

## Maturation et chute des fruits de l'arganier

Fouzia BANI-AAMEUR\*<sup>α</sup>, Latifa LOUALI\* & Pascal DUPUIS\*

(Reçu le 05/12/1996 ; Révisé le 22/12/1997 ; Accepté le 20/01/1998)

### نضج وتساقط ثمار الأركان

إن تتبع محصول تساقط ثمار عشرة أشجار من الأركان خلال الفترة المتراوحة ما بين مارس - يوليوز 1994 بمحطة أيت ملول قد سمحت لنا بتسجيل الفرق ما بين تساقط الثمار الصغار أي السقوط الفيزيولوجي (2 à 10 mm) وتساقط الثمار الناضجة (أكبر من 30 mm)، وتساقط ثمار واقعة بينهما تضم في نفس الوقت ثمارا كبيرة ناضجة وثمارا صغيرة الحجم غير ناضجة. وقد تبين بأن أشجار الأركان تثمر مرة في السنة سواء كانت بركية (مارس) أو متأخرة (يوليوز) وأخرى تثمر مرتين مرة مبكرة ومرة متأخرة وذلك بنفس الشجرة. وفيما يخص مدار خصوبة شجرة الأركان، أي المدة ما بين الإزهار والنضج، فهي تتراوح ما بين 9 إلى 16 شهرا وأن الأشجار التي تزهر مرة في السنة تحمل جيلين من الثمار أي محصول السنة الجديدة و محصول السنة الماضية الذي لم ينضج بعد. أما الأشجار التي تثمر مرتين في السنة فقد تحمل أربعة محاصيل : محصولين بركيين ومحصولين متأخرين. وسواء كانت شجرة الأركان بركية أو متأخرة فإن مدة إزهارها وبورة خصوبتها وكذلك مدة نضجها قد تطول أو تقصر. وهكذا، فإن محصول الشجرات العشر التي تم تتبعها كان متغيرا بنسبة كبيرة بحيث تم حبس هذه التغيرات ما بين 1,52 و 22,4 كوغرام للشجرة الواحدة. ويستنتج مما سبق، بأن التطور المنتظر من التنوع الوراثي في هذا المجال سيجعل من شجرة الأركان، شجرة ذات أهمية بالغة لاستخراج الزيوت على نحو رائع.

الكلمات المفتاحية : الأركان - ثمار - بيولوجيا - تساقط - نضج - محصول

### Maturation et chute des fruits de l'arganier

La récolte mensuelle des fruits tombés de dix arganiers (*Argania spinosa* L. Skeels), entre mars et juillet 1994 à Aït Melloul, a permis de distinguer les petits fruits objet de la chute physiologique (2 à 10 mm), des fruits mûrs sénescents (plus de 30 mm). Des fruits de tailles intermédiaires englobent aussi bien les fruits en cours de maturation que les fruits mûrs de petites tailles. L'étude a permis également de distinguer les arbres produisant des fruits noués une fois par campagne en mars (les arganiers précoces) ou en juin (les arganiers tardifs), des arbres produisant des fruits précoces et des fruits tardifs sur le même pied. La longueur du cycle constatée a varié entre 9 et 16 mois. Les arbres qui fleurissent une fois par an ont porté deux générations de fruits, les fruits noués de la présente campagne et les fruits noués la campagne passée en cours de maturation ; ceux qui fleurissent deux fois par an portent quatre générations : deux générations de fruits précoces et deux générations de fruits tardifs. En plus, que l'arganier considéré soit précoce ou tardif, la nouaison peut être groupée ou plus ou moins étalée, le cycle de maturation peut être long ou court et la maturation des fruits peut être groupée ou étalée. Les rendements estimés des dix arbres observés étaient variables dans de très grandes proportions (1.52 - 22.4 kg). Le potentiel d'amélioration génétique du rendement de l'arganier est remarquable.

**Mots clés:** Arganier - *Argania spinosa* - Fruits - Phénologie - Abscission - Chute physiologique - Rendement

### Ripening and fall of argan fruits

Monthly collect of fruit drops of ten argan trees (*Argania spinosa* L. Skeels), between March and July 1994 at Aït Melloul, allowed to distinguish between physiological drop of small fruits (2 to 10 mm), and senescence of ripe fruits (higher than 30 mm). Intermediate sizes of fruits concerned ripening as well as small ripe fruits. Some trees set new fruits once a year in March (early trees) or in June (late trees). Others set fruits twice, in March and in June. Because fruiting cycle of the argan tree varies between 9 to 16 months; at a time, the first type of trees will be bearing two generations, the present campaign new fruit set and last year maturing fruit set ; whereas the second type will be bearing four generations, two early and two late crops. Moreover, for early as well as for late argans, 1) fruit set, thus, blooming period could be narrow or wide; 2) ripening cycle may be long or short; and 3) fruit ripening may be grouped or widened. Yield estimates varied widely (1.52 - 22.4 kg). Progress from breeding for yield and yield components of argan as an oil fruit tree is potentially high.

**Key words:** Argan - fruit - Phenology - Abscission - Physiological drop - Yield - Ripening

\* Laboratoire de recherche sur la variabilité génétique, Université Ibnou Zohr, Faculté des Sciences, Département de Biologie, BP 28/S- 80 000 Agadir, Maroc, Tél.: 212 8 22 09 57, Fax: 212 8 22 01 00

<sup>α</sup> Auteure correspondante

## INTRODUCTION

L'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) est considéré comme arbre forestier dans son aire de distribution, le sud-ouest du Maroc. Son exploitation subit les aléas d'une économie de cueillette. Son fruit, de valeur économique et sociale indéniable, est surtout recherché pour l'huile, extraite de l'amande, constitue un produit très apprécié aussi bien dans la région qu'ailleurs (Rahali, 1989). Le tourteau issu de l'extraction de l'huile est très riche (Chevalier, 1907). Les pulpes des fruits séchés représentent un fourrage très consommé par le bétail (bovins, ovins, caprins et chameaux) (Sandret, 1957; M'Hirit, 1989).

Les études portant sur la fructification et le rendement en fruits sont rares. Deux travaux seulement ont étudié le cycle de fructification de l'arganier. Le premier a été réalisé par Metro en 1952 sur des arbres âgés de 19 ans à Oued Cherrate. Il a constaté que le grossissement des petits fruits pré-existants démarre au mois d'octobre. La maturation des gros fruits, issus des fleurs de l'année précédente, est totale en juillet. La deuxième étude est plus récente. Ferradous *et al.* (1996) ont distingué trois types d'arganiers: les précoces, les tardifs et les intermédiaires. Les fruits des premiers, issus de la fécondation des fleurs de l'automne de l'année précédente, mûrissent au mois de mai; ceux du second, issus de la fécondation des fleurs du printemps de l'année précédente, mûrissent au mois d'août et le troisième type fructifie le long de la saison humide. De ce fait, ces arbres portent des fruits de différentes tailles.

L'estimation du rendement des arganiers est très variable. M'hirit (1989) avance 500 kg/ha.an sans préciser le nombre d'arbres à l'hectare. Rahali (1989) fixe un rendement de 15 kg/arbre, 30 arbres à l'hectare, soit 450 kg/ha. Ferradous *et al.* (1996) ont souligné que la productivité des arganiers est variable. Elle est favorisée par une pluviométrie d'au moins 100 mm en automne et des températures maximales clémentes. Étudiant les poids du fruit, du noyau et de la pulpe dans trois stations écologiquement différentes, Ferradous (1995) a montré que ces poids varient très significativement sous les effets du génotype, de l'année et de l'interaction année x localité, à l'exception du poids de la pulpe qui variait en plus par rapport à la localité. Sa conclusion était que des estimations plus précises du rendement doivent tenir compte de ces sources de variation.

Le fruit est une drupe dont la couleur à maturité évolue vers le jaune ou le rouge. Il présente six

formes différentes: fusiforme, ovale apiculée, ovale, goutte, arrondie et globuleuse. Sa taille varie de un à cinq centimètres (Ferradous 1995). Il se situe à la base des feuilles ou des rameaux latéraux feuillus longs et courts (Ehrig, 1974). À la sénescence, les fruits mûrs de l'arganier tombent et sont collectés sous les arbres. Cependant, les arganiers perdent une partie ou la totalité de leurs fruits avant terme avec des intensités variables selon les arbres et les conditions climatiques (Ferradous *et al.*, 1996). Ceci aboutit, sous des conditions climatiques sévères, à une absence quasi -totale de fruits à maturité. De la nouaison à la maturité, les fruits peuvent tomber à différents stades comme cela a été démontré chez d'autres arbres fruitiers (Gautier, 1971a, b; Poli, 1979; Pas Suarez, 1984). La chute physiologique survient lorsque le fruit se trouve interrompu ou entravé dans sa croissance. Ceci pourrait être lié à certains facteurs dont la réussite de fécondation indispensable au maintien des fruits sur l'arbre, la compétition pour les éléments nutritionnels après la nouaison entre les fruits, ou bien entre les fruits et les différentes parties végétatives de l'arbre, ou encore les conditions climatiques telles que les effets néfastes de la sécheresse, les vents violents et les fortes pluies. Les causes et les conséquences de la chute physiologique diffèrent de celles de la sénescence des fruits mûrs.

Le but de ce travail est de différencier les fruits objet de la chute physiologique des fruits mûrs sénescents. L'évolution des dimensions des fruits tombés permettra de caractériser le cycle de fructification de l'arganier et d'estimer indirectement le rendement des arbres.

## MATÉRIEL & MÉTHODES

La station d'Aït Melloul où a eu lieu cet essai est située à une vingtaine de kilomètres au sud-est d'Agadir, sur la route vers Taroudant, à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Complexe Horticole d'Aït Melloul. Cette station a déjà été caractérisée (Ferradous *et al.* 1996).

Deux cadres carrés de 50 centimètres de côté (un en exposition Nord et un en exposition Sud) ont été placés au dessous de chacun des 10 arbres étudiés, à un emplacement qui correspond à un maximum de chute.

Une récolte mensuelle a été réalisée de février à juillet 1994. Les échantillons sont collectés dans des sachets en plastique portant le numéro de l'arbre, la date de prélèvement et l'exposition. Ils ont été tamisés, au laboratoire, dans une série de

tamis Afnor d'ouvertures (1, 2, 3.15 et 5 mm). Les longueurs des fruits dépassant cette taille ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse.

Pour estimer le nombre total de fruits tombés par arbre, on a assimilé la projection du houppier sur le sol à une ellipse dont on a mesuré le petit diamètre (d) et le grand diamètre (D). La surface S de chaque projection a été calculée par la formule  $S = D \times d \times P$ . Le nombre N de fruits potentiels sous l'arbre a été déduit du nombre X de fruits collectés sur le cadre selon la formule:  $N = (X / 0.25) \times S$ .

La distinction entre les fruits mûrs et les fruits immatures s'est faite à partir des observations de la taille et de la consistance des fruits. Le rendement de chaque arbre a été estimé en multipliant N correspondant aux fruits mûrs par le poids moyen des fruits mûrs de l'arbre. Le pourcentage des pertes par chute physiologique est estimé par :  $(N \text{ fruits immatures} / N \text{ total}) \times 100$ .

L'analyse de la variance à quatre facteurs croisés, arbre, exposition, classe de taille et date de récolte a été adoptée. Les moyennes ont été comparées par la méthode de la plus petite différence significative (P.P.D.S.) (Dagnelie, 1984; Montgomery, 1984). Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Statistix.

## RÉSULTATS & DISCUSSION

À l'exception du facteur exposition, les facteurs date d'observation, classe de taille et génotype de l'arbre et leurs interactions sont hautement significatifs (Tableau 1).

**Tableau 1. Analyse de la variance du nombre de fruits tombés de dix arganiers à Aït Melloul**

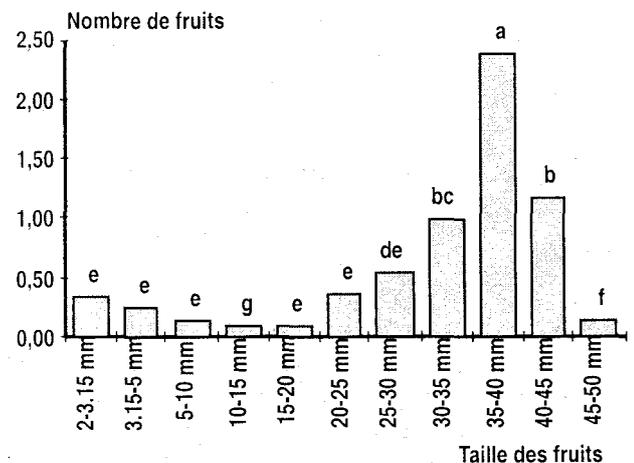
Source de variation	Degrés de liberté	Carré moyen
Arbre	9	0.63**
Exposition	1	0.55
Classe	10	2.19**
Date	4	3.39**
Arbre x Classe	90	0.35**
Arbre x Date	36	0.67**
Classe x Date	40	1.34**
Arbre x Classe x Date	360	0.39**
Erreur	360	0.14

\*\* : Significatif à 1%.

## 1. Différence entre les classes de taille

On distingue deux groupes de fruits tombés: le premier est constitué par les petits fruits (2-3.15 mm à 15-20 mm), le deuxième est formé par de gros fruits (20-25 mm à 45-50 mm) (Figure 1). Le premier groupe correspond à une chute physiologique dont le maximum a été constaté pour la première classe. Il semble que juste après la nouaison, l'arbre ajuste le nombre de ses fruits selon ses potentialités nutritionnelles comme pour d'autres arbres fruitiers à noyaux (Gautier, 1971 a, b; Poli, 1979). Avec la croissance du fruit, cette chute diminue progressivement pour se stabiliser à 0,09 fruits par 0,25 mètre carré pour les classes de taille 10-15 mm et 15-20 mm. À ce moment, le nombre optimal de fruits qui s'accommode aux capacités de l'arbre serait presque atteint.

Le deuxième groupe est beaucoup plus important que le premier. Pour les fruits de 20 à 25 mm, la chute était de 0,36 en moyenne, 1,05 au maximum et 0 au minimum. Dans cette classe, certains fruits sont mûrs et d'autres sont en cours de maturation. D'ailleurs Ferradous *et al* (1997) ont montré que la taille des fruits mûrs à Aït Melloul a varié entre 17 et 48,3 mm, avec une moyenne de 30 mm. Par conséquent, on peut considérer qu'il ne s'agit plus dans les dernières classes uniquement d'une chute physiologique, mais aussi de la sénescence conséquente à la maturation du fruit. Cette chute s'accroît pour les classes de taille supérieures pour atteindre son pic pour la classe 35-40 mm. La plupart des fruits parviennent à maturité à cette taille. Les classes 40-45 et 45-50 sont moins représentées étant les



**Figure 1. Nombre moyen de fruits tombés de dix arganiers à Aït Melloul par classe de taille toutes dates confondues**

classes extrêmes de la distribution des longueurs des fruits mûrs (Ferradous *et al.*, 1997).

## 2. Différence entre les dates d'observation

Les cinq dates constituent deux groupes différents, le 29 mai et les autres dates. La date du 29 mai représente quatre fois plus de fruits tombés (Tableau 2). Quelque soit la date, le minimum de fruit perdu par l'arbre est zéro. Le maximum varie entre 5 et 25 fruits.

**Tableau 2. Chute de fruits par arbre et par date d'observation de dix arganiers à Aït Melloul**

Arbre	28/3/94	28/4/94	29/5/94	30/6/94	27/7/94	Moy.	Max.
23	0.86	0.18	4.27	0.18	0.45	1.19a	25.50
2	0.95	0.14	4.41	0.14	0.14	1.16ab	20.50
5	0.27	0.36	2.36	0.23	0.18	0.68cde	18.00
4	0.27	2.18	0.18	0.14	0.27	0.61de	15.50
6	0.00	0.18	2.18	0.64	0.05	0.61de	10.50
3	0.00	0.14	1.50	0.50	0.09	0.45e	9.50
26	0.14	0.95	0.00	0.73	0.00	0.36f	8.00
22	0.00	0.00	1.27	0.00	0.50	0.36g	8.50
7	0.05	1.50	0.00	0.00	0.00	0.31g	10.00
1	0.00	0.00	0.73	0.09	0.09	0.18g	5.50
Moy	0.25b	0.56b	1.69a	0.26b	0.18b	0.59	

a,b,c,d,e,f,g ne sont pas significativement différents à P=0.05

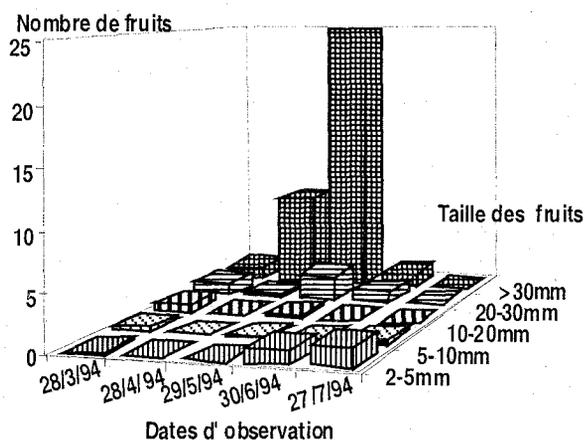
Les cases ombragées correspondent à la chute maximale

Moy. = moyenne ; Max. = maximum

Les nouveaux jeunes fruits de 2 à 5 mm n'apparaissent qu'au mois de juin et de juillet (Figure 2). Ce serait la mise en place de la nouvelle nouaison issue de la floraison de mars. Après la nouaison, les jeunes fruits démarrent leur croissance, ce qui explique la présence de la classe 5-10 mm au mois de juillet. Cette classe avait aussi un premier pic au mois de mars. Elle a disparu en avril pour réapparaître en très petites quantités aux mois de mai et de juin et en quantités plus importantes au mois de juillet. Le premier pic correspondrait à la nouaison d'une floraison antérieure au mois de mars, le second à la floraison du mois de mars.

Les classes de taille 10-20 et 20-30 du mois de mars seraient déjà les gros fruits provenant probablement de la fécondation des fleurs de la campagne précédente et qui auraient bénéficié des pluies automnales précoces pour redémarrer leur croissance. Entre la fin du mois de mars et celle du mois de mai, la classe 10-20 a eu le temps de mûrir. On ne la retrouve plus. La classe 20-30 est une

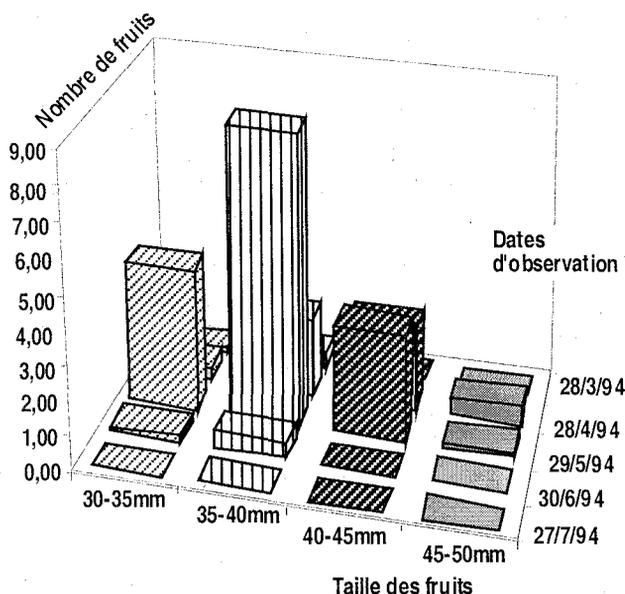
classe de taille qui englobe aussi bien les fruits mûrs de moindre taille que les fruits dont le processus de maturation a été interrompu. Ces derniers, récoltés en mars et en avril, sont donc des fruits en cours de maturation. Restés sur l'arbre, ils aboutiront à des fruits mûrs des classes supérieures à 30 mm. La figure 2 résume la présence d'au moins trois générations de fruits à la station d'Aït Melloul, les fruits fécondés la campagne précédente et qui sont en cours de maturation pour être cueillis cette campagne, les fruits noués en début de campagne et les fruits noués plus tardivement. Ces deux dernières catégories sont destinées à mûrir plus tard au cours de la campagne prochaine.



**Figure 2. Chute physiologique moyenne des fruits (moins de 30 mm) de dix arganiers à Aït Melloul par classe de taille et par date d'observation**

La prédominance de la classe de plus de 30 mm, qui existait au même niveau que les autres classes dès le mois de mars, a été bien marquée dès le mois d'avril (Figure 3). Elle était à son maximum au mois de mai. Cette classe de fruits a complètement disparu au mois de juillet. Ainsi la maturation des fruits de l'année précédente sur notre échantillon d'arganiers est étalée à Aït Melloul. Elle aurait commencé avant le mois de mars, atteint son maximum au mois de mai et pris fin au mois de juin, puisqu'on ne retrouve aucune taille de fruits mûrs au-delà du mois de juin. Quelque soit la date, la classe de taille 35 à 40 mm est la plus représentée. La majorité des fruits mûrs appartiennent donc à cette classe de taille. La classe 45-50 mm est plus rare. Ainsi on retrouve la distribution des classes de tailles définie par Ferradous *et al.* (1997). Au mois de mai, toute la gamme des tailles est à son maximum sauf la classe des fruits les plus longs dont le maximum se

situé au mois d'avril. Dans cet échantillon d'arbres, il y a une coïncidence entre les arbres les plus précoces et les arbres aux fruits les plus longs.



**Figure 2. Chute des fruits après sénescence (plus de 30 mm) de dix arganiers à Aït Melloul par classe de taille et par date d'observation**

### 3. Différence entre les génotypes des arbres

Les génotypes 23 et 2 perdent le plus de fruits. Par contre, les 1, 7 et 22 sont les moins affectés (Tableau 2). D'autre part on distingue deux types de génotypes: les arbres 4, 7 et 26 dont la chute de fruits maximale, correspondant à la sénescence des

fruits matures, a lieu fin avril. Ces arbres sont des arbres précoces. Le restant des arbres sont plus tardifs, la sénescence de leurs fruits mûrs a lieu fin mai.

La chute des fruits a repris plus tard dans la saison chez les génotypes 22 et 26 en moindre quantité ce qui correspond probablement à la chute physiologique des nouveaux fruits noués. Chez le génotype 7 on n'a pas dénombré de fruits tombés tout comme si la nouaison chez cet arbre n'a pas eu lieu au courant de la période mars - juillet de cette année. Sur le reste des arbres, on a ramassé des fruits de dimensions différentes du début de l'essai jusqu'au mois de juillet. La nouaison des fruits nouveaux a donc lieu en même temps que la maturation des fruits noués l'année précédente.

Le génotype 4 présente les plus gros fruits (35-50 mm), et le 22 les plus petits fruits (15-30 mm) du lot d'arbres observés (Tableau 3). La majorité des fruits mûrs ont une longueur entre 35 et 45 mm, ce qui explique la prédominance des fruits de 35-40 mm constatée auparavant (Figure 3).

Si on considère l'ensemble des tailles des fruits jeunes chez les dix arbres, à l'exception de l'arbre 2, cette catégorie de fruits est stabilisés sur l'arbre à partir d'une taille déterminée, puisque la chute physiologique est nulle à la taille supérieure (5-10 mm pour le 23, 10-20 mm pour le 5...). La moitié des génotypes n'a perdu aucun fruit de 10 à 20 mm de longueur (arbres 1, 4, 6, 7 et 26). La chute reprend plus tard à l'approche de la maturation complète des fruits.

**Tableau 3. Chute de fruits par arbre et par classe de taille (mm) chez dix arganiers à Aït Melloul**

Arbre	2 à 3.15	3.15 à 5	5 à 10	10 à 15	15 à 20	20 à 25	25 à 30	30 à 35	35 à 40	40 à 45	45 à 50	Moy.
23	0.2	0.9	0	0.1	0.1	0.5	1.3	0.3	<b>5.4</b>	4.1	0.2	1.19a
2	0.2	0.1	0.5	0.6	0.4	0.4	1.1	<b>5.1</b>	4.3	0	0	1.16ab
5	0.3	0.2	0.4	0.2	0	0	0.1	1.7	<b>4</b>	0.6	0	0.68cde
4	0.6	0.3	0	0	0	0	0	0.1	1.1	<b>3.5</b>	1.1	0.61de
6	0.1	0	0	0	0	0.9	1.9	1.7	<b>2.1</b>	0	0	0.61de
3	0.5	0.2	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	<b>2.6</b>	1.2	0	0.45e
26	1.3	0	0	0	0	0	0.3	0.6	<b>1.8</b>	0	0	0.36f
22	0.1	0.5	0.6	0	0.3	<b>1.7</b>	0.7	0	0	0	0	0.36g
7	0	0.1	0	0	0	0	0	0.1	<b>2</b>	1.2	0	0.31g
1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0.5	<b>1.1</b>	0.1	0.18g
Moy.	0.34e	0.24e	0.15e	0.09g	0.09g	0.36e	0.55de	0.98bc	2.38a	1.17b	0.14f	0.59

Les chiffres suivies par une lettre ne sont pas significativement différents à  $P=0.05$

Les chiffres en gras correspondent à la chute maximale ; Moy. = moyenne

Dans la catégorie de 2 à 10 mm, les génotypes 2, 5, 22 et 23 ont connu des chutes importantes. Ces arbres stabilisent leurs production dans ces intervalles de taille. Les dix arbres restants stabilisent leur production dans la taille supérieure.

Que l'on considère la chute physiologique ou l'abscission des fruits mûrs, l'intervalle de taille concerné est plus ou moins étalé selon les génotypes. Cependant, on constate une prédominance relative d'une ou deux classes de taille chez certains. Chez d'autres la distribution est plus nuancée. Dans le cas des fruits mûrs, cette observation se traduit par des classes de taille plus regroupées (arbre 4) ou plus étalées (arbre 6). Cette observation explique les coefficients de variation intra-arbre faibles (4.8 pour le 4) ou plus élevés (8.4 pour le 6) rapportés par Ferradous (1995).

La distribution des génotypes par classe de taille des fruits tombés et par date d'observation permet de séparer les périodes d'apparition des jeunes fruits noués (2-10 mm) de la campagne en cours, des périodes de l'abscission des fruits mûrs (30 mm et plus) pour chaque génotype. On considère cependant que les tailles intermédiaires (10-30 mm) correspondent aussi bien à la chute de gros fruits immatures qu'à la sénescence des fruits mûrs de moindre calibre. Cette séparation permet de distinguer quatre groupes de génotypes par rapport à la précocité de la nouaison et de la maturation du fruit (Tableau 4):

- Le groupe des arganiers précoces (arbre 7) dont les petits fruits noués apparaissent au mois de mars de l'année de floraison et dont les fruits de l'année précédente sont mûrs groupés au mois d'avril de l'année de fructification.

- Le groupe des arbres tardifs (arbres 1, 6) dont les petits fruits noués apparaissent au mois de juillet et dont les fruits de l'année précédente sont mûrs au mois mai de l'année suivante.

- Le groupe des arbres tardifs à cycle court (2 et 5) dont un premier lot de petits fruits apparaît au mois mars et un deuxième en juin - juillet, avec des fruits mûrs étalés sur la période mars - juin de la campagne suivante. Ce groupe aurait la possibilité de fleurir deux fois au cours d'une même campagne. C'est probablement le type d'arganier chez lequel Ferradous *et al.* (1996) a rencontré des fruits de grosseurs très différentes à un moment donné. L'arbre 22 peut se rattacher à ce groupe sauf que sa première floraison serait plus tardive et que la maturation des fruits est concentrée sur le mois de mai.

- Le groupe des arbres tardifs à cycle étalé (arbres 3, 4, 23 et 26) dont les petits fruits n'apparaissent qu'aux mois de juin et de juillet et dont la chute des fruits mûrs est étalée sur la période mars - juillet. Ce groupe d'arbres aurait une floraison et une fécondation plus tardives, mais plus étalées. La période de maturation des fruits est plus large. Chez ce groupe aussi, on peut rencontrer des fruits de grosseurs différentes.

**Tableau 4. Distribution des périodes de nouaison et de maturation des fruits de dix arganiers à Aït Melloul**

Arbre	Présence de fruits noués				Présence de fruits mûrs				Longueur du cycle (mois)
	Mars	Mai	Juin	Juil.	Mars	Avril	Mai	Juin	
7	x						x		14
2	x			x	x	x	x		12 à 15
5	x		x	x	x	x	x	x	12 à 16
22		x		x				x	10 à 12
4			x	x	x	x	x		9 à 12
23			x	x	x	x	x	x	9 à 12
26			x		x	x		x	9 à 12
3			x	x		x	x	x	9 à 12
6				x		x	x	x	10 à 12
1				x				x	11

Ferradous (1995) a rencontré des arganiers beaucoup plus tardifs (maturité au mois d'août) parmi les 300 arbres qu'il a étudié notamment à Argana et à Aït Baha. On ne couvre pas toute la gamme de précocité dans ce lot d'arganiers, dont tous les fruits mûrs sont tombés avant juillet. Remarquons cependant, que même si la maturation des fruits des arbres 4 et 26 est plus étalée, les deux présentent un pic de fruits mûrs précoce au mois d'avril, tout comme l'arbre 7 dont la maturation est beaucoup plus regroupée (Tableau 2). Donc en plus des différences entre la précocité des arbres, il apparaît que les longueurs des cycles sont aussi très variables. Ainsi, on peut estimer le cycle de l'arbre 7 à 14 mois tandis que les cycles des arbres 4 et 26 peuvent se situer entre 9 et 11 mois (Tableau 4). Dans le lot d'arbres que nous avons étudiés, l'estimation des longueurs du cycle de maturation des fruits a varié entre 9 et 16 mois.

Dans cet échantillon de dix arbres on rencontre des fruits nouvellement noués depuis mars jusqu'à juillet. Cet étalement résulte probablement d'un étalement de la floraison et aboutit à un étalement de la maturation constaté sur le tableau 4. Il illustre la grande diversité disponible pour la précocité de la floraison et de la fructification ainsi

que pour la longueur du cycle fleur-fruit chez l'arganier.

#### 4. Estimation du rendement

Le pourcentage des pertes en nombre de fruits dues à la chute physiologique, qui englobent aussi bien les fruits de la récolte de cette année que ceux de la campagne prochaine, a varié de 3 % (arbre 7) à 39% (arbre 3) (Tableau 5).

La campagne 1993-94, quand cet essai a eu lieu, est caractérisée par des températures maximales mensuelles beaucoup plus élevées que la moyenne (3,6 °C en décembre, 7,6 °C en juillet et 2,6 °C en moyenne). Les mois de juin, juillet et août ont même connu une canicule les températures ayant dépassé 40 °C. Ceci s'est traduit par des températures mensuelles moyennes supérieures à la moyenne, malgré des températures minimales plus basses que la moyenne (3,1 °C en décembre, 1,2 °C en juin et 1,5 °C en moyenne). La pluviométrie était plus faible que la moyenne des 10 dernières années (164,8 /216,4 mm), même si les pluies automnales étaient précoces mais faibles et irrégulières. Les pluies hivernales printanières étaient inférieures à la moyenne. Ces conditions ne sont pas favorables au maintien des fruits sur les arganiers (Ferradou *et al.*, 1996). Dans ces conditions, l'ajustement du nombre de fruits portés par l'arbre se fait par une chute physiologique des petits fruits nouvellement noués et des fruits noués au cours de la campagne passée et qui sont en cours de maturation. L'importance de cette chute n'est pas nécessairement liée à l'importance des rendements. Ainsi, l'arbre 3 (rendement faible) et l'arbre 26 (rendement intéressant) ont eu des pourcentages de chute physiologique proches.

La production totale estimée en nombre de fruits mûrs et/ou immatures a varié dans de grandes proportions entre les dix génotypes d'Aït Melloul. Les rendements des arbres en fruits mûrs séchés ont varié de 1,52 à 22,43 kg. Le meilleur arbre producteur (22) a produit 8000 fruits environ. Cependant, les arbres 4, 23 et 26, avec des rendements très proches, ont produit moitié moins de fruits. On se rend ainsi compte du progrès potentiel remarquable de l'amélioration génétique de cette espèce dans le cas où on s'intéresserait à sa domestication en tant qu'arbre fruitier oléicole.

Parmi les 10 arbres observés, les meilleurs producteurs ont soit une floraison donc une nouaison étalée dans le temps, soit deux floraisons donc deux nouaisons distinctes (Tableau 5). Ces génotypes d'arganier ont ainsi la flexibilité qui leur permet de contourner les aléas du milieu susceptibles de perturber leur reproduction et de produire quand les conditions sont favorables. Dans ces conditions les génotypes qui ne peuvent fleurir et former des fruits qu'une fois, comme ceux dont la floraison et la nouaison sont groupées se trouvent défavorisés.

Pour une bonne production Ferradou *et al.* (1996) préconise des pluies d'au moins 100 mm en automne et des températures maximales clémentes. La pluviométrie de cette campagne était déficitaire, même si les pluies automnales étaient précoces et importantes. Les températures étaient plus élevées que la moyenne. Dans ce cas, les rendements estimés dans cet essai seraient au dessous des rendements potentiels.

**Tableau 5. Estimation de la production et des pertes des fruits de dix arganiers à Aït Melloul (après Ferradou 1995)**

Arbre	N.Fruits immatures tombés sur 0,25 (m <sup>2</sup> )	N.Fruits mûrs tombés sur 0,25 (m <sup>2</sup> )	Surface du houppier projeté (m <sup>2</sup> ) au sol	N. potentiel de fruits immatures tombés par terre	N. potentiel de fruits mûrs tombés par arbre	% estimé des pertes	P.m. du fruit desséché (g)	P. estimé de fruits mûrs desséchés par arbre (kg)
1	1	9	17.56	70.24	632.16	10.00	5.15	3.26
2	9	54.5	36.48	1313.28	7952.64	14.17	2.82	22.43
3	9.5	15	23.30	885.4	1398	38.78	4.75	6.64
4	4.5	29	36.12	650.16	4189.92	13.43	4.98	20.87
5	5.5	32	12.99	285.78	1662.72	14.67	2.86	4.76
6	1.5	33	15.07	90.42	1989.24	4.35	3.81	7.58
7	0.5	16.5	9.78	19.56	645.48	2.94	2.35	1.52
22	6	13.5	18.38	441.12	992.52	30.77	2.96	2.94
23	5.5	60	18.53	407.66	4447.2	8.40	4.35	19.35
26	6.5	13.5	56.59	1471.34	3055.86	32.50	5.20	15.89

N: nombre ; P.m : Poids moyen ; P : poids

## CONCLUSION

Deux groupes de fruits tombés selon la classe de taille sont bien distincts.

- les petits fruits objet de la chute physiologique où l'arbre ajuste le nombre des fruits selon ses potentialités nutritionnelles internes et la disponibilité en éléments externes nécessaires à sa croissance et à son développement;
- le groupe des fruits mûrs sénescents ;
- un troisième groupe de fruits de tailles intermédiaires chevauche les fruits en cours de maturation et les fruits mûrs de petites tailles.

Trois générations au moins de fruits se trouvent en présence au même moment sur cet échantillon d'arbres et parfois sur le même arbre: les fruits fécondés la campagne précédente et qui sont en cours de maturation prêts à être cueillis cette campagne; les fruits noués en début de campagne et les fruits noués plus tardivement. Ces deux dernières catégories sont destinées à mûrir au cours de la campagne prochaine.

On a ainsi pu différencier entre les arbres capables d'avoir des fruits noués une fois par campagne en mars (précoces) ou en juin (tardifs), et les arbres capables de fleurir deux fois par an et donc de porter des fruits précoces et des fruits tardifs en même temps. À un moment donné, ces derniers portent en fait quatre générations de fruits: deux générations de fruits précoces (campagnes passée et actuelle), et deux générations de fruits tardifs. Que l'arganier en question soit précoce ou tardif, ce schéma se complique encore plus selon que la floraison et donc la nouaison se présente groupée ou étalée; le cycle de maturation est long ou court; et la maturation des fruits est groupée ou étalée.

La campagne 1993-94 étant peu pluvieuse et plus chaude, les rendements estimés ne sont pas optimaux. Cependant, on a constaté une forte variabilité entre les génotypes des arbres pour le rendement, les composantes du rendement ainsi que pour l'aptitude à fleurir et nouer des fruits plusieurs fois par an dans les conditions écologiquement difficiles du sud-ouest du Maroc. Ainsi le potentiel d'amélioration de cette espèce est remarquable tant par la diversité de ses performances que par les mécanismes qui lui permettent de contourner la rigueur de son milieu.

## RÉFÉRENCES CITÉES

Chevalier M. A. (1907) Les végétaux utiles de l'Afrique Tropicale Française, troisième partie "l'Argan". Etudes Scientifiques et Agronomiques. Ed. A. Challamel, Paris: 127-159

- Dagnelie P. (1984) Théorie et Méthodes Statistiques. Applications agronomiques. Tome II, 2ème éd. Les Presses Agronomiques A.S.B.L. de Gembloux (Belgique), 464p
- Ehrig F.R. (1974) Die Arganie. Charakter, ökologie und Wirtschaftliche Bedeutung eines Tetrarreliktes in Marokko. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 114 (2): 117-125
- Ferradous A., Bani-Aameur F. & Dupuis P. (1997) Diversité génétique du fruit et de la graine de l'arganier. Pp. 310-324 *In* Ressources phytogénétiques et développement durable, Birouk A. & Rajdali M. (Eds.). Actes Editions, Rabat, 372 p
- Ferradous A. (1995) Diversité génétique de quelques caractères morphologiques du fruit et de la graine d'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). Mémoire du Diplôme des Etudes Supérieures (DES), Faculté des Sciences, Université Ibnou Zohr. Agadir. 180 p
- Ferradous A., Bani-Aameur F. & Dupuis P. (1996) Climat stationnel, phénologie et fructification de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). *Actes Inst Agron. Vét. (Maroc)* 17 : 51 - 60
- Gautier M. (1971 a) La croissance des fruits. *Arboriculture Fruitière* 211: 26-32
- Gautier M. (1971 b) Quelques problèmes posés par la fructification des arbres fruitiers: pollinisation - fécondation. *Arboriculture Fruitière* 209/210: 20-25
- Metro A. (1952) Observation préliminaire faite sur l'arganier à l'Oued Cherrate et à Dar Askraoui en vue de sélections généalogiques. *Ann. Rech. Forest. (Rabat), rapport annuel* 1952 :201-215
- M'hirit O. (1989) L'arganier une espèce fruitière forestière à usage multiple. *in* Formation Forestière Continue, thème "l'Arganier", Station de Recherches Forestière, Agadir, 13-17 mars: 31-57
- Montgomery D.C. (1984) Design and analysis of experiments. 2 Ed. John Wiley & Sons New York Chichester Brisbane Toronto Singapore, 583p.
- Pas Suarez M (1984) Competition among fruits in olives II. influence of inflorescence or fruit thinning and cross pollination on fruit set components and crop efficiency. *Acta horticulturna* 184 (149): 131 - 143
- Poli M. (1979) Étude bibliographique de la physiologie de l'alternance de production chez l'olivier (*Olea europea*). *Fruits* 34 (11): 687 - 695
- Rahali M. (1989) La production de la forêt d'Arganier *in* Formation Forestière Continue, "l'Arganier", Station de Recherches Forestières, Agadir, 13-17 mars: 68-73
- Sandret F. (1957) La pulpe d'argan: composition chimique et valeur fourragère, variation au cours de la maturation. *Ann. Rech. Forest. (Maroc)* 4: 153-177