une corrélation positive entre les dates du débourrement des variétés étudiées et l'accumulation du froid hivernal (en CP) de chaque région a été établie (Figure 2). Les résultats révèlent une tendance d'avancement de la date du débourrement suite à des hivers à faibles accumulations de froids. Ce constat a été prouvé, aussi, dans d'autres travaux de recherche suggérant des dates de floraison de l'olivier plus précoces dans les régions méditerranéennes sous l'effet de la chaleur (Orlandi *et al*., 2010 ; Oteros *et al*., 2013 ; Aguilera *et al*., 2015 ; Elloumi *et al*., 2020). Egalement, une précocité de débourrement des cultivars locaux d'olivier (Chemlali Sfax, Zalmati et Zarrazi) a été observée dans le sud de la Tunisie suite à des hivers plus chauds, ce qui pourrait probablement se poursuivre avec les projections climatiques futures attendues (Abichou et Msellem, 2015).

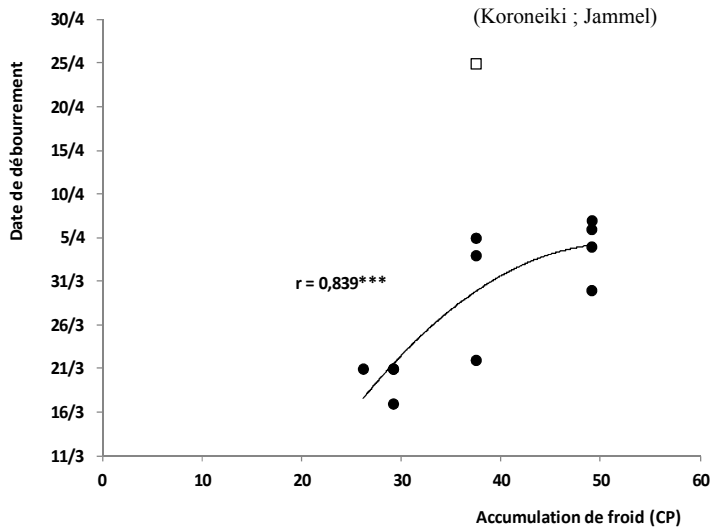


Figure 2. Corrélation entre la date du débourrement des variétés étudiées et l'accumulation du froid hivernal (en CP) enregistré pour chaque variété et dans chaque site.

3.2. Effet zones de culture sur la durée des stades préfloraison

Durant les périodes préfloraison, les températures hivernales et printanières sont des facteurs déterminants des stades phénologiques de plusieurs espèces fruitières (Benmoussa *et al*., 2017 ; El Yaacoubi *et al*., 2019). Les durées de ces différents stades peuvent être considérées comme des constantes variétales dépendantes du bioclimat. En effet, les résultats de l'année 2015 ont montré que la durée des stades phénologiques préfloraison (B, C, D et E ; Tableau 1), pour la variété 'Chemlali Sfax', a été très peu variable en fonction de la zone de culture, soit une moyenne de 40 jours (Figure 3). Ce résultat prouve l'importance de cette variété locale 'Chemlali Sfax' et sa capacité d'adaptation dans les différentes régions du centre et sud tunisien. Cependant, les durées de ces stades ont été très variables en fonction de la zone d'étude pour les deux variétés introduites ainsi que pour la variété du nord tunisien 'Chetoui'. Ces périodes ont été plus longues de l'ordre de 44, 48 et 50 jours respectivement pour 'Chetoui', 'Koroneiki' et 'Arbequina' dans la région de Zarzis où le stade débourrement était plus précoce (21 Mars). Par conséquent, et à l'exception de la variété 'Chemlali Sfax', plus le stade débourrement est précoce plus la durée des stades préfloraison est longue.

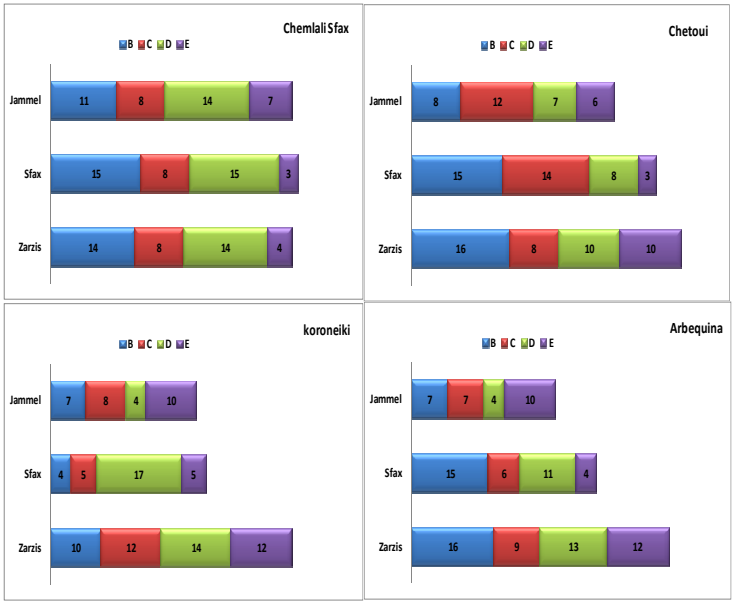


Figure 3. Variabilité de la durée des différents stades phénologiques des variétés étudiées (Chemlali Sfax, Chetoui, Koroneiki et Arbequina) en fonction de la zone de culture durant l'année d'observation 2015

3.3. Effet zones de culture sur la période de floraison

Les boutons floraux des oliviers se sont ouverts au cours de la période 24 Avril – 12 Mai 2015, au niveau de trois sites (Figures 4 et 5). La date et la durée de la floraison ont été très variables en fonction de la variété et de la zone de production. La période de floraison la plus tardive (entre 5 et 12 Mai) a été enregistrée pour les variétés 'Chemlali Sfax', 'Koroneiki' et 'Arbequina' dans la région de Sfax. Dans cette région, la floraison a été la plus courte, pour toutes les variétés étudiées, et n'a durée qu'entre 5 et 7 jours contre une durée moyenne entre 20 et 24 jours enregistrée pour une période de dix ans dans la même zone de production (Elloumi *et al*., 2017). Cette ouverture des fleurs brusque et groupée est rapportée aux conditions climatiques suite à une température maximale très élevée (entre 30 et 34°C, Figure 5) enregistrée au cours du stade de la différenciation de la corolle (stade E, tableau 1).

La variété 'Chetoui' a commencé de fleurir presque à la même date dans les trois régions d'étude (28 et 29 avril 2015). L'ouverture des grappes florales a été groupée dans les régions de Sfax et Zarzis, entrainant une courte période de floraison respectivement de 5 et 7 jours. Cependant, sa période de floraison a été plus longue (11 jours) à Jammel, durant laquelle la température maximale a dépassé les 35°C (Figure 4). Cet évènement extrême a affecté la poursuite de l'ouverture des boutons floraux qui se traduisait par un blocage du développement des boutons en stade E, ainsi qu'un brunissement des fleurs ouvertes (Photo 1). Cet accident climatique n'a pas eu d'impacts néfastes dans les régions de Sfax et de Zarzis vue que l'élévation de la température a eu lieu vers fin de la période de floraison de cette variété (Figure 4).

Photo 1. Brunissement des fleurs ouvertes et blocage du développement des boutons floraux en stade E suite à une augmentation brusque des températures printanières observées dans la région de Jammel au cours de l'année 2015

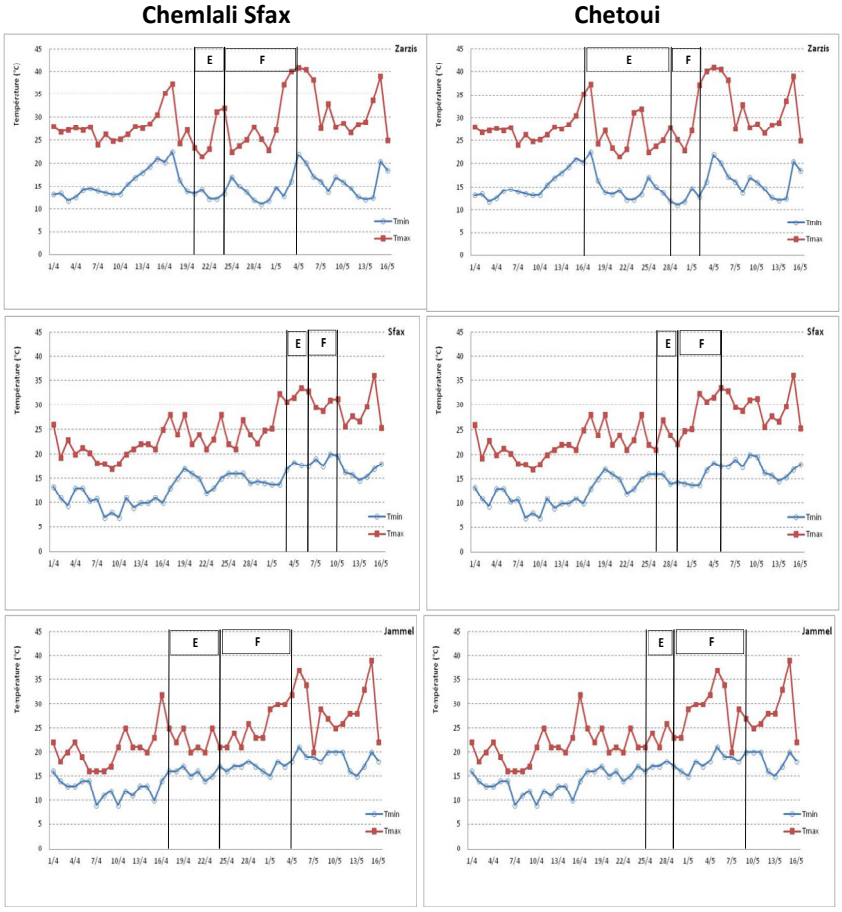


Figure 4. Variabilité des températures minimales et maximales durant les périodes de la différenciation de la corolle (stade E) et de la floraison (stade F) des variétés locales (Chemlali Sfax et Chetoui) dans chaque région d'étude (Jammel, Sfax et Zarzis)

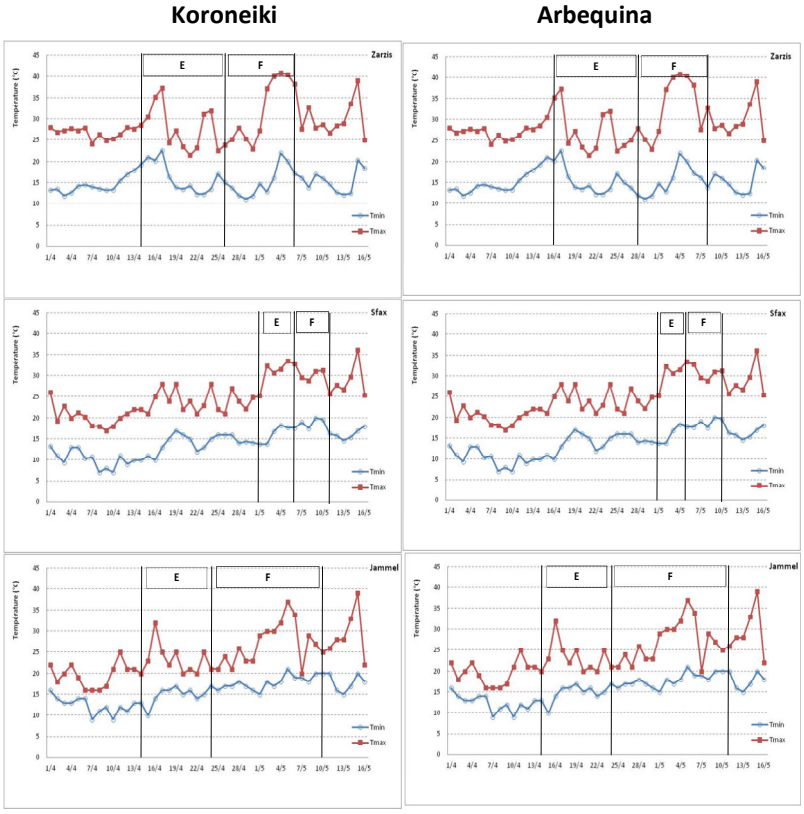


Figure 5. Variabilité des températures minimales et maximales durant les périodes de la différenciation de la corolle (stade E) et de la floraison (stade F) des variétés introduites (Koroneiki et Arbequina) dans chaque région d'étude (Jammel, Sfax et Zarzis)

Dans la région de Jammel, la moyenne de température durant la période de floraison des variétés étudiées est de 22.3°C. Les impacts néfastes des hausses de températures printanières dans cette région ont apparu lorsque la température moyenne a dépassé les 23°C (Tableau 3) et surtout pour des températures maximales dépassant les 35°C (cas de la variété Chetoui) (Figure 4). Ces impacts sont moins néfastes pour les deux variétés introduites 'Koroneiki' et 'Arbequina' dans la région de Zarzis, malgré que : i) les températures moyennes durant ses périodes de floraison sont, respectivement, 23.5 et 24°C (Tableau 3) et que ii) les températures maximales enregistrées au cours de cette période ont atteint les 40.9°C (Figure 5). Ces différences de comportements phénologiques entre les variétés étudiées dans la même région et/ou de la même variété dans différentes régions de production sont étroitement liées à la génétique de l'arbre et à la capacité d'adaptation d'une telle variété dans une telle région.

Tableau 3. Variabilité des températures moyenne de la période de floraison de chaque variété étudiée en fonction des zones de culture

	Température moyenne °C		
	Zarzis	Sfax	Jammel
Chemlali Sfax	22.1	24.8	21.2
Chetoui	20.3	22.1	23.3
Koroneiki	23.5	23.8	22.2
Arbequina	24.0	24.9	22.3
Moyenne	22.5	23.9	22.3

La localisation géographique des sites apparaît, aussi, être un facteur déterminant de la période de floraison de l'olivier. En effet, un gain de précocité vers les altitudes les plus basses a été observé au cours de ce travail. Une corrélation positive et significative a été établie entre le début de la floraison et l'altitude des sites étudiées (Figure 6). Cette différence phénologique entre les sites a été précédemment attribuée à l'altitude en Espagne (Garcia-Mozo *et al*., 2015).

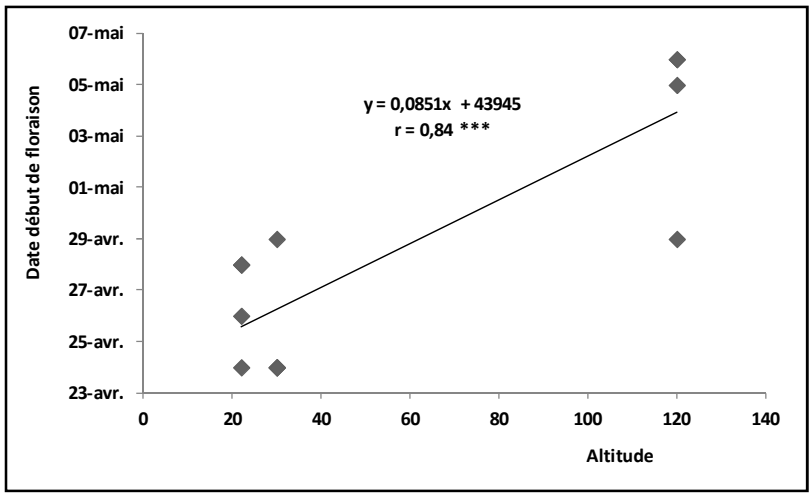


Figure 6. Relation entre la date de floraison des variétés d'olivier étudiées et l'altitude des zones de production

4. Conclusion

L'évaluation du comportement phénologique de la même variété dans différentes zones de production du centre et sud tunisien a montré un effet combiné génétique et environnemental sur la phénologie florale de l'olivier. Sous l'effet du manque de froid hivernal, l'olivier commence à débourrer dans la région de Zarzis et la variété 'Chemlali Sfax' est la plus précoce par rapport aux autres. L'augmentation excessive de la température printanière a des impacts négatifs sur le déroulement des stades phénologiques de l'olivier et ceci dépend étroitement du cultivar choisi. Par

conséquent, il est très important de bien choisir le cultivar le mieux adapté à une telle région de production.

Remerciements
Cette recherche a été soutenue financièrement par le Ministère Tunisien de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (Laboratoire de Ressources Génétiques de l'Olivier: Caractérisation, Valorisation et Protection Phytosanitaire) et le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche. Les auteurs remercient Mme Zina Ben Salem, Mme Hajera Chatti et Mr. Abdel Raouf Ali pour leur assistance technique

Références bibliographiques

Abichou, M., Msellem, M. 2015. The effects of climate change on the olive tree phenology. *J. Glob. Biosciences* 4(6): 2513-2517.

Aguilera, F., Fornaciari, M., Ruiz-Valenzuela, L., Galán, C., Msallem, M., Ben Dhiab, A., Díaz-de la Guardia, C., del Mar Trigo, M., Bonofiglio, T., Orland, F. 2015. Phenological models to predict the main flowering phases of olive (*Olea europaea* L.) along a latitudinal and longitudinal gradient across the Mediterranean region. *Int. J. Biometeorol*. 59: 629–641.

Benmoussa, H., Ghrab, M., Ben Mimoun, M., Luedeling, E. 2017. Chilling and heat requirements for local and foreign almond (*Prunus dulcis* Mill.) cultivars in a warm Mediterranean location based on 30 years of phenology records. *Agric. For. Meteorol*. 239: 34–46.

Elloumi, O., Ghrab, M., Kessentini, H., Ben Mimoun, M. 2013. Chilling accumulation effects on performance of pistachio trees cv. Mateur in dry and warm area climate. *Sci. Hortic*. 159: 80-87.

Elloumi, O., Chaari-Rkhiss, A., Ayadi, M. 2017. Comportements agronomiques de l'olivier (*Olea europaea* L.) sous climat semi-aride tunisien. *Revue des Régions Arides* 43 (3/tome II): 739-745.

Elloumi, O., Ghrab, M., Chatti, A., Chaari, A., Ben Mimoun, M. 2020. Phenological performance of olive tree in a warm production area of central Tunisia. *Scientia Horticulturae* 259: 108759 *(*doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108759*).*

El Yaacoubi, A., Oukabli, A., Legave, J.M., Ainane, T., Mouhajir, A., Zouhair, R., Hafidi, M. 2019. Response of almond flowering and dormancy to Mediterranean temperature conditions in the context of adaptation to climate variations. *Scientia Horticulturae*. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108687.

Fishman, S., Erez, A., Couvillon, G.A. 1987a. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: computer simulation of processes studied under controlled temperatures. *J. Theor. Biol.* 126: 309–321.

Fishman, S., Erez, A., Couvillon, G.A. 1987b. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: mathematical analysis of a two step model involving a cooperative transition. *J. Theor. Biol*. 126: 473–483.

Garcia-Mozo, H., Oteros, J., Galan, C. 2015. Phenological changes in olive (*Olea europaea* L.) reproductive cycle in southern Spain due to climate change. *Annals of Agricultural and Environmental Medecine* 22(3):421-428.

Ghrab M., Ben Mimoun M., Masmoudi, M.M. Ben Mechlia, N. 2014. Chilling trends in a warm production area and their impact on flowering and fruiting of peach trees. *Sci.Hortic*. 178: 87–94.

Mancuso, S., Pasquali, G., Fiorino, P. 2002. Phenology modeling and forecasting in olive (*Olea europaea* L.) using artificial neural networks. *Adv Hortic Sci*. 16:155–164.

Navas-Lopez J., Leon L., Rapoport H.F., Moreno-Alıas I., Lorite I.J., De la Rosa, R. 2019. Genotype, environment and their interaction effects on olive tree flowering phenology and flower quality. *Euphytica* 215:184. https://doi.org/10.1007/s10681-019-2503-5.

Koubouris, G.C., Metzidakis, I.T., Vasilakakis, M.D. 2010. Phenological, morphological and functional indicators of genetic variability and their implication in the sexual reproductive system of *Olea europaea* L. (Oleaceae). *Sci Hortic*. 123: 547–550. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.11.012

Orlandi F. Garcia-Mozo, H., Galán, C. Romano, B. Diaz de la Guardia, C., Ruiz, L., del Mar Trigo, M. Dominguez-Vilches, E., Fornaciari M., 2010. Olive flowering trends in a large Mediterranean area (Italy and Spain). *Int. J. Biometeorol*. 54 : 151–163.

Oteros J., Garcia-Mozo, H., Vazquez, L., Mestre, A., Dominguez-Vilches, E., Galan, C. 2013. Modelling olive phenological response to weather and topography. *Agric. Ecosyst. Environ*. 179: 62-68.

Rinne P.L.H., Kaikuranta P.M., Van der Schoot C. 2001. The shoot apical meristem restores its symplasmatic organization during chilling-induced release from dormancy. *Plant Journal* 26: 249–264.

Trigui A., Msallem M. et collaborateurs. 2002. Catalogue des variétés autochtones & types locaux : Identification variétale & caractérisation morpho-pomologique des ressources génétiques oléicoles de Tunisie (volume 1). edt. Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles. p159.

Citation: Elloumi O., Regaieg I., benmoussa H., abichou M., Ben Amar F., Ben Mimoun M., Ghrab M., 2022. Adaptabilité de la phénologie florale de l'olivier dans différents environnements du centre et du sud tunisien. *J.A.A.O.G* 1(2):31-43.