

Contribution à l'étude de la phénologie de l'arganier (*Argania spinosa* (L). Skeels) au sein d'une parcelle clôturée

Achour A. ^{1,2}, EL Hamdaoui A. ¹, Defaa C. ^{1,2}, EL Mousadik A. ¹, Msanda F. ¹

(1) : Faculté des Sciences, Université Ibn Zohr, BP 8106, Agadir, Maroc

(2) : Direction Régionale des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification du Sud-Ouest, BP 520, Agadir

RESUMÉ

Mots clés :

Arganier phénologie
chute physiologique
sénescence Dynamique
de floraison.

Afin de mieux connaître l'autoécologie de l'arganier (*Argania spinosa* (L). Skeels) dans différents contextes climatiques, une étude phénologique a été menée sur 10 arganiers situés dans une parcelle protégée dans la forêt de Mesguina (région d'Agadir) et durant quatre campagnes (2009-2010 à 2012-2013). En général, les effectifs des chutes mensuelles de fleurs, de fruits initiés, de fruits jeunes, de fruits mûrs ont montré des différences significatives quant aux facteurs campagne, date (mois), arbre et exposition. La floraison est concentrée au printemps ; la chute des fruits mûrs est constatée entre décembre et juin. Aussi, une étude de la dynamique de floraison et de fructification sur 40 rameaux jeunes marqués (quatre rameaux par arbre) a été menée entre décembre 2010 et juin 2012. Les résultats ont montré l'existence des différences significatives pour les variables étudiées (densités des stades floraux et fruitiers sur ces rameaux ainsi que leurs pourcentages) pour les facteurs date, arbre et exposition. Dans les années sèches, la chute des feuilles est constatée entre juin et août. Ainsi, la détermination des durées moyennes des phénophases du cycle fleur-fruit a permis de proposer deux cycles phénologiques pour l'arganier selon la chute ou la persistance des feuilles en été.

ABSTRACT

Keywords :

Argan tree Phenology
Physiological fall
Senescence flowering
dynamics.

Contribution to the study of phenology of the argan tree in a fenced plot

To learn more about the autecology of this species in different climatic environments, a phenological study was conducted on 10 argan trees located in a fenced plot in the forest of Mesguina (Agadir region) during four seasons (2009-2010, 2010 -2011, 2011-2012 and 2012-2013). In general, the number of monthly falls of flowers, initiated fruits, young fruits, ripe fruits, showed significant differences with respect to seasons, date (month) and exposure. Flowering is concentrated in the spring. The fall of the ripe fruit is generally seen between December and June. Also, a study of the dynamics of flowering and fruiting on 40 young tree branches (four branches by tree) between December 2010 and June 2012 was conducted. The results showed the existence of significant differences in the studied variables (densities of floral

and fruit stages on these branches and their percentages) for the factors: date, tree and exposure. In addition, the determination of the average duration of different phenophases on the flower-fruit cycle allowed proposing two phenological cycles according to the argan tree falling or persistence of leaves in summer.

Introduction :

L'arganier (*Argania spinosa* (L). Skeels) est une espèce endémique du Maroc. C'est une essence oléo-argosylvo pastorale, d'une grande importance sur les plans biologique, écologique, économique et social. Cependant, plusieurs travaux ont mis en évidence une régression alarmante des peuplements de cette espèce (EL Yousfi, 1988 ; Le polain de Waroux et Lambin, 2011). Les causes sont diverses, le milieu est naturellement fragile mais c'est surtout la forte pression humaine alliée à la rudesse des conditions climatiques enregistrées ces dernières années qui ont conduit à l'apparition de biotopes désertiques. L'état actuel des arganeraies interpelle tous les acteurs (scientifiques, services étatiques et société civile) à fournir plus d'efforts et agir sans tarder afin de sauvegarder ce patrimoine.

Cette sauvegarde passe à travers une meilleure connaissance de la biologie, de la phénologie et de l'écologie de cette espèce et le fonctionnement de ses écosystèmes. Plusieurs lacunes et manques de connaissances subsistent encore dans le domaine de la recherche sur l'arganier notamment en ce qui concerne l'effet des conditions climatiques sur la phénologie de l'arbre.

Il semble donc important d'étudier cet aspect afin d'anticiper les conséquences éventuelles des changements climatiques sur l'arganier.

Matériels et Méthodes :

La zone d'étude est située dans une parcelle clôturée de la forêt de Mesguina à environ 25 Km au Nord-est d'Agadir. La topographie est assez plane et l'altitude est d'environ 120 m. L'étude a été menée sur un échantillon aléatoire de dix arbres d'arganier, sur une période de 4 campagnes.

1. Etude de la chute des fleurs, des fruits et des feuilles

Dans le but d'estimer l'importance et le rythme de la chute des fleurs et des fruits, des filets de 1 m² ont été déposés sous les arbres échantillonnés selon les deux

principales directions cardinales nord-ouest et sud-est, à raison de deux filets par direction. Des récoltes mensuelles ont été réalisées durant la période de l'étude qui s'est étalée du 30/04/2010 au 30/12/2013. Les échantillons récoltés de fleurs et fruits, ont été mis dans des sacs en plastiques portant la date d'observation, le numéro de l'arbre et l'exposition. Au Laboratoire, les échantillons sont tamisés afin d'enlever toutes les impuretés. Le nombre d'organes chutés par exposition, par arbre et par date d'observation a été déterminé par comptage manuel.

L'étude phénologique des dix arganiers a été menée en exploitant les résultats des analyses statistiques des données collectées et observées par unité de surface (m²) de la projection du houppier.



Photo n°1 : Filet mis à l'ouest de l'arganier A2 au mois de mars 2012

L'interprétation des résultats a été faite en tenant compte de l'effet des conditions environnementales notamment certains paramètres météorologiques.

2. Étude de la dynamique de la floraison et de la fructification

Au niveau de chaque arbre étudié, nous avons marqué quatre jeunes rameaux de l'année, soit deux répétitions par principale position cardinale (Nord-ouest, Sud-est). L'étude de la dynamique de la floraison et de la

fructification a été réalisée par comptage sur le terrain du nombre de boutons floraux (BF), de fleurs à divers stades (FDS), des fruits initiés (FI), des fruits jeunes (FJ) et des fruits mûrs (FM). Les observations se sont étalées de décembre 2010 (D1) à juin 2012 (D19).

A chaque observation, nous avons mesuré la longueur du rameau jeune (L) et son épaisseur (E). En assimilant le rameau à un cylindre, nous avons pu déterminer sa surface latérale (S) et les densités (D) par cm² des différents stades floraux et fruitiers. Les pourcentages de chacun des stades floraux (SF) observés ont été calculés de la façon suivante :

- Calcul de la surface (S) du rameau jeune :

$$S = L \times E \times 3, 14$$

- Calcul de la densité :

$$D (SF) = Nb (SF) / S$$

- Calcul du pourcentage :

$$\% (SF) = (Nb (SF) / Nb \text{ total de tous les SF}) \times 100$$

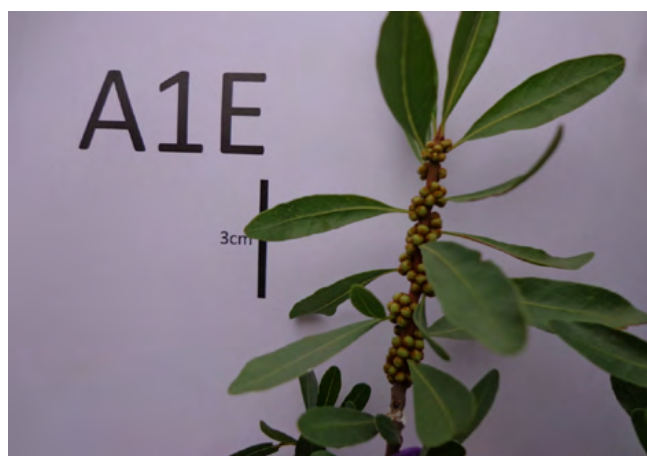


Photo n°2 : Exemple de rameau jeune étudié

L'analyse statistique des données a été effectuée à l'aide du logiciel Statistica 6.1 (2006), et Excel 2007. Le modèle statistique adopté est l'analyse de la variance (ANOVA) à un et à trois facteurs. Le test Newman-Keuls est utilisé pour déterminer les groupes de moyennes homogènes.

Les données climatiques utilisées pour interpréter les

résultats concernent la station d'Agadir Almassira.

Résultats et Discussion :

1. Dynamique de la chute physiologique et de sénescence

La chute des fleurs :

La chute des fleurs chez l'arganier a été caractérisée par plusieurs auteurs (Nerd et al., 1998 ; Bani-Aameur, 2000 ; Kenny, 2007). Dans notre travail, nous avons adopté une démarche différente basée sur des observations mensuelles échelonnées sur quatre années d'étude (2010-2013). Les résultats obtenus permettent l'amélioration des connaissances actuelles.

En effet, l'importance des chutes des fleurs dépend en premier lieu de l'état de floraison des arganiers; les arganiers ayant montré une bonne floraison perdent une quantité importante de fleurs. Les années favorables présentant une bonne floraison connaissent des chutes importantes des fleurs. De même, la diversité génétique élevée mise en évidence chez l'arganier par plusieurs auteurs (Elmousadik, 1996 et Ait Aabd, 2013) semble influencer la floraison et par la suite la chute des fleurs. Cette diversité génétique, offrant à l'arganier une plasticité étonnante, est à l'origine d'une floraison spectaculaire des arganiers A7 et A10 au cours d'une campagne sèche ayant enregistré environ 40 mm de pluie. Les chutes concentrées dans les mois de mars à juin, durant les quatre campagnes, indiquent que la floraison de l'arganier est printanière indépendamment de l'importance de la tranche pluviométrique reçue et de sa répartition. Le vent Chergui a un effet important sur la chute de fleurs qui augmente après chaque vague de chaleur. Cet effet devient plus important si le Chergui est suivi d'une chute de feuilles des arganiers. L'exposition sud-est présente des chutes plus importantes que le nord-ouest pendant au moins trois années incluses dans la période de l'étude.

Chute de fruits immatures :

Les résultats obtenus confirment ce type de chute de fruits immatures chez l'arganier. Elle est influencée par le génotype étant donné que les mêmes arganiers étudiés ont montré une chute excessive des fruits immatures durant les campagnes de l'étude.

Chute des fruits mûrs :

La chute des fruits mûrs est influencée par le génotype et la campagne de l'étude. Les arganiers A3 et A 10 ont montré une production importante alors que l'arganier A7 enregistrait une production nulle et ce durant les quatre campagnes de l'étude. L'effet campagne est révélé vu l'impact des conditions climatiques sur la mise à fleur des arganiers et la croissance des fruits.

Tableau 1 : Chutes annuelles moyennes collectées sous les 10 arganiers étudiés

Chute annuelle moyenne (/m2) \ Arganier	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
FDS	12180	11648	20204	22280	26504	19312	27968	12764	4508	44644
FNM	8,28	11,28	15,84	4,80	10,46	266,16	0,00	393,00	72,24	13,20
FM	44,64	88,32	127,32	81,00	24,72	83,04	0,48	16,80	9,60	105,36

FDS : fleurs à divers stades FNM : fruits non mûrs FM : fruits mûrs

2. Dynamique de floraison et de fructification sur les rameaux jeunes :

L'effet de l'exposition sur les variables étudiées dans la dynamique de floraison sur rameaux jeunes s'exprime pour les stades de la fleur, à part celui relatif au pourcentage de BF. Cette expression est sentie avec des degrés beaucoup atténués par rapport aux facteurs génotype et date d'observation. La présence élevée des stades de floraison et de fructification dans les rameaux exposés au sud-est confirme le caractère xérophile de cette espèce.

L'effet de la date d'observation se révèle avec acuité; c'est une succession chronologique des différentes phases phénologiques chez une espèce sauvage (non plantée et non irriguée) fortement influencée par les conditions climatiques.

Discussion :

Les résultats obtenus dans l'étude de la chute physiologique, de la sénescence des fruits mûrs et de la dynamique de floraison et de fructification sur rameaux jeunes montrent une très grande diversité entre les arganiers étudiés au sein d'une même campagne et entre les différentes campagnes.

L'arganier semble appartenir au groupe d'espèces qui produisent une floraison printanière importante et dont un pourcentage très réduit arrive au stade fruit. Ces résultats ne concordent pas avec une floraison automnale signalée par Ferradous en 1996. Cependant, ils concordent parfaitement avec ceux de Bani-Aameur (2002) de Nerd (1998).

Les problèmes liés à croissance des fruits noués rencontrés chez la majorité des arbres fruitiers sont confirmés par les résultats obtenus. Ils sont conformes avec ceux signalés par d'autres auteurs ayant travaillé sur d'autres espèces fruitières (Mars et al., 2003 ; Carr, 2013 ; Badal et al., 2013).

Nos résultats en ce qui concerne l'étude de la dynamique de floraison et de fructification sur rameaux jeunes sont conformes avec ceux de Venetier (2011) qui a précisé que le climat particulièrement chaud des automnes a provoqué l'apparition et le développement des boutons floraux mâles en plein hiver chez le Pin d'Alep.

Cependant, il y a lieu de signaler quelques exceptions sur l'effet des conditions favorables sur la fructification des plantes. Badal et al. (2013) ont signalé chez le kaki que le stress hydrique en début de saison a eu un effet plus important sur la réduction de la chute des fruits et par la suite l'obtention de rendements importants. Dans notre cas, les campagnes 2009-2010 et 2010-2011 qui sont très pluvieuses n'ont engendré ni une floraison exceptionnelle ni une fructification importante. Cette situation est expliquée par un phénomène constatée plus particulièrement chez les arbres où une nutrition riche en eau et en azote, juste avant la période de floraison conduit à une mauvaise mise à fleurs et favorise plutôt la pousse du bois et des feuilles, c'est-à-dire dans l'épanouissement de la plante plutôt qu'assurer sa descendance (source : <http://www.journees-paysannes.org>). Dans ce sens, Igmoullan (1999) avait rapporté que « les années pluvieuses, après de longues périodes de sécheresse sont caractérisées par une croissance et un développement végétatif de l'arbre au détriment de la production en fruits d'argane ».

Conclusion :

L'étude de la phénologie de l'arganier a permis d'améliorer les connaissances actuelles sur l'autoécologie de l'espèce. Les résultats obtenus, dans le suivi de la dynamique des chutes de fleurs et fruits dans tous leurs stades et les comptages périodiques des BF, des DSF, des FI et des FM sur les jeunes rameaux marqués, nous ont permis de montrer que

l'arganier fleurit en grande quantité sous les conditions pluviométriques normales. La chute physiologique des fleurs et fruits immatures et la sénescence des fruits mûrs sont influencées par les conditions climatiques, le génotype et souvent par l'exposition. La période de floraison de l'arganier est principalement le printemps avec des légers décalages du pic de floraison entre campagnes, causés par un retard ou une précocité dans la chute des pluies.

Des différences significatives ont été mises en évidence entre les génotypes étudiés du point de vue chute physiologique des fleurs, de fruits immatures et de sénescence des fruits mûrs.

Ainsi, le cycle proposé montre que le déroulement de l'activité biologique de reproduction l'arganier (floraison – fructification) nécessite plus d'une campagne et dépend beaucoup de la persistance ou de la chute des feuilles

Enfin, deux propositions du cycle phénologique de l'arganier sont formulées à la lumière de nos observations et des résultats obtenus dans ce travail.

Références bibliographiques :

Ait Aabd N, (2013). Apport des marqueurs phénotypiques et moléculaires pour l'analyse de la variabilité génétique chez l'arganier ; sélection pour le rendement en huile. Thèse de doctorat, Faculté des sciences, Université Ibn Zohr, Agadir. Maroc.

Badal E, Abd El-Mageed TA, Buesa I, Guerra D, Bonet L, Intrigliolo DS, (2013). Moderate plant water stress reduces fruit drop of "Rojo Brillante" persimmon (*Diospyros kaki*) in a Mediterranean climate. *Agricultural Water Management* 119. 154–160.

Bani-Aameur F, (2000). Phenological phases of *Argania spinosa* (L.Skeels) flower. *Forest Genetics*. 7(4), 329-334.

Bani-Aameur F, (2002). *Argania spinosa* (L.) Skeels flowering phenology. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 49(1), 11-19.

Carr M, (2013). The water relations and irrigation requirements of *Macadamia* (*Macadamia* spp.): A Review *Expl Agric.*, volume 49 (1), pp. 74–90 Cambridge University.

El Mousadik A, Petit RJ, (1996). High level of genetic differentiation for allelic richness among population of argan tree (*Argania spinosa* (L.) Skeels) endemic to Morocco.

Theoretical and Applied Genetics 92: 832–839.

EL Yousfi SM, (1988). La dégradation forestière dans

le Sud marocain. Exemple de l'arganeraie d'Ademine (Souss) entre 1969 et 1986, mémoire de 3e cycle, I.A.V. Hassan II, Rabat, 117 p.

Ferradous A, Bani-Aameur F, Dupuis P, (1996). Climat stationnel, phénologie et fructification de l'arganier. *Actes Inst. Agron. Vet.* Vol.17(1) : 51-60.

Igmoullan A, (1999). Valorisation en alimentation animale des sous-produits des fruits d'Arganier dans le sous. Cas des Ait Baha. Mémoire présenté à l'institut Agronomique et vétérinaire Hassan 2 pour l'obtention du grade d'ingénieur en Chef.

Kenny L, (2007). Histoire de l'arganier. In Kenny L, De Zborowski I, eds. *Atlas de l'arganier et de l'arganeraie*. Rabat : IAV Hassan II, : 13-36.

Le polain de Waroux Y, Lambin EF, (2011). Monitoring degradation in arid and semi-arid forests and woodlands: The case of the argan woodlands (Morocco). - *Applied Geography*, - doi:10.1016/j.apgeog.2011.08.005.

Mars M, Marrakchi M, (2004). Dynamique de floraison et régime de reproduction chez le grenadier (*Punica granatum* L.) en Tunisie. *Fruits* 59, 39–48.

Nerd A, Irijimovich V, Mizrahi Y, (1998). Phenology Breeding system and fruit development of Argan cultivated in Palestine. *Springer and The New York Botanical Garden*, 52: 161-167.

Vennetier M, Girard F, Didier C, Ouamim S, Ripert C, Misson L, Estève R, Martin W, Ndiaye-Boubacar A, (2011). Adaptation phénologique du pin d'Alep au changement climatique. *Forêt méditerranéenne*, 2011, 32 (2), 151-167.