

Influence des facteurs climatiques sur la phénologie de Merisier (*Prunus avium*) au Nord-Ouest de la Tunisie

N. JDAIDI^{1,2}, B. HASNAOUI²

(Reçu le 06/05/2016; Accepté le 08/06/2016)

Résumé

La phénologie de merisier au Nord-Ouest de la Tunisie a été étudiée sur la période 2010-2014. Les événements phénologiques étudiés sont la feuillaison, la floraison et la fructification. L'apparition des feuilles est significativement liée avec l'augmentation des précipitations, couplée avec l'élévation de la température au cours des mois de mars et avril. Le pic de floraison a eu lieu une fois par an: fin avril-début mai à Ain draham et mi-avril à Tabarka. La fructification est abondante quand les précipitations moyennes des mois de juin, juillet et août augmentent dans la forêt d'Ain Drham. La variabilité climatique pourrait compromettre la survie des plantes du nord-ouest de la Tunisie.

Mots clés: *Prunus avium*, Nord-ouest de la Tunisie, Climat, Phénologie.

Abstract

The phenology of five populations of wild cherry in the northwest of Tunisia was studied over the period 2010-2014. The phenological events studied are leafing, blooming and fruiting. The appearance of leaves is significantly correlated with the increase of rain, coupled with the rise of temperature during the months of March and April. The peak of blooming took place once a year: at the end of April-beginning of May at Ain Draham and in the middle of April at Tabarka. The fruiting is plentiful when the average rain of the months in June, July and August increases in the forest of Ain Draham. The climatic variability could compromise the survival of plants of the northwest of Tunisia.

Keywords: *Prunus avium*, Northwest of Tunisia, Climate, Phenology

INTRODUCTION

La phénologie correspond aux différents stades de la vie d'une plante et est dépendante de l'environnement (l'écosystème) dans lequel se trouve cette dernière. Les écosystèmes sont des systèmes complexes mettant en interactions le biotope et la biocénose. Ces systèmes sont ouverts et dissipatifs, avec un très grand nombre d'éléments, de nombreuses interactions non linéaires, une hétérogénéité spatio-temporelle, des conditions climatiques et enfin une histoire (Maxime, 2010). La phénologie a de fortes implications dans la valeur sélective d'un individu car, de sa coordination avec le climat dépend l'optimisation des performances végétatives et reproductrices (Morin *et al.*, 2007). Les dates de floraison et de maturation des fruits des arbres contribuent au succès reproducteur de l'individu et donc à la pérennité de sa descendance, et sont donc fortement soumises à la sélection naturelle. Les dates de débourrement et de sénescence foliaire, quant à elles, contrôlent la durée du cycle végétatif et par conséquent la croissance des individus (Legave *et al.*, 2009).

Parmi ces caractères, les événements phénologiques sont d'une très grande importance (Korner *et al.*, 2010). En effet, l'impact d'une augmentation des températures sur la phénologie des plantes serait direct via, par exemple, un avancement de la date de floraison. Cette évolution pourrait mener à des problèmes écologiques liés par exemple à une apparition plus tardive des insectes pollinisateurs ou des variétés pollinisatrices dans le cas des pollinisations croisées (Legave *et al.*, 2009). En effet, les températures froides induisent une sorte de remise à zéro phénologique des plantes. Ceci a pour conséquence un débourrement quasi-synchrone des plantes d'une même espèce à l'arrivée du printemps. A l'inverse, en zone tropicale et subtropicale, des asynchronismes phénologiques intra-spécifiques des plantes d'une même espèce, tendent à montrer une certaine indépendance entre la phénologie des plantes tropicale et la température (Borchert *et al.*, 2005). La phénologie des plantes est clairement liée au climat (Lebourgeois *et al.*, 2008), cette relation dépend de l'espèce, de sa variabilité génétique et de sa sensibilité à différents facteurs météorologiques: ainsi certaines espèces dépendent plus de la pluie, d'autres de la tempéra-

¹ Institut National Agronomique de Tunis, 43, Avenue Charles Nicolle, 1802 Tunis-Mahrajène, Tunisie. E-mail: jdaidi.nouri25@gmail.com.

² Laboratoire des Ressources Sylvopastorales de Tabarka, Institut Sylvopastoral de Tabarka, 8110 Tunisie.

ture, certaines sont plus sensibles aux limites imposées par le froid en hiver ou par la chaleur au printemps. Pour une espèce donnée, cette dépendance thermique peut varier en fonction de sa situation par rapport aux limites de son aire de répartition (Morin et al., 2007).

L'objectif principal de la présente recherche est d'étudier la relation entre le climat et la phénologie du Merisier en Kroumirie.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude

La Kroumirie se situe au Nord-ouest de la Tunisie, avec une superficie de 6504 Km². L'altitude varie de 0 mètre à Tabarka (à côté de la mer) à 1202 m à Djbel El Gorra (Gardimaou). Elle constitue un centre remarquable de la biodiversité terrestre notamment les formations forestières et arbustives qui se distinguent par les forêts de chêne-liège et de chêne zen. La Kroumirie est constituée par une bande étroite qui occupe presque la partie septentrionale et qui est délimitée au Nord par la Méditerranée, la frontière algérienne à l'Ouest et la ligne Ghardimaou - Fernana - Nefza - Cap Nègre, au Sud et à l'Est (Ben Jemaa et al., 2006).

La Kroumirie est bioclimatiquement la région la plus privilégiée de la Tunisie. Cette région est caractérisée

par un gradient pluviométrique croissant d'Est en Ouest (de Bizerte vers Tabarka) et de bas en haut (de Tabarka vers Aïn Draham), elle est ainsi incluse dans un bioclimat humide inférieur tandis qu'Aïn Draham, Aïn Zena et El Feidja se situent dans l'humide supérieur (Hasnaoui, 1992). Les caractéristiques géographiques et climatiques de ces sites sont portées dans la figure 1.

Collectes des données

Le suivi phénologique du Merisier a été réalisé dans huit stations à savoir Kroufa, Hamdia, Malloula, Ordha, Aïn Saida, Beni Mtir, Tbeinia et Souiniet. Les données météorologiques nous renseignent sur les valeurs quotidiennes des températures minimales, maximales et moyennes, ainsi, que sur les précipitations moyennes, mensuelles et le nombre mensuel de jours de pluies durant la période 2010–2014 pour les stations météorologiques de Aïn Draham et Tabarka, tout en procédant aux ajustements imposés par l'altitude.

Pour déterminer les caractéristiques phénologiques (la période de la feuillaison, la floraison et la fructification), nous avons mis en place des circuits phénologiques dans les stations d'étude. Les observations phénologiques ont été réalisées tous les 15 jours. Le suivi a été réalisé en utilisant un codage pour chaque stade phénologique de 0 à 3 (Tableau 1). Ce suivi couvre la période allant du 10/01/2011 au 10/01/2014.

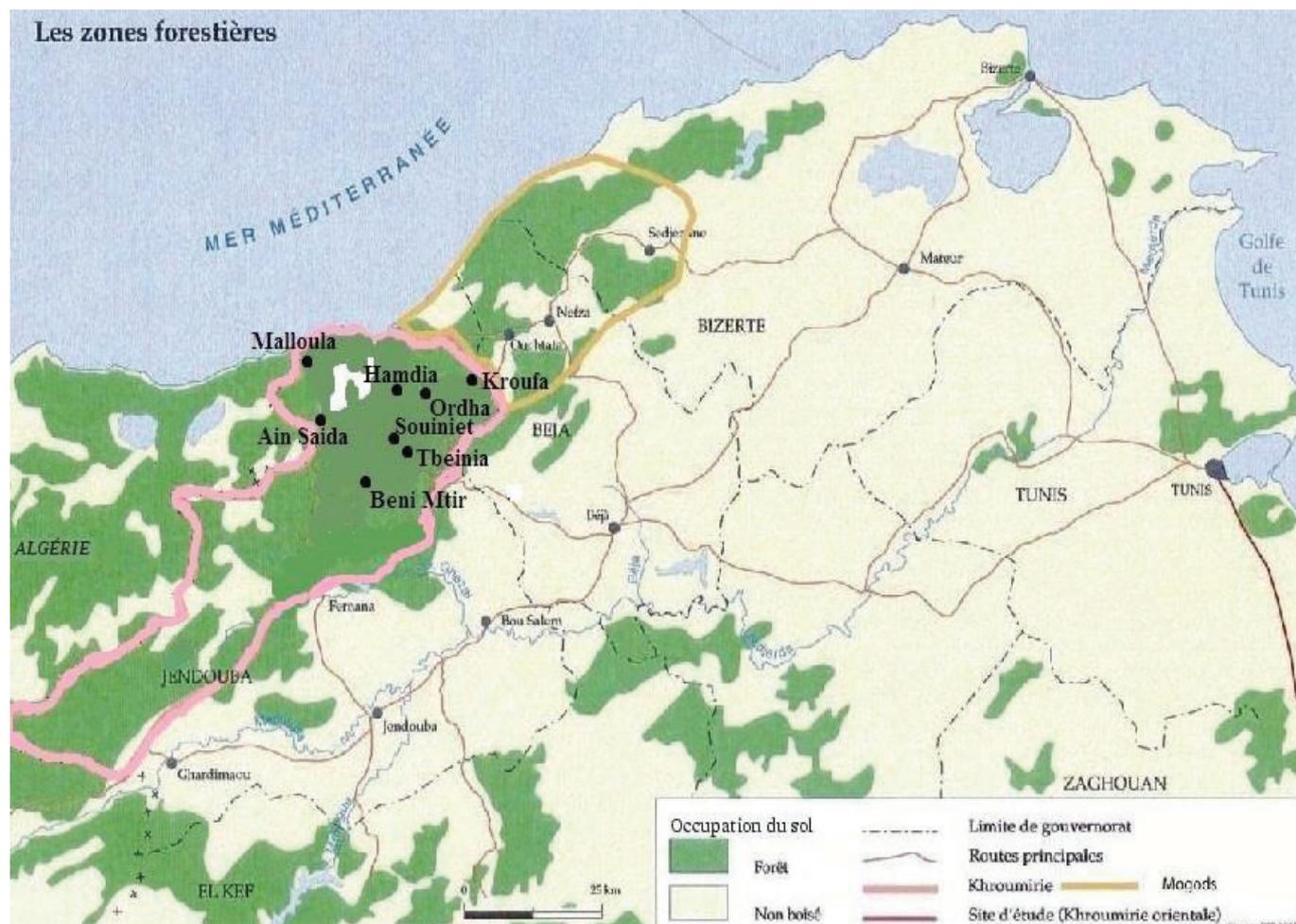


Figure 1: Localisation géographique des stations de Merisier au niveau des deux forêts de Tabarka et Aïn Draham

Tableau 1: Phénophase, stade et caractéristiques du Merisier suivis dans nos stations

Phénophases	Stade	Caractéristiques
Feuillaison	0	Rameaux nus, sans feuilles
	1	Premières feuilles non encore épanouies
	2	Pleine feuillaison
	3	Jaunissement et chute des premières feuilles
Floraison	0	Aucune fleur sur l'arbre
	1	Les bourgeons floraux préformés
	2	Plein épanouissement des fleurs
	3	Fleurs fanant avec chute des pièces florales
Fructification	0	Aucun fruit sur l'arbre
	1	Fruit immature
	2	Maturité et abondance des fruits
	3	Chute des fruits

Traitements et analyses des données phénologiques

Traitements des données phénologiques

Les données phénologiques ont été organisées et traitées de telle manière que l'estimation du pourcentage des individus en feuille/fleur/fruit pendant une période donnée ainsi que l'estimation de la date de début/fin de feuillaison/ défeuillaison soient facilitées. En effet, l'estimation de ces valeurs est utile à l'étude de l'influence du climat sur le nombre d'individu en feuille/fleur/fruit; sur la date de début/fin de feuillaison/défeuillaison et sur la durée de feuillaison/défeuillaison.

Le pourcentage des individus en feuille/fleur/fruit

Le pourcentage des individus en feuille/fleur/fruit a été calculé par rapport au nombre de cinq arbres suivis par station.

La date de début de feuillaison

Nous considérons que le début de feuillaison correspond à l'apparition de la première feuille.

La date de début de défeuillaison

Le début de la défeuillaison a été considéré comme la première tombée des feuilles. Si le stade «3» succédait le stade «2» alors le jour d'observation de ce stade a été pris comme étant le jour de début de défeuillaison.

Durée de défeuillaison et de feuillaison

Stade «3» et stade «0»: Défeuillaison,
Stade «1» et stade «2»: Feuillaison.
Ainsi,

Durée de feuillaison = fin défeuillaison-début défeuillaison

Corrélation entre le climat et les phénophases

L'influence de la précipitation moyenne sur la feuillaison/floraison/fructification a été analysée à l'aide d'un test de corrélation de rang Spearman (Logiciel XLSTAT 2014). La corrélation du pourcentage des individus présentant des feuilles/fleurs/fruits avec le cumul moyen des températures (depuis janvier 2010 à fin mai 2014) ont été testés. Les graphiques sont réalisés à l'aide du logiciel « EXCEL 2007 ».

RÉSULTATS

Les stades phénologiques du Merisier

Feuillaison

Durant la période d'observation (2010-2014), la feuillaison commence à se produire aux environs du 8 mars ± 10 jours (stations Tabarka). La date moyenne de début de

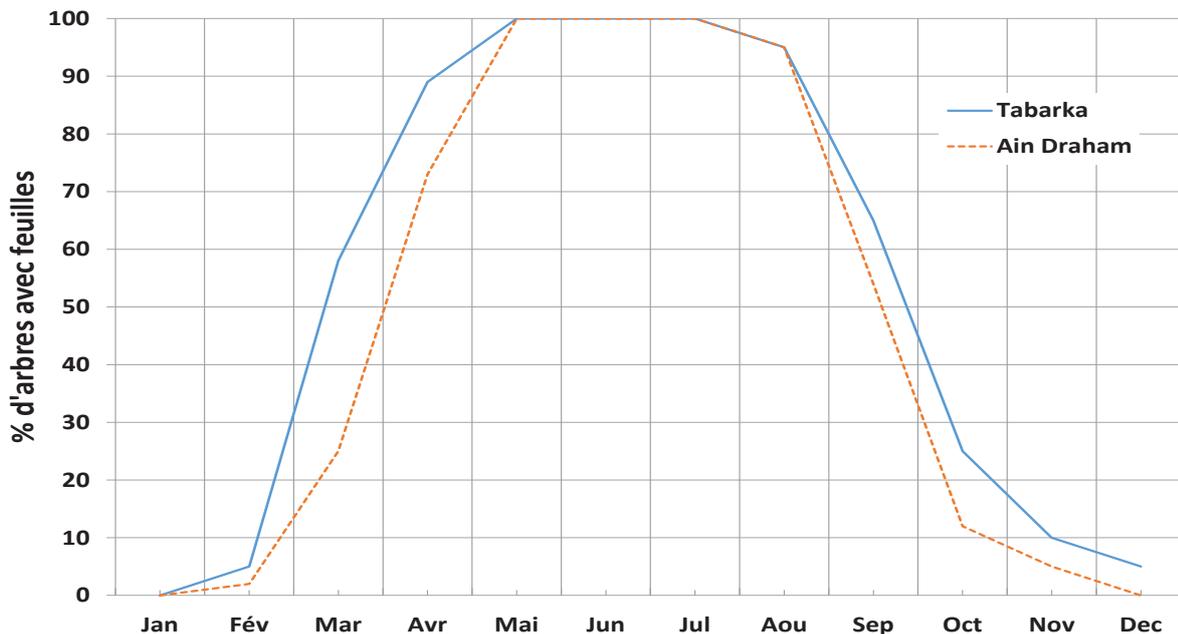


Figure 2: Taux moyens de feuillaison des arbres de merisier pour la période janvier 2010-mai 2014 au niveau des forêts de Tabarka et Ain Draham

feuillaison pour les merisiers d'Ain Draham est le 20 mars \pm 8 jours. Le début de défeuillaison se situe aux alentours du 5 septembre \pm 20 jours dans la forêt d'Ain Draham. Les dates de fin de feuillaison se sont regroupées autour du 25 septembre \pm 12 jours pour la forêt de Tabarka. La durée moyenne de feuillaison au cours de la période étudiée (2010-2014) est de 230 jours \pm 10 jours pour la forêt de Tabarka, celle de la défeuillaison est de 125 jours \pm 10 jours. Pour la forêt d'Ain Draham, la feuillaison dure 225 jours \pm 15 jours et la défeuillaison 115 jours \pm 15 jours. Dans toutes les stations, le pourcentage d'individus avec feuilles commence à augmenter en mi-mars pour atteindre sa valeur maximale (100%) durant la période de mai, juin et juillet puis commence à chuter jusqu'à atteindre sa valeur minimale vers le mois de décembre (Figure 2).

Floraison

Durant la période d'observation phénologique (2010-2014), les boutons floraux au niveau de toutes les stations (Tabarka et Ain Draham) s'ouvrent au cours des mois de mars-avril. La durée de la floraison de cette espèce au cours de cette période d'observation pourrait être très courte.

Durant la période 2010-2014, le pourcentage d'individus ayant des fleurs au niveau des stations de Tabarka augmente du 15 mars (58%) et atteint son maximum au mois d'avril (95%) à partir duquel il décroît jusqu'à sa valeur minimale au début du mois de mai (35%).

Dans les stations relevant d'Ain Draham, le pourcentage d'individus ayant des fleurs augmente aussi au cours du mois de mars (45%) mais n'atteindra sa valeur maximale qu'au mois d'avril (78%) à la fin duquel il décroît pour atteindre son minimum au début du mois de juin (Figure 3). Le taux de floraison de *Prunus avium* ne dépasse pas 78% au cours de cette période printanière au niveau de la forêt d'Ain Draham, ceci peut être expliqué par les dégâts causés par les gelées tardives ou par l'action du vent.

Fructification

Durant la période d'observation (2010-2014), la fructification est abondante aux mois de juin et juillet au niveau des stations relevant de Tabarka et d'Ain Draham.

Au niveau des stations de Tabarka, le pourcentage d'individus portant des fruits est maximal durant les mois de

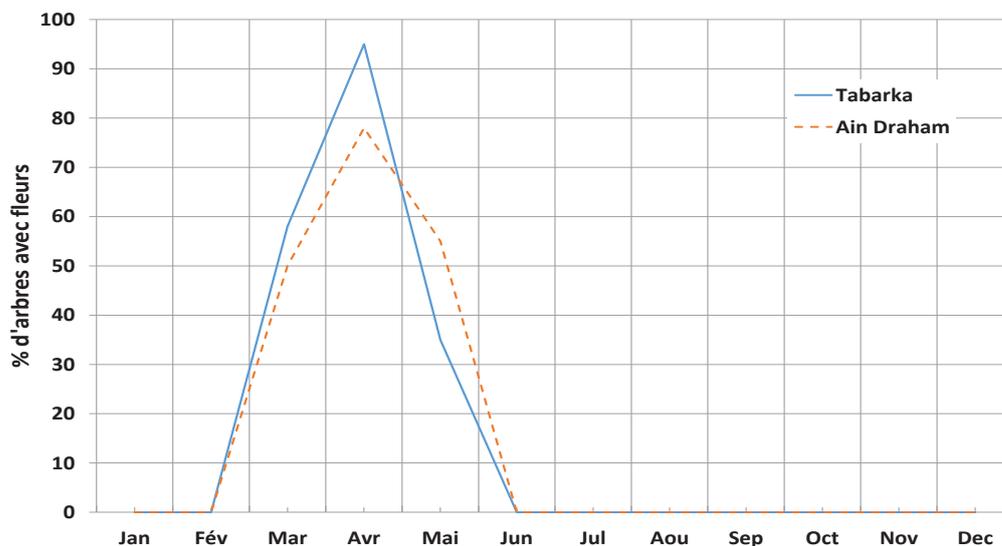


Figure 3: Taux moyen de floraison des arbres de merisier période janvier 2010 - mai 2014 dans la forêt de Tabarka et Ain Draham

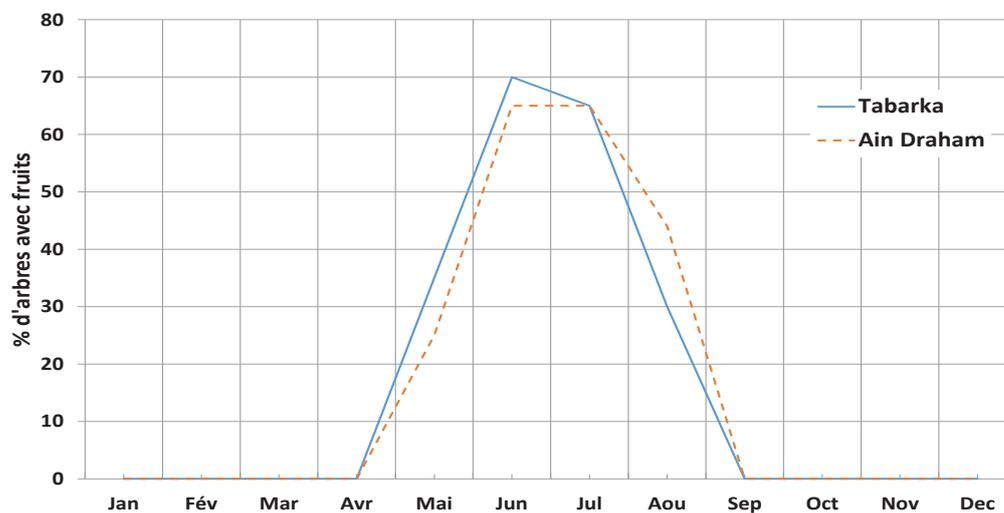


Figure 4: Taux moyens de fructification des arbres de merisier pour la période janvier 2010-mai 2014 dans les stations de Tabarka et Ain Draham

juin (70%) et Juillet (65%) puis décroît jusqu'à sa valeur minimale au début du mois de septembre. Pour les stations d'Ain Draham, ce pourcentage est maximal aux mois de juin et de juillet (65%), puis chute pour atteindre son minimum au début du mois de septembre (Figure 4).

On constate une réduction du taux de fruits par rapport au taux de floraison au niveau des stations de Tabarka et Ain Draham durant la période d'observation 2010-2014. Cette réduction peut être expliquée par l'influence des facteurs environnementaux (vent, gelées tardives).

Corrélation entre climat et phénologie

Les matrices (Tableaux 2 et 3) suivantes comportent la corrélation entre 7 variables: taux d'arbres avec feuilles (TAFe), taux d'arbres avec fleurs (TAFI), taux d'arbres avec fruits (TAFr), température moyenne des maxima du mois le plus chaud (TMAA), température moyenne des minima du mois le plus froid (TMIA), température moyenne annuelle (TMOA) et précipitations moyennes annuelles (PMA). En gras, les variables pour lesquelles une corrélation est significative au seuil de 5% durant la période d'observation (2010-2014) au niveau des stations d'études.

Tableau 2: Corrélation de Pearson entre les variables climatiques et les paramètres phénologiques pour les stations d'Ain Draham

	TAFe	TAFI	TAFr	TMAA	TMIA	TMOA	PMA
TAFe	1						
TAFI	0.982	1					
TAFr	0.764	0.577	1				
TMAA	-0.985*	-0.876*	0.738	1			
TMIA	-0.965*	-0.572	0.822	-0.649	1		
TMOA	0.875*	0.750*	0.740	-0.639	0.929	1	
PMA	-0.915*	0.939	-0.799	0.753	-0.822	-0.972	1

Tableau 3: Corrélation de Pearson entre les variables climatiques, altitude et les paramètres phénologiques pour les stations de Tabarka

	TAFe	TAFI	TAFr	TMAA	TMIA	TMOA	PMA
TAFe	1						
TAFI	0.882	1					
TAFr	0.964	0.627	1				
TMAA	-0.785*	0.936	0.738	1			
TMIA	-0.885*	-0.612	0.822	-0.594	1		
TMOA	0.975*	0.820*	0.740	-0.773	0.937	1	
PMA	-0.995*	0.732	-0.799	0.813	-0.652	-0.910	1

*Corrélation significative au seuil de 5%

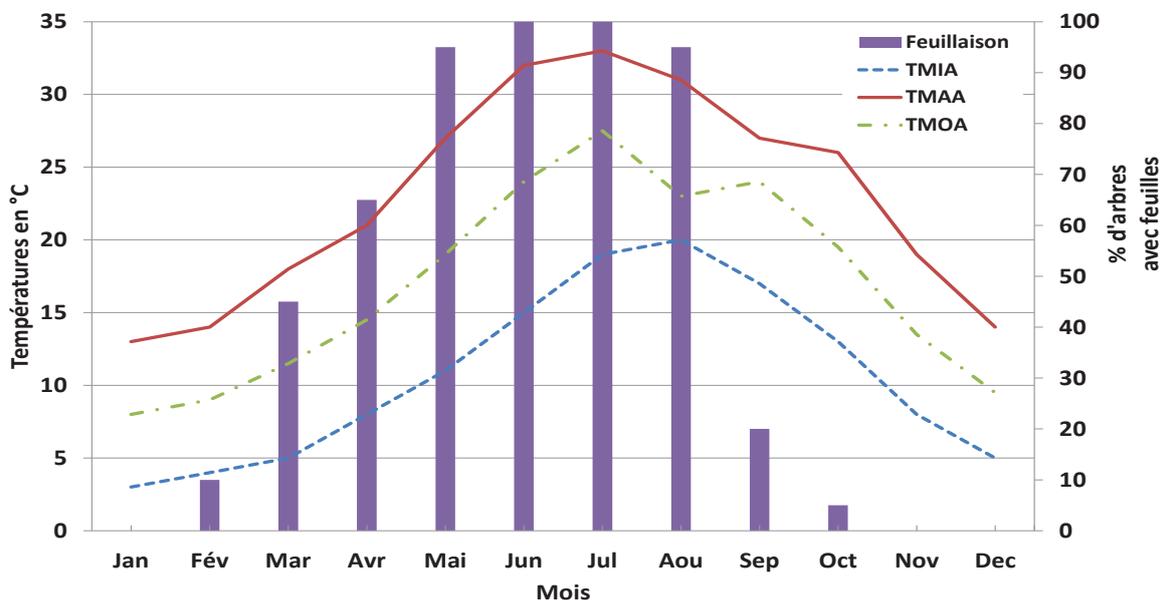


Figure 5: Corrélation entre la température et le taux des arbres avec feuilles au niveau des stations d'Ain Draham durant la période (2010-2014)

Selon les analyses de variances (Tableau 2), le taux d'arbres avec feuilles est corrélé positivement avec les températures moyennes annuelles ($r= 0,875$) et négativement avec les températures moyennes des maxima du mois le plus chaud ($r= -0,985$) et aux températures du moyennes du mois le plus froid ($r= -0,965$). La figure 5 montre que le taux des arbres avec feuilles varie de 10 % (février) à 100% (juin, juillet et août) au niveau de la forêt d'Ain Draham en fonction de la température moyenne annuelle. La période hivernale, la température moyenne du mois le plus froid ($3,7^{\circ}\text{C}$) est une période de dormance de cette espèce. Les arbres de Merisier émettent des feuilles durant la période printanière au cours de laquelle la température moyenne annuelle est de $13,6^{\circ}\text{C}$. Ils commencent à perdre leurs feuilles vers la fin de la saison sèche et chaude.

Par ailleurs, nous enregistrons une liaison fortement négative entre la feuillaison des arbres et la pluviométrie moyenne annuelle ($r= -0,915$) pour la forêt d'Ain Draham durant la même période d'observation (Figure 6).

Concernant le taux des arbres avec fleurs, il est positivement corrélé avec la température moyenne annuelle ($r= 0,750$) et négativement avec la température moyenne des maxima du mois le plus chaud ($r= -0,876$).

La lecture de la figure 7 montre que l'élévation de la température moyenne au cours de la saison printanière influe positivement sur le taux des arbres avec fleurs (78%) pour la forêt d'Ain Draham. La majorité des floraisons est groupée de mi-avril à fin avril-début mai, ceci peut être expliqué par l'importance de la durée d'insolation au cours de cette période et l'élévation progressive de la température.

Au seuil de 5%, le taux des arbres avec feuilles est fortement corrélé positivement avec la température moyenne annuelle ($r= 0,975$) et négativement avec la température moyenne des maxima du mois le chaud ($r= - 0,785$) et à la température moyenne du mois les plus froid ($r= - 0,885$).

Selon la figure 8, le taux de la feuillaison varie de 35% (février) à 100% (mai, juin et juillet). Quand la tempéra-

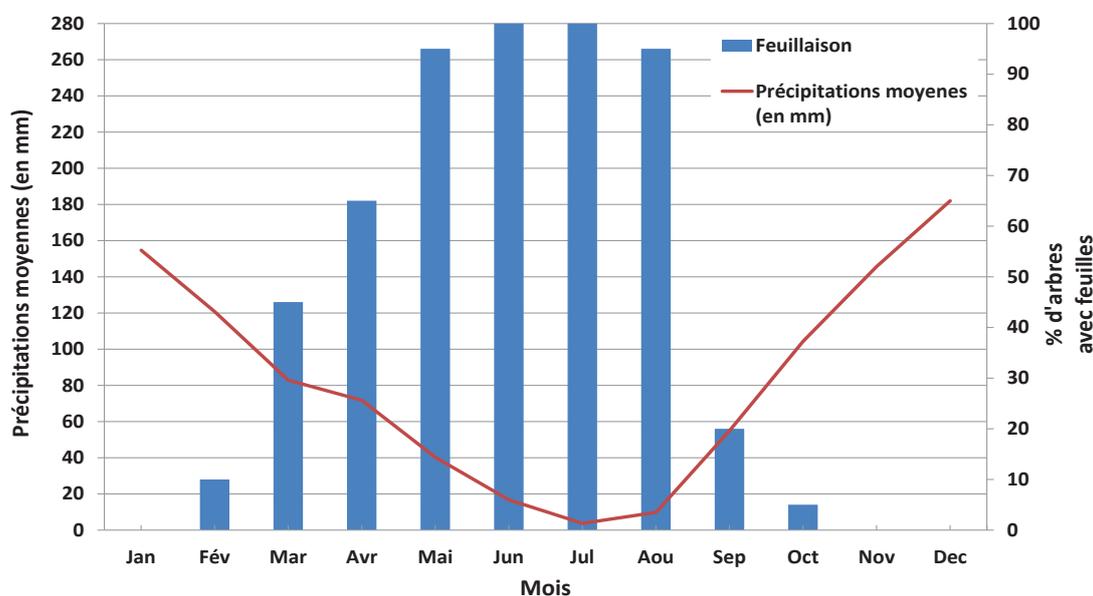


Figure 6: Corrélation entre la pluviométrie moyenne et le taux des arbres avec feuilles au niveau des stations d'Ain Draham durant la période (2010-2014)

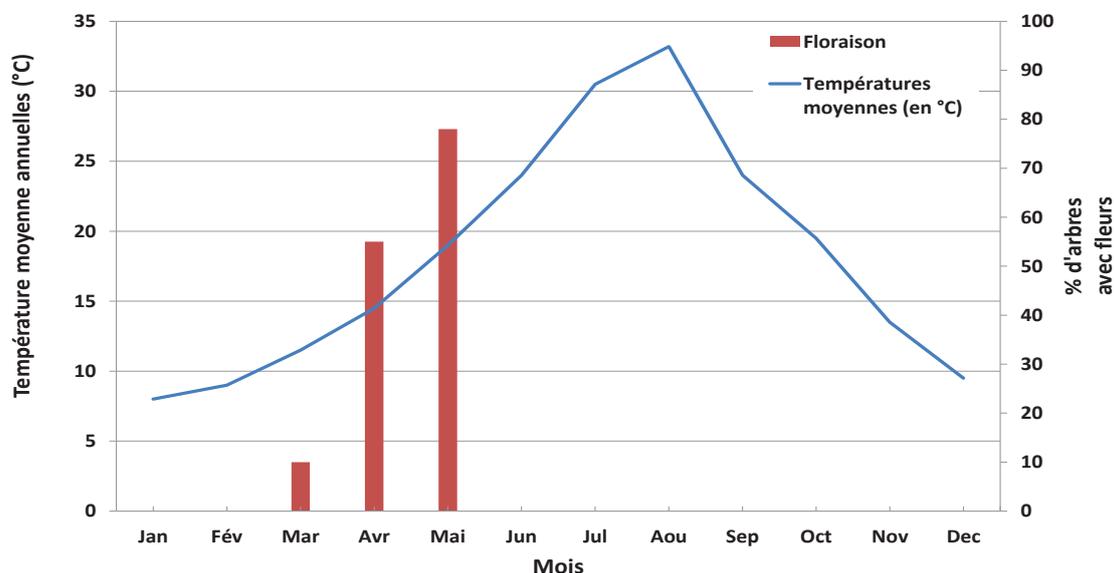


Figure 7: Corrélation entre la température moyenne et le taux d'arbres avec fleurs au niveau de la forêt d'Ain Draham durant la période (2010-2014)

ture moyenne printanière (mars à avril) s'élève, le nombre d'arbres avec feuilles augmente.

Une corrélation fortement négative de l'ordre de ($r = -0,995$) a été observée entre la pluviométrie moyenne annuelle d'une part et le taux d'arbres avec feuilles d'autre part (Figure 9).

Il existe une corrélation positive ($r = 0,820$) entre le taux de floraison et l'augmentation de la température moyenne au niveau des stations de Tabarka. La majorité des floraisons se déroule au mois d'avril dans les stations en question (Figure 10).

DISCUSSION

La température de l'air est considérée comme le principal facteur climatique conditionnant l'apparition du débourrement. Lorsque le froid a levé la dormance, les bourgeons ont besoin de chaleur pour évoluer et débourrer.

Le débourrement est particulièrement sensible à la hausse thermique printanière. Quelques études ont montré que ni les températures de l'été, ni celles de mai à novembre de l'année précédant le débourrement n'influençaient significativement sa date de réalisation (Andriaharimalala et al., 2012). D'autres indiquent que la feuillaison est influencée étroitement par les températures moyennes. Les phénomènes phénologiques varient dans le temps et dans l'espace, par rapport aux saisons et suivant l'état de chaque arbre (Staggemeilier et al., 2010). Dans le cadre de notre travail, la reprise de l'activité de feuillaison des arbres de merisier en Kroumirie au printemps et leur défeuillaison en automne sont corrélées respectivement avec une augmentation et une diminution des températures moyennes annuelles. Des résultats similaires ont été trouvés par Steiner (1979) chez plusieurs espèces de pins, où il a mis en évidence une corrélation entre la date de débourrement et les températures moyennes mensuelles hivernales (de janvier à mars) des aires d'origine, mais

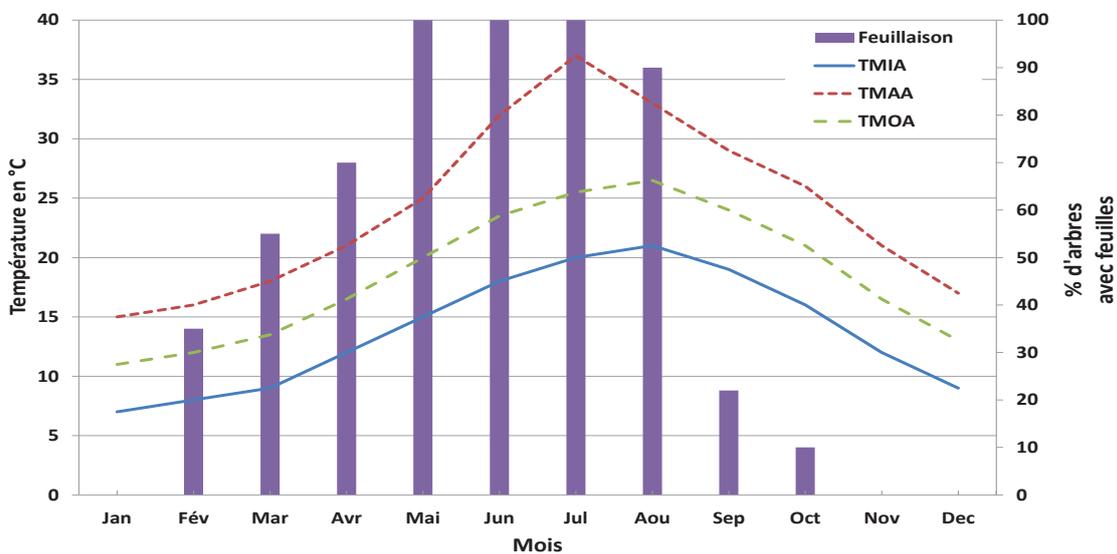


Figure 8: Corrélation entre la température et le taux d'arbres avec feuilles au niveau des stations de Tabarka durant la période (2010-2014)

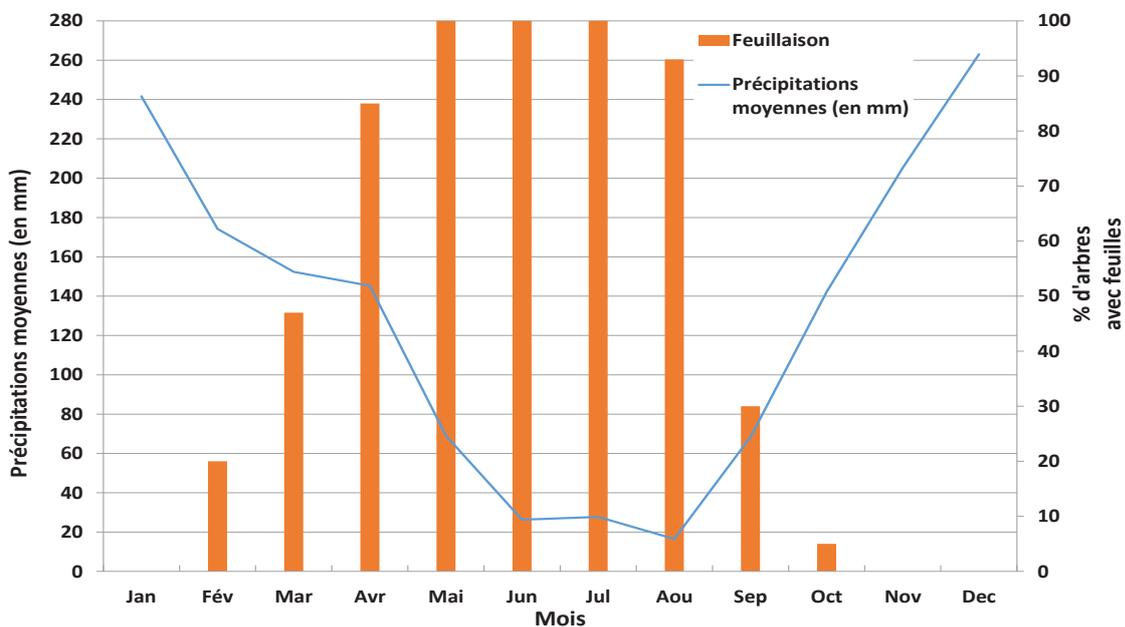


Figure 9: Corrélation entre la pluviométrie moyenne et le taux des arbres avec feuilles au niveau des stations Tabarka durant la période (2010-2014)

pas avec les températures printanières. L'auteur pense que les pins étant photosynthétiquement actifs en hiver, les réponses adaptatives aux températures des mois froids pourraient être très importantes pour les processus entraînant le débourrement.

La défeuillaison du Merisier dans notre zone d'étude est aussi influencée par la température moyenne au cours de la saison automnale. Des expériences similaires sur de jeunes érables planes montrent que la défeuillaison est d'autant plus rapide que la température du milieu est basse: à la même date, les plants soumis à une température de 10°C sont à un stade final de sénescence, tandis que ceux soumis à 18°C ne montrent pas de signe de défeuillaison. Chez le hêtre, de très hautes températures pendant la période végétative provoquent un avancement de la sénescence en entraînant la chute de feuilles encore vertes en été (Steiner, 1979).

A partir des résultats de ce travail, nous avons montré que la floraison de *Prunus avium* est corrélée aux températures. Certaines études ont montré que le cycle de floraison des espèces végétales est influencé par les températures moyennes (Legave et al., 2009). Dans notre étude, nous n'avons pas pu mettre en évidence un effet de l'altitude, exposition ou pente sur les cycles phénologiques de Merisier. Certaines études ont cependant montré qu'il pouvait y avoir des décalages de quelques jours à plusieurs dizaines de jours selon ces paramètres stationnels (Lavarenne, 1965; Rotzer et al., 2001). De la même façon, le bilan hydrique n'a pas été pris en compte dans cette première analyse. L'étude de Sparks et al. (1997), menée en Angleterre, a cependant montré qu'une sécheresse automnale pouvait retarder la feuillaison l'année suivante pour certaines essences (frêne et marronnier). Pour les espèces méditerranéennes, Karmer

et al. (2000) montrent que la phénologie est contrôlée principalement par la disponibilité en eau car celle-ci affecte fortement le développement de la surface foliaire. Enfin, en Espagne Centrale, ces mêmes auteurs montrent que les pluies de juin influencent fortement la floraison de *Pinus pinea* l'année suivante.

CONCLUSION

La phénologie est un élément clé d'adaptation des êtres vivants aux variations climatiques, et constitue ainsi un marqueur du climat de première importance. La région de la présente étude est caractérisée par de fortes variabilités climatiques annuelle et interannuelle. La variabilité interannuelle de la phénologie de l'espèce étudiée peut être expliquée surtout par l'influence de la température moyenne annuelle durant la période d'observation (2010-2014). La floraison est influencée par la température moyenne annuelle. La phénologie est liée à la disponibilité en eau, les pluies irrégulières combinées avec une hausse de la température en été accentuent fortement le stress hydrique estival durant la saison d'été, qui se traduit par l'augmentation de l'intensité de la chute des fruits.

Les résultats de cette étude ouvrent d'autres pistes de recherche telles que la dynamique, la distribution spatiale ou encore la régénération naturelle de cette espèce, afin de permettre aux gestionnaires forestiers d'orienter de manière objective un plan d'aménagement adopté un plan d'aménagement et de développer des règles d'exploitation durables de cette espèce.

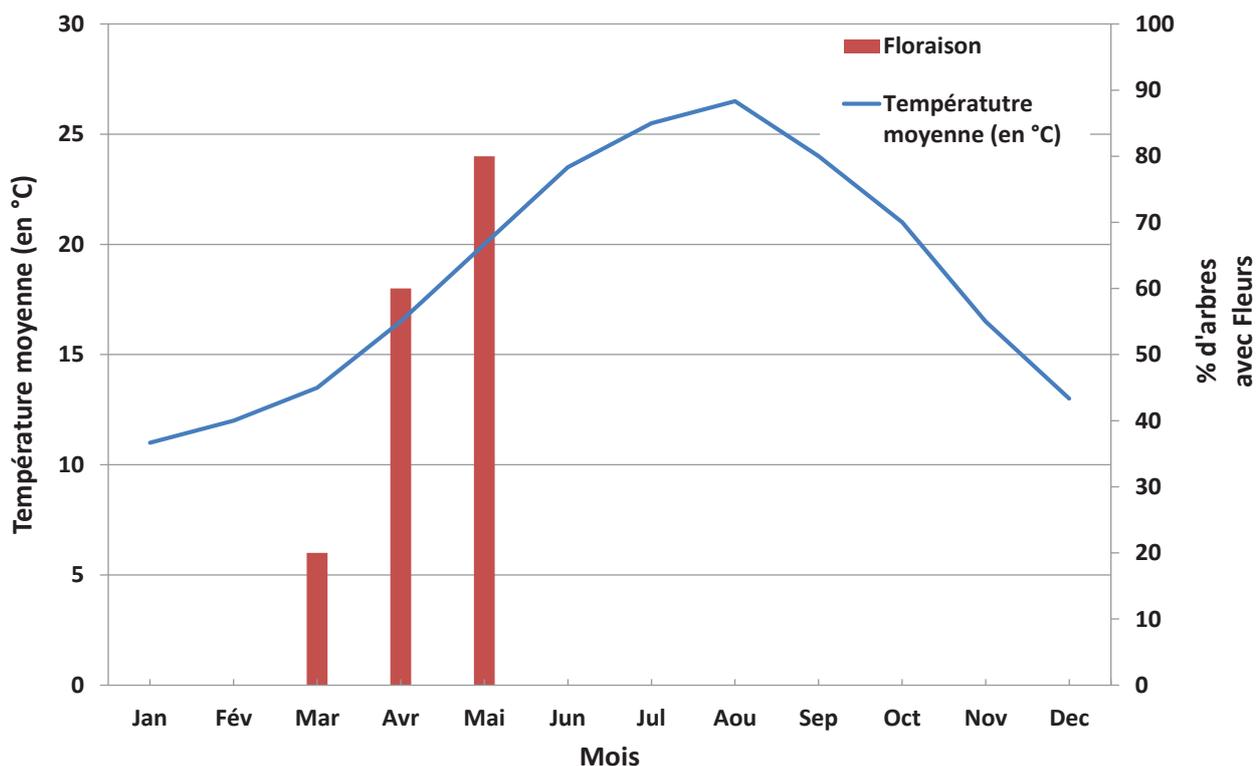


Figure 10: Corrélation entre la température moyenne et le taux d'arbres avec fleurs au niveau des stations de Tabarka durant la période (2010-2014)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andriaharimalala T, Roger E, Rajerison C, Ganzhorn J.U (2012). Analyse structurale des différents types de formation végétale du Parc National d'Andohahela (Madagascar) comme habitat des animaux. *Malagasy Nature* 6: 24-45.
- Ben Jamaa M.L, Abid H, Nouioui M (2006). Impact de la gestion du liège sur l'économie rurale et les incendies des forêts en Tunisie. Collège international Vivexpo. L'homme et le liège, 22 pages.
- Borchert R, Robertson K, Schwartz M.D, Williams-Lineara G (2005). Phenology of temperate trees in tropical climates. *International Journal of Biometeorology* 50: 57-65.
- Korner C, Basler D (2010). Phenology under global warming. *Science* 327: 1461-1462.
- Kramer K, Leinonen I, Loustau D (2000). The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and Mediterranean forests ecosystems: an overview. *International Journal of Biometeorology* 44:67-75.
- Hasnaoui B (1992). Chênaies du Nord de la Tunisie, Ecologie et régénération. Doctorat d'état des sciences naturelles, Univ de Provence Aix-Marseille I, 186 p.
- Lavarenne-Allary S (1965). Recherches sur la croissance des bourgeons de chêne et de quelques autres espèces ligneuses. *Annales des Sciences Forestières* 22: 1-203.
- Lebourgeois F, Pierrat J.C, Perez V, Piedallu C, Ulrich E (2008). Déterminisme de la phénologie des forêts tempérées françaises: Étude sur les peuplements du RENECOFOR. *Revue Forestière Française* 60:323-343.
- Legave J.M, Christen D, Giovannini D, Oger R (2009). Global warming in Europe and its impacts on floral bud phenology in fruit species. *Acta Horticulturae* 838: 21-26.
- Maxime R (2010). Compréhension des mécanismes réagissant la phénologie des prairies subalpines: Cas de l'Adret de Villart d'Arène (Hautes Alpes). Master de recherches « Écologie et éthologie », 54 pages.
- Morin X, Augspurger C, Chuine I. (2007). Process-based modeling of species' distributions: What limits temperate tree species' range boundaries? *Ecology* 88:2280-2291.
- Rotzer T, Chmielewski F.M (2001). Phenological maps of Europe. *Climate Research* 18: 249-257.
- Staggemeilier V. G, Morellato L. P. C (2010). Reproductive phenology of coastal plain Atlantic forest vegetation: Comparisons from seashore to foothills. *International Journal of Biometeorology* 55: 843-854.
- Sparks T.H, Carey P.D, Combes J (1997). First leafing dates of trees in Surrey between 1947 and 1996. *The London Naturalist* 76:15-20.
- Steiner K.C (1979). Patterns of variation in bud-burst timing among populations in several *Pinus* species. *Silvae Genetica* 28:185-193.