

Caractéristiques biochimiques de quelques espèces de fruits charnus communes dans le Sahel algérois recherchées par les oiseaux frugivores

Amel MILLA^{1*}, Samia DAOUDI-HACINI², Jean-François VOISIN³ et Salaheddine
DOUMANDJI²

¹- Ecole nationale vétérinaire, El Harrach, Alger 16200, Algérie amelmilla@hotmail.com

²- Département de zoologie agricole et forestière, Institut National Agronomique, El Harrach
Alger 16200, Algérie

³- Laboratoire des Mammifères et Oiseaux, Muséum national d'histoire naturelle
Paris, France

Résumé- Dans le Sahel algérois les disponibilités en fruits diversifiés sont importantes. Il a été recensé 90 espèces de plantes à fruits charnus exotiques et indigènes appartenant à 28 familles végétales. L'échelonnement de la fructification des espèces productrices de baies durant 4 saisons, est tel que les oiseaux trouvent des fruits disponibles tout au long de l'année. Les caractéristiques biochimiques des fruits de 8 espèces de plantes les plus communes dans le Sahel algérois, sont étudiées. Leurs teneurs en eau varient entre $9,21 \pm 6,07\%$ et $86,40 \pm 1,79\%$. La catégorie la plus répandue correspondant aux fruits ayant des teneurs en eau comprises entre 50 et 75%, représentés par 22 espèces (38,6 %). Les taux en glucides fluctuent entre 21,5% pour *Phoenix canariensis* et 87,5% pour *Myrtus communis*. Quant aux lipides, ils atteignent un minimum de 9,0% dans les dattes de *Washingtonia filifera* et 31,7% dans les olives d'*Olea europaea*. Les pourcentages des protéines se situent entre 9,6% pour *Myrtus communis* et 48,4 % pour *Pistacia lentiscus*. *Olea europaea* et *Ficus retusa* restent les plus riches en calories avec respectivement 584,1 et 518,4 kcal / g, correspondant à 2441,3 et 2166,9 kJ / g. *Melia azedarach* quant à elle, possède la valeur nutritive la plus faible avec 305,3 kcal / g (1276,2 kJ / g). L'analyse de la variance révèle une différence significative entre les éléments nutritifs et les espèces de plantes.

Mots clés : Fruits charnus, teneur d'eau, glucides, lipides, protéines, Sahel algérois

Abstract- In the Sahel of algeirs the availability of diverse fruits are important. We identified 90 species of fruit-bearing plants and exotic species belonging to 28 families of plants. The timing of fruit-producing species of berries during 4 seasons is such that the birds are fruits available throughout the year. We studied the biochemical characteristics of the fruits of 8 plant species most common in the Sahel Algiers. The biochemical characteristics of the fruits are taken into account the levels of water, carbohydrates, lipids and proteins. The rate for water varies between $9.21 \pm 6.07\%$ and $86.4 \pm 1.79\%$. The most prevalent for the fruit with water levels between 50 and 75%, represented by 22 species (38.6%). Carbohydrate levels fluctuate between 21.5% *Phoenix canariensis* and 87.5% for *Myrtus communis*. As for the level of lipids they reach a minimum of 9.0% in the dates of *Washingtonia filifera* and 31.7% in olives of *Olea europaea*. The percentages of protein ranged between 9.6% for *Myrtus communis* and 48.4% for *Pistacia lentiscus*. We notice that *Olea europaea* and *Ficus retusa* are the richest in calories respectively with 584.1 and 518.4 Kcal / g. corresponding to 2441.3 and 2166.9 kJ / g. *Melia azedarach* meanwhile, has the nutritional value the lowest with 305.3 Kcal / g. corresponding to 1276.2 kJ / g. The analysis of variance revealed a significant difference between nutrients and plant species.

Keywords: Fleshy fruits, water content, carbohydrates, lipids, proteins, Sahel Algiers

Introduction

Les fruits dont le mésocarpe est charnu et succulent constituent le prix, coûteux en énergie que la plante doit payer à l'animal pour se faire disperser et que le système ne peut fonctionner que si chaque partenaire y trouve son compte. La plante nourrit l'animal qui, en retour, disperse ses graines. CHARLES-DOMINIQUE (1995) précise que les interactions plantes-animaux frugivores sont examinées sous l'angle des bilans énergétiques. Il précise que les fruits doivent être généreusement offerts aux animaux [1]. Pour cela, une partie de l'énergie disponible au niveau de la plante est allouée aux structures attractives. Ces structures sont la valeur nutritive, la coloration, la phénologie de la fructification et la distribution spatiale des plantes. Cependant, ce sont bien les fruits riches en eau et en éléments nutritifs

que les oiseaux recherchent. Leurs teneurs varient en fonction des espèces végétales, du type biologique, des saisons et de la distribution géographique. Les oiseaux ont des besoins très variables en eau. L'absorption de cet élément peut se faire en nature ou bien il est contenu dans les aliments ingérés [2, 3, 4]. En allant de l'été vers l'hiver la composition en eau et en carbohydrates des fruits diminue alors que leur teneur en lipides augmente. Les fruits de l'été sont plus aqueux et leur ingurgitation par les oiseaux compense le manque de l'eau dans la nature [5]. D'après BAIRLEIN (1996), les protéines sont le dernier élément choisi par les oiseaux après les sucres et les lipides [6]. BOSQUE et CALCHI (1983) au Venezuela, remarquent que les oiseaux choisissent les protéines plus par rapport à leurs types qu'en fonction de leurs quantités [7]. Par contre, une exception est à souligner au Venezuela où une espèce commune d'oiseau le Tangara évêque *Thraupis episcopus* préfère plutôt les fruits riches en protéines [8]. Plusieurs travaux ont été réalisés sur la composition biochimique des fruits, notamment ceux de HERRERA (1983) [9] en Espagne, de DEBUSSCHE (2002) [5] et DEBUSSCHE et ISENMANN (1989) [10] en France, de SNOW (1971) [11] et SNOW (1988) [12] en Angleterre, de COMPTON *et al.* (1996) [13] en Afrique du Sud, de KORINE *et al.* (1998) [14] dans l'Est du pourtour méditerranéen, de HAMPE et BAIRLEIN (2000) [15] en Europe centrale, de TRAVESET *et al.* (2001) [16] dans le Sud-Est de l'Alaska, et de SCHAEFER *et al.* (2003) [7] et SCHAEFER et SCHAEFER (2006) [17] au Venezuela.

1.- Méthodologie

Les aliments se composent d'eau et de matière sèche, celle-ci comportant des matières minérales et des matières organiques, lesquelles peuvent être des glucides, des lipides ou des protéines [18]. La valeur nutritive des aliments dépend de leur composition biochimique, et c'est pourquoi il est dosé chacun de ces composés dans les fruits consommés par les oiseaux dans le Sahel algérois à l'aide de différentes méthodes. La teneur en eau d'un aliment est, par convention, la perte de masse qu'il subit en étant maintenu dans des conditions déterminées de dessiccation à $103\pm 1^\circ\text{C}$. pendant 4 heures dans une étuve [18]. La teneur en matière sèche des différents aliments est déterminée conventionnellement par le poids de ces aliments après dessiccation dans une étuve [18]. L'azote total ou les protéines brutes est dosé par la méthode de Kjeldahl: l'azote organique est minéralisé par l'acide sulfurique. Puis le sulfate d'ammonium ainsi formé est déplacé par la soude et dosé par titrimétrie [18]. Les matières grasses brutes correspondent aux substances extraites sous reflux par un solvant [18]. La détermination des sucres totaux est réalisée par la méthode de Dubois. Le principe en un dosage des oses et des hexoses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré. En présence de ces deux réactifs, les oses donnent une couleur jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides.

2.- Résultats

Dans cette étude, elles sont traitées les composantes biochimiques des fruits de quelques espèces retrouvées dans le Sahel algérois. Il s'agit de la teneur en eau, en glucides, en protéines et en lipides des fruits.

2.1.- Teneur en eau des fruits charnus

Les teneurs en eau des fruits et des fleurs charnus du Sahel et le Littoral algérois sont représentées dans le tableau I.

Les teneurs en eau de 57 espèces de fruits et de fleurs charnus répandues dans le Sahel algérois (Tab. I), sont calculées. La teneur en eau varie entre $9,21\pm 6,07\%$ chez *Schinus molle*

et $86,4 \pm 1,79\%$ chez *Dracaena draco*. *Salpichroa origanifolia* renferme également une teneur en eau élevée avec $86,3 \pm 2,14\%$.

Tableau I- Teneurs en eau des fruits charnus exprimées en pourcentages
(- : Absence de données)

Espèces	Teneurs en eau (%)	Espèces	Teneurs en eau (%)
<i>Juniperus phoenicea</i>	-	<i>Prunus pisardi</i>	-
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-	<i>Pyracantha coccinea</i>	$74,94 \pm 0,08$
<i>Asparagus acutifolius</i>	-	<i>Raphiolepis indica</i>	-
<i>Asparagus falcatus</i>	$72,84 \pm 3,47$	<i>Raphiolepis ovata</i>	-
<i>Asparagus plumosus</i>	$63,33 \pm 1,04$	<i>Rosa gallica</i>	$47,00 \pm 2,71$
<i>Asparagus sprengeri</i>	$71,70 \pm 1,47$	<i>Rosa canina</i>	$87,21 \pm 5,99$
<i>Smilax aspera</i>	$18,61 \pm 1,96$	<i>Rubus ulmifolius</i>	$73,49 \pm 0,88$
<i>Ruscus hypophyllum</i>	$61,38 \pm 4,43$	<i>Eugenia jambolana</i>	-
<i>Ruscus aculeatus</i>	-	<i>Eugenia uniflora</i>	$56,44 \pm 1,52$
<i>Dracaena draco</i>	$86,41 \pm 1,79$	<i>Eugenia cayeuxi</i>	-
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	$35,91 \pm 5,71$	<i>Feijoa sellowiana</i>	-
<i>Chamaerops humilis</i>	$40,29 \pm 9,83$	<i>Myrtus communis</i>	$75,71 \pm 0,01$
<i>Corypha australis</i>	-	<i>Punica granatum</i>	$80,00 \pm 2,51$
<i>Kentia forsteriana</i>	-	<i>Bryonia dioica</i>	$49,66 \pm 13,14$
<i>Latania borbonica</i>	-	<i>Hedera helix</i>	$65,44 \pm 1,25$
<i>Phoenix canariensis</i>	$64,95 \pm 2,82$	<i>Meryta denhamii</i>	-
<i>Phoenix dactylifera</i>	-	<i>Lonicera implexa</i>	-
<i>Sabal umbraculifera</i>	$38,74 \pm 2,14$	<i>Lonicera japonica</i>	-
<i>Washingtonia filifera</i>	$29,98 \pm 4,28$	<i>Viburnum tinus</i>	$22,46 \pm 2,32$
<i>Washingtonia robusta</i>	$20,92 \pm 1,15$	<i>Arbutus unedo</i>	$44,63 \pm 3,23$
<i>Aberia caffra</i>	-	<i>Diospyros kaki</i>	-
<i>Pittosporum tobira</i>	$48,92 \pm 1,58$	<i>Jasminum fruticans</i>	-
<i>Casimiroa edulis</i>	-	<i>Jasminum primulinum</i>	-
<i>Citrus aurantium</i>	-	<i>Ligustrum japonicum</i>	$61,13 \pm 0,82$
<i>Murraya exotica</i>	$66,72 \pm 1,59$	<i>Olea europaea</i>	$53,94 \pm 1,60$
<i>Melia azedarach</i>	$25,45 \pm 3,32$	<i>Phillyrea angustifolia</i>	$62,02 \pm 1,43$
<i>Evonymus japonicus</i>	-	<i>Cordia domestica</i>	$76,74 \pm 1,81$
<i>Rhamnus alaternus</i>	$56,52 \pm 1,58$	<i>Cordia arborea</i>	$81,72 \pm 0,68$
<i>Zizyphus jujuba</i>	$54,51 \pm 3,27$	<i>Salpichroa</i>	$86,34 \pm 2,14$
<i>Vitis vinifera</i>	$79,71 \pm 7,14$	<i>Solanum nigrum</i>	$77,97 \pm 1,76$
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	$76,35 \pm 1,59$	<i>Solanum sodomaeum</i>	$76,89 \pm 1,07$
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	$10,81 \pm 2,66$	<i>Iochroma tubulosa</i> (*)	$49,88 \pm 1,66$
<i>Sapindus utilis</i>	-	<i>Duranta plumieri</i>	$77,72 \pm 0,85$
<i>Corynocarpus sp.</i>	$41,79 \pm 2,88$	<i>Lantana camara</i>	$58,92 \pm 3,55$
<i>Pistacia atlantica</i>	$63,15 \pm 5,18$	<i>Laurus nobilis</i>	-
<i>Pistacia lentiscus</i>	$50,74 \pm 2,89$	<i>Celtis australis</i>	$28,13 \pm 3,81$

<i>Pistacia terebenthus</i>	21,47 ± 2,47	<i>Ficus carica</i>	81,27 ± 2,90
<i>Pistacia vera</i>	39,76 ± 7,59	<i>Ficus elastica</i>	-
<i>Schinus dependens</i>	-	<i>Ficus macrophylla</i>	50,84 ± 15,96
<i>Schinus molle</i>	9,21 ± 6,07	<i>Ficus retusa</i>	50,99 ± 6,75
<i>Schinus terebenthifolius</i>	12,87 ± 1,43	<i>Ficus rubiginosa</i>	70,44 ± 2,04
<i>Crataegus oxyacantha</i>	-	<i>Maclura pomifera</i>	-
<i>Crataegus monogyna</i>	58,54 ± 2,27	<i>Morus alba</i>	80,26 ± 2,48
<i>Cotoneaster racimosa</i>	-	<i>Morus nigra</i>	83,26 ± 2,15
<i>Eriobotrya japonica</i>	-	<i>Opuntia ficus indica</i>	-
		57	

Tableau II- Catégories de teneur en eau des fruits et des fleurs charnus dans le Sahel algérois
(N: nombres des espèces; % : pourcentages)

Teneurs en eau (%)	Sahel algérois	
	N	%
< 25 %	7	12,28
25 % - 50 %	13	22,81
50 % - 75 %	22	38,60
> 75 %	15	26,32
Total	57	100

Les fruits et les fleurs charnus sont répartis entre 4 catégories en fonction de leurs teneurs en eau (Tab. II). La catégorie 1 englobe les fruits et fleurs charnus ayant une teneur en eau inférieure à 25 %, la catégorie 2 entre 25 et 50 %, la catégorie 3 entre 50 et 75 % et la catégorie 4 supérieure à 75 %. La catégorie 3 est la plus répandue correspondant à 22 espèces (38,6 %). Elle est suivie par la catégorie 4 représentant 15 espèces (26,3 %), par la catégorie 2 avec 13 espèces (22,8 %) et enfin par la catégorie 1 avec 7 espèces (12,3 %).

Dans les six stations d'étude, les fruits et les fleurs charnus qui ont des teneurs en eau comprises entre 50 et 75% sont importants (Tab. III). On retrouve dans la forêt de Bâinem 13 espèces sur 28 (46,4%), dans la station de Tixeraine 13 espèces sur 30 (43,3%), dans le centre cynégétique de Zéralda 14 espèces sur 37 (37,8%), dans le Marais de Réghaïa 13 espèces sur 33 (39,4%), dans les jardins de l'institut national agronomique d'El Harrach (Algérie) 22 espèces sur 55 (40%) et dans le Jardins d'essai du Hamma 22 espèces sur 55 (40%). Ils sont suivis par les fruits ayant plus de 75% d'eau dans la forêt de Bâinem avec 9 espèces sur 28 (32,1%), dans la station de Tixeraine 11 espèces sur 30 (36,7%), dans le centre cynégétique de Zéralda 12 espèces sur 37 (32,4%), dans le Marais de Réghaïa 11 espèces sur 33 (33,3%) et dans les jardins de l'institut national agronomique d'El Harrach 15 espèces sur 55 (27,3%). Dans le Jardin d'essai du Hamma, les fruits et les fleurs ayant une teneur en eau entre 25 et 50% et 50 et 75% viennent en deuxième position avec 13 espèces pour chaque catégorie sur 55 (23,6%). Par contre dans le maquis de Saoula, les deux catégories ayant une teneur en eau entre 50 et 75% et plus de 75% viennent en première position avec chacune 9 espèces sur 22 (40,9%).

Tableau III - Catégories de teneur en eau des fruits et des fleurs charnus dans les différentes stations du Sahel algérois (FB: Forêt de Bainem; Sa: Saoula; Tx: Tixeraine; CZ: Centre cynégétique de Zéralda; MR: Marais de Réghaïa; INA: Institut national agronomique d'El Harrach; JD: Jardin d'essai du Hamma; N: Nombres de cas; %: Fréquences centésimales)

Teneurs en eau (%)	FB		Sa		Tx		CZ		MR		INA		JD	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
< 25 %	3	10,71	1	4,55	2	6,67	3	8,11	3	9,09	7	12,73	7	12,73
25 % - 50 %	3	10,71	3	13,64	4	13,33	8	21,62	6	18,18	11	20	13	23,64
50 % - 75 %	13	46,43	9	40,91	13	43,33	14	37,84	13	39,39	22	40	22	40
> 75 %	9	32,14	9	40,91	11	36,67	12	32,43	11	33,33	15	27,27	13	23,64
Totaux	28	100	22	100	30	100	37	100	33	100	55	100	55	100

2.2.- Composition en glucides, en protéines et en lipides des fruits charnus du Sahel algérois

Les teneurs en glucides, en lipides et en protéines de 8 espèces retrouvées dans le présent travail sont calculées par rapport à leur matière sèche (Tab. IV). L'importance relative de la matière sèche varie entre 24,3% pour *Myrtus communis* et 74,6% pour *Washingtonia robusta*. Les teneurs en glucides fluctuent entre 21,5% pour *Phoenix canariensis* et 87,5% pour *Myrtus communis*. Quant aux taux de lipides, ils atteignent un minimum de 9,0% dans les fruits de *Washingtonia filifera* et 31,7% dans les olives d'*Olea europaea*. Les pourcentages des protéines se situent entre 9,6% pour *Myrtus communis* et 48,4% pour *Pistacia lentiscus*.

Tableau IV- Teneurs en matière sèche, en glucides, en lipides et en protéines de huit espèces communes dans le Sahel algérois

Espèces	Matière sèche (%)	Glucides (%)	Lipides (%)	Protéines (%)
<i>Phoenix canariensis</i>	36,59	21,5	23,69	20,98
<i>Washingtonia robusta</i>	74,62	24,4	16,62	34,15
<i>Washingtonia filifera</i>	74,38	23,6	8,96	35,09
<i>Melia azedarach</i>	74,55	31,3	13,68	18,53
<i>Pistacia lentiscus</i>	49,26	27,5	17,73	48,36
<i>Olea europaea</i>	46,06	66,5	31,70	18,75
<i>Myrtus communis</i>	24,29	87,5	16,76	9,55
<i>Ficus retusa</i>	68,69	40,4	16,02	18,09

Il se remarque que *Olea europaea* et *Ficu retusa* sont les plus riches en calories avec respectivement 584,1 et 518,4 kcal /g. correspondant à 2441,3 et 2166,9 kJ /g. *Melia azedarach* quant à elle possède la valeur nutritive la plus faible avec 305,3 kcal /g. correspondant à 1276,2 kJ /g (Tab. V).

Tableau V- Estimation des valeurs énergétiques de 8 espèces de fruits dans le Sahel algérois

Espèces	Glucides	Lipides	Protéines	Total	kJ / g
<i>Phoenix canariensis</i>	70,52	213,21	90,21	373,94	1563,07
<i>Washingtonia robusta</i>	79,95	149,58	146,85	376,38	1573,27
<i>Washingtonia filifera</i>	77,49	80,64	150,89	309,02	1291,70
<i>Melia azedarach</i>	102,5	123,12	79,68	305,3	1276,15
<i>Pistacia lentiscus</i>	90,2	159,57	207,95	457,72	1913,27
<i>Olea europaea</i>	218,12	285,3	80,63	584,05	2441,33
<i>Myrtus communis</i>	287,0	150,84	41,07	478,91	2001,84
<i>Ficus retusa</i>	296,43	144,18	77,79	518,4	2166,91

3.- Discussion

3.1- Teneur en eau des fruits charnus

La présente étude a permis de constater que les plantes à fruits qui renferment des teneurs élevées en eau comprises entre 50 et 75%, sont fortement représentées (38,6%) dans le milieu d'étude. Même ceux qui contiennent plus de 75% d'eau au Sahel et au Littoral algérois correspondent à un pourcentage égal à 26,3% (Tab. I). Dans la région méditerranéenne, DEBUSSCHE *et al.* (1987) remarquent que les fruits renferment entre 16 et 90% d'eau et que cette teneur varie au cours des saisons. Selon ces mêmes auteurs, elle est forte en été et plus faible en hiver, soit 81% en été, 67% en automne et 43% en hiver [5]. Les fruits de l'été sont donc plus aqueux et leur ingurgitation par les oiseaux compense le manque de l'eau dans la nature. TEWKSBURY (2002) signale que les animaux frugivores cherchent de l'eau dans les fruits [4]. Les oiseaux frugivores consomment la pulpe du fruit, ils y trouvent des éléments nutritifs et de l'eau. D'après MAYAUD (1952) et DORST (2002), les oiseaux ont des besoins très variables en eau [2,3]. L'absorption de cet élément peut se faire directement dans la nature ou bien les oiseaux le retrouvent dans les aliments ingérés. La teneur en eau peut varier en fonction des familles botaniques. C'est un fait signalé par DEBUSSCHE et ISENMANN (1989) [10]. Ils notent une teneur inférieure à 65% chez les Rosacées, entre 65 et 73% chez les Caprifoliacées, entre 74 et 82% chez les monocotylédones et plus de 82% chez d'autres familles. A l'est de la Méditerranée, les fruits renferment entre 13,0 et 87,3% d'eau [14]. Ces auteurs ajoutent que les oiseaux recherchent les fruits ayant $65,8 \pm 16,2\%$ d'eau et que les chauves-souris préfèrent ceux qui contiennent $59,1 \pm 28,1\%$ d'eau. Cette teneur varie également en fonction du type biologique des plantes, de leur répartition géographique et de la couleur du fruit. A cet effet, DEBUSSCHE *et al.* (1987) remarquent que les plantes herbacées tendent à avoir des fruits plus aqueux. Ils indiquent également que les plantes à répartition strictement méditerranéenne ont des fruits moins aqueux que ceux à large répartition ou que ceux qui sont rares dans l'aire méditerranéenne [5]. En effet la teneur en eau de *Myrtus communis* est de 65% chez les fruits bleus et de 69% chez les fruits blancs [16], tandis que celle des figues des *Ficus* sp. qui sont fréquents mais dispersés en Afrique du Sud, est égale à 87,2% [13]. Dans le même sens, les fruits de la bourdaine *Frangula alnus* (Rhamnaceae) renferment $82,5 \pm 1,8\%$ d'eau dans le Sud de la Péninsule Ibérique et entre $84,5 \pm 1,8\%$ et $86,2 \pm 1,4\%$ d'eau en Europe centrale [15]. Dans le Sud de la Grande Bretagne, SNOW et SNOW (1996) retrouvent des fruits avec une teneur en eau comprise entre 72 et 85% [12].

3.2.- Teneur en glucides des fruits charnus

La teneur en glucides ou en sucres totaux dans les fruits communs dans le Sahel algérois varie entre 21,5 et 87,5% (Tab. IV). La teneur en sucres peut varier également en fonction de la distribution géographique, des saisons et du type biologique. Pour ce qui est de la distribution géographique, SNOW et SNOW (1996) remarquent dans la partie méridionale de la Grande Bretagne, que les taux des sucres solubles varient entre 37,1 et 93,5% [12]. Il est à constater que dans une même région les taux de sucres contenus varient beaucoup d'un type de fruit à un autre. Dans l'Est du pourtour méditerranéen où KORINE *et al.* (1998) indiquent que les pourcentages des sucres fluctuent entre 19,9 et 88,5% et que les oiseaux choisissent des fruits ayant $63,7 \pm 27,3\%$ de sucres, alors que les chauves-souris frugivores recherchent ceux qui en renferment $80,6 \pm 7,9\%$ [14]. SCHAEFER *et al.* (2003) rapportent qu'au Venezuela les oiseaux sont capables de détecter une différence de 1% de sucres et de 2% de lipides [7]. Ces variations en teneurs de glucides sont importantes même dans un pays froid comme le Sud-Est de l'Alaska où TRAVASET *et al.* (2004) signalent que les fruits renferment des taux de sucres allant de 0,7 à 86,4 mg, ce qui correspond à 3,7 et 43,2% [19]. HAMPE et BAIRLEIN (2000) ont étudié les éléments nutritifs de *Frangula alnus* dans le Sud de la Péninsule Ibérique et en Europe centrale [15]. Ils ont analysé le taux du glucose et du fructose. Des teneurs de $25,9 \pm 3,1\%$ de glucose et de $25,8 \pm 3,4\%$ de fructose ont été notés dans la Péninsule Ibérique, alors que des teneurs allant de 20,9 3,0% et $15,2 \pm 2,1\%$ de glucose et de $26,8 \pm 3,5\%$ et $22,0 \pm 2,9\%$ de fructose ont été retrouvées en Europe centrale. Pour ce qui concerne l'influence des saisons, DEBUSSCHE *et al.* (1987) notent qu'en allant de l'été vers l'hiver, la composition en carbohydrates des fruits diminue, constatation confirmée par TRAVESET *et al.* (2004) dans le sud-est de l'Alaska [5, 19]. Le type biologique des fruits intervient aussi. Les teneurs en sucres varient d'une espèce de plante à une autre. Précisément dans la région méditerranéenne, DEBUSSCHE et ISENMANN (1989) notent que les taux de sucres fluctuent en fonction des familles botaniques [10]. Ils sont inférieurs à 29% chez les Rosaceae, entre 29 et 49% chez les Caprifoliaceae et supérieurs à 49% chez les Monocotylédones. Debussche *et al.* (1987) remarquent également que chez les plantes herbacées tendent à avoir des fruits avec des quantités de carbohydrates plus grandes que chez les ligneux [5]. Les teneurs en glucides fluctuent également en fonction de la couleur des fruits. Effectivement, Traveset *et al.* (2001) travaillant, sur les compositions chimiques de *Myrtus communis*, soulignent le fait que les pourcentages des sucres varient en fonction de la couleur des fruits [16]. Ils sont de 48,2% chez les fruits bleus et 44,4% chez les fruits blancs. De même, chez *Goupia glabra* au Venezuela, les fruits noirs sont plus riches en sucres que les fruits rouges et verts [17]. BAIRLEIM (1996), TEWKSBARY (2002) et SCHAEFER *et al.* (2003) indiquent que les oiseaux recherchent dans les fruits en premier lieu les glucides, puis les lipides et enfin les protéines [6, 4 et 7].

3.3.- Teneur en lipides des fruits charnus

Dans la présente étude les teneurs en lipides varient entre 9,0 % et 31,7 % (Tab. IV). Plusieurs auteurs montrent l'influence des saisons sur le taux de matières grasses contenues dans les fruits. HERRERA (1983), en Espagne signale que les fruits riches en matières grasses se retrouvent surtout entre octobre et mars [9]. Il ajoute qu'en été tous les fruits ont une teneur inférieure à 5% de lipides. En automne, la majorité des fruits ont également une teneur en lipides inférieure à 5%, à l'exception de *Pistacia terebenthus* qui en renferme entre 40 et 80%. En hiver, la majorité des fruits ont des teneurs en lipides supérieures à 5%, à l'exception de *Myrtus communis* qui en contient 5% de lipides. De même d'après DEBUSSCHE *et al.* (1987) la teneur en lipides varie entre 1 et 61%, et qu'elle augmente de l'été vers l'hiver [5]. En Algérie, YOUSFI *et al.* (2003) ont étudié les acides gras des graines

de *Pistacia atlantica* et trouvent une prédominance des acides gras oléiques et palmitiques [20]. Ils ajoutent que les acides gras libres et totaux sont caractérisés principalement par des acides gras insaturés. DEBUSSCHE et ISENMANN (1989) dans la région méditerranéenne remarquent que la teneur en lipides varie en fonction des familles botaniques [10]. Ils trouvent un taux inférieur à 2% chez les Rosaceae, entre 2 et 10% chez les Caprifoliaceae et plus de 10% chez les Monocotylédones. Ces teneurs varient en fonction des régions biogéographiques. Effectivement, KORINE *et al.* (1987) dans l'est de la Méditerranée, indiquent que la teneur en lipides varie entre 0,2 et 56,8% et que les oiseaux choisissent les fruits qui renferment $18,6 \pm 23,4\%$ de lipides alors que les chauves-souris préfèrent des fruits qui contiennent seulement $2,3 \pm 1,3\%$ [14]. HAMPE et BAIRLEIN (2000) trouvent que le taux de lipides chez la bourdaine (*Frangula alnus*, Rhamnaceae) varie d'une région à l'autre [15]. Il est de $2,4 \pm 0,7\%$ dans la Péninsule Ibérique et de $2,8 \pm 1,0$ et $2,7 \pm 0,8\%$ en Europe centrale. SNOW et SNOW (1988) notent des teneurs en lipides qui fluctuent entre 0,2 et 35,8% dans la même région [12]. Cette valeur varie également en fonction de la couleur du fruit. SCHAEFER et SCHAEFER (2006) au Venezuela, remarquent pour la Kopie *Goupia glabra* (Celastracées) que la teneur en lipides est plus élevée dans les fruits noirs que dans ceux qui sont verts [17].

3.4.- Teneur en protéines des fruits charnus

Pour ce qui est des protéines, il est retrouvé dans le Sahel algérois des teneurs variant entre 9,6 et 48,4% (Tab. IV). Selon DEBUSSCHE *et al.* (1987) les teneurs en protéines fluctuent entre 1 et 16% et qu'elles sont plus élevées pour les plantes herbacées que pour les ligneux [5]. Les fruits d'été sont plus riches en protéines que les fruits mûrs d'automne et d'hiver. D'après BAIRLEIN (1996), les protéines sont le dernier élément choisi par les oiseaux après les sucres et les lipides [6]. Ils complètent le manque de ces derniers par l'ingurgitation de protéines. SCHAEFER *et al.* (2003a) au Venezuela, remarquent que les oiseaux choisissent les protéines plus par rapport à leurs types qu'en fonction de leurs quantités [7]. Une exception est à souligner au Venezuela où une espèce commune d'oiseau le Tangara évêque *Thraupis episcopus* préfère plutôt les fruits riches en protéines [8]. DEBUSSCHE et ISENMANN (1989) dans la région méditerranéenne remarquent que la teneur en protéines varie en fonction des familles botaniques [10]. Ils trouvent un taux inférieur à 4% chez les Rosacées, entre 4 et 5% chez les Caprifoliacées et plus de 5% chez les Monocotylédones. La teneur en protéines varie en fonction des régions géographiques. Pour KORINE *et al.* (1998), dans l'est de la Méditerranée, la teneur en protéines varie entre 1,1 et 8,4% [14]. Selon ces auteurs les oiseaux choisissent les fruits qui renferment $4,8 \pm 1,3\%$ de protéines, préférence comparable à celle des chauves-souris qui recherchent les fruits qui en contiennent $4,7 \pm 1,3\%$. SNOW (1971) en grande Bretagne, précise que les teneurs en protéines varient entre 0 et 8% [11]. Pourtant SNOW et SNOW (1988) notent des teneurs en protéines comprises entre 1,0 et 27,7% dans la même région [12]. HAMPE et BAIRLEIN (2000) montrent précisément que le taux de protéines chez *Frangula alnus* varie d'une région à l'autre [15]. Il est de $4,3 \pm 0,6\%$ dans la Péninsule Ibérique et se situe entre $5,8 \pm 1,2$ et $8,9 \pm 1,1\%$ en Europe centrale. La teneur en protéines dépend également de la couleur du fruit. En effet, TRAVESET *et al.* (2001) remarquent pour *Myrtus communis*, la teneur en protéines est plus élevée dans les fruits bleus (3,0%) que dans les fruits blancs (2,3%). En plus des glucides, des lipides et des protéines importants dans la composition chimique des fruits, on retrouve également des caroténoïdes [21] et des éléments minéraux comme le calcium, le magnésium, le potassium, le sodium, le phosphore, le fer, le cuivre, le zinc et le manganèse [16, 22].

3.5.- Estimation des valeurs énergétiques des fruits charnus

Pour ce qui concerne les valeurs énergétiques, les fruits analysés dans la présente étude renferment entre 305,3 et 584,1 kcal/g (Tab. V). D'après SNOW et SNOW (1988) dans le sud-est de la Grande Bretagne, l'énergie apportée par les fruits varie entre 2,9 et 4,8 kcal/g. Selon TRAVESET *et al.* (2004), la valeur nutritive change au cours des saisons [19]. Ils ajoutent que les espèces ayant une grande énergie calorique sont des Rosaceae comme *Rosa nutkana*, *Malus fusca*, *Rubus chameemorus* et *Rubus spectabilis*. SCHAEFER *et al.* (2003b) précisent que les oiseaux cherchent dans les fruits une source d'énergie qui est représentée le plus souvent par des sucres et les lipides [23]. On peut dire que la composition chimique des fruits varie en fonction de plusieurs paramètres liés à la plante et à sa distribution géographique, mais non liés aux pressions exercées par les oiseaux frugivores.

4.- Conclusion

Les caractères biochimiques des fruits pris en considération sont les teneurs en eau, en glucides, en lipides et en protéines. Le taux en eau varie entre 9,21±6,07% et 86,4±1,79%. La catégorie la plus répandue correspondant aux fruits ayant des teneurs en eau comprises entre 50 et 75%, représentés par 22 espèces (38,6%). Les teneurs en glucides fluctuent entre 21,5% pour *Phoenix canariensis* et 87,5% pour *Myrtus communis*. Quant aux taux de lipides ils atteignent un minimum de 9,0% dans les dattes de *Washingtonia filifera* et 31,7% dans les olives d'*Olea europaea*. Les pourcentages des protéines se situent entre 9,6% pour *Myrtus communis* et 48,4% pour *Pistacia lentiscus*. On remarque que *Olea europaea* et *Ficu retusa* sont les plus riches en calories avec respectivement 584,1 et 518,4 kcal/ g correspondant, à 2441,3 et 2166,9 kj / g. *Melia azedarach* quant à elle, possède la valeur nutritive la plus faible avec 305,3 kcal/ g correspondant, à 1276,2 kj /g. L'analyse de la variance révèle une différence significative entre les éléments nutritifs et les espèces de plantes.

Références bibliographiques

- [1] Charles-Dominique P., 1995. Interactions plantes-animaux frugivores, conséquences sur la dissémination des graines et la régénération forestière. *Revue Ecologique (Terre et Vie)*, vol. 50 (3): 223-235.
- [2] Mayaud N., Alimentation, cité par Grasse P.P., 1950. *Traité de zoologie "les oiseaux"*. Ed. Masson et Cie., Paris, T. 15: 654-688.
- [3] Dorst J., 1971. *La vie des oiseaux*. Ed. Bordas, Paris, T. 1, 382 p.
- [4] Tewksbury J. J., 2002. Fruits, frugivores and the evolutionary arms race. *New Phytologist*, Vol. 156 (2): 137-144.
- [5] Debussche M., Cortez J. and Rimbault I., 1987. Variation in fleshy fruit composition in the Mediterranean region: the importance of ripening season, life-forme, fruit type and geographical distribution. *Oikos*, vol. 49 (3): 244-252.
- [6] Bairlein F., 1996, Fruit-Eating in birds and its nutritional consequences. *Comp. Biochem. Physiol.*, vol. 113 A (3): 215-224.
- [7] Schaefer H. M., Schmidt V. and Bairlein F., 2003a, Discrimination abilities for nutrients: which difference matters for choosy birds and why? *Animal behaviour*, vol. 65 (3): 531-541.
- [8] Bosque C. and Calchi R., 2003. Food choice by Blue-gray Tanagers in relation to protein content. *Comparative Biochemistry and Physiology*, vol.135 (A): 321-327.
- [9] Herrera C. M., 1983. Coevolución de plantas y frugivoros: la invernada mediterranea de algunos passeriformes. *Alytes*, vol. 1 (2): 177-190.
- [10] Debussche M. and Isenmann P., 1971. 1989. Fleshy fruit characters and the choices of

- bird and mammal seed dispersers in a Mediterranean region. *Oikos*, vol.56 (3): 327-338.
- [11] Snow D. W., Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis*, vol. 113 (2): 194-202.
- [12] Snow B. and Snow D., 1988. Birds and berries. Ed. T & A. D. Poyser, Calton, 268 p.
- [13] Compton S. G., Craig A. J. F. K. and Waters I. W. R., 1996. Seed dispersal in an African fig tree: birds as high quality, low quality dispersers? *J. Biogeography*, vol. 23 (4): 553-563.
- [14] Korine C., Izhaki I. and Arad Z., 1998. Comparison of fruit syndromes between the Egyptian fruit-bat (*Rousettus aegyptiacus*) and birds in East Mediterranean habitats. *Acta Oecologica*, vol.19 (2): 147-153.
- [15] Hampe A. and Bairlein F., 2000. Modified dispersal-related traits in disjunct populations of bird-dispersed *Frangula alnus* (Rhamnaceae): a result of its quaternary distribution shifts?. *Ecography*, vol. 23 (5): 603-613.
- [16] Traveset A., Riera N. and Mas R. E., 2001. Ecology of fruit-colour polymorphism in *Myrtus communis* and differential effects of birds and mammals on seed germination and seedling growth. *J. Ecology*, vol. 89 (4): 749-760.
- [17] Schaefer H. M. and Schaefer V., 2006. The fruits of selectivity: how birds forage on *Goupia glabra* fruits of different ripeness. *J. Ornithology*, vol. 147 (3): 638-643.
- [18] Jarrige R., 1989. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. Institut national de la recherche agronomique (I.N.R.A.), Paris, 471 p.
- [19] Traveset A., Wilson M. F. and Verdu M., 2004. Characteristics of fleshy fruits in Southeast Alaska : phylogenetic comparison with fruits from Illinois. *Ecography*, vol. 27 (1): 41-48.
- [20] Yousfi M., Nedjemi B., Belal R. et Benbertal D., 2003. Etude des acides gras d'huile de fruit de pistachier de l'Atlas algérien. Fiche technique, vol. 10 (5/6) : 425-427.
- [21] Fraser P. D. and Bramley P. M., 2004. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in lipid research*, vol.43 (3): 228-265.
- [22] Madejón P., Marañón T. and Murillo J. M., 2006. Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. *Science of the total environment*, vol. 355 (1/3): 187-203.
- [23] Schaefer H. M., Schmidt V. and Winkler H., 2003b. Testing the defense trade-off hypothesis: how contents of nutrients and secondary compounds affect fruit removal. *Oikos*, vol. 102 (2): 318-328.