



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

**REVUE AGRICULTURE**

Revue home-page: <http://revue-agro.univ-setif.dz/>



## Propriétés chimiques, activité antioxydante et fermentation ruminale de *Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia* en vue de leurs utilisation en alimentation animale

H. Selmi<sup>1</sup>, A. Dhifallah<sup>1</sup>, O. Hammami<sup>2</sup>, S. Jedidi<sup>1</sup> et H. Rouissi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Sylvo-Pastoral, Tabarka – Tunisie ([houcine\\_selmi@live.fr](mailto:houcine_selmi@live.fr))

<sup>2</sup> Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, Tunisie

### ARTICLE INFO

Historique de l'article

Reçu : 03/05/2019

Accepté : 01/07/2019

**Keywords :** shrubs, in vitro fermentation, secondary metabolites, antioxidant activity, dietary values

**Mots clés :** arbustes, fermentation in vitro, métabolites secondaires, activité antioxydante, valeurs alimentaires

### ABSTRACT

The breeding of small ruminants plays a key role in food security and especially in the income of small livestock farmers. However, the availability of good quality fodder has become increasingly rare hence the need to look for new food strategies. In this context, three shrubs: *Calycotum villosa*, *Smilax aspera* and *Phillyrea latifolia* collected in winter in the Tabarka region were analyzed to determine their chemical composition (MS, MM, MAT, ADF, NDF, CB, HC), their concentrations. antinutritional substances (total polyphenols, Flavonoids and condensed tannins), as well as the prediction of their dietary values (UFL, PDIE and DINP). The fermentation of the substrates is studied by the technique of gas production in vitro in the goat species. The results found that among the three shrubs studied *Phillyrea latifolia* occupies the first position of point of view food values (0.94 UFL) and antioxidant activity (IC<sub>50</sub> = 20µg / ml). Thus, for concentrations of antinutrients the *Phillyrea latifolia* is characterized by the highest contents of Polyphenols, flavonoids and condensed tannins respectively (43µg EAG / g MS), (2.94 mg EQ / g MS) and (17.33 mg ECAT / gMS). However, *Calycotum villosa* is the most digestible shrub with the highest values of volatile fatty acids and digestibility of the OM (dMO = 142.46%) while *Phillyrea latifolia* is the last for these parameters.

### RESUME

L'élevage des petits ruminants joue un rôle primordial dans la sécurité alimentaire et notamment dans le revenu des petits éleveurs. Cependant la disponibilité de fourrage de bonne qualité est devenue de plus en plus rare d'où la nécessité de chercher des nouvelles stratégies alimentaires. Dans ce cadre, trois arbustes : *Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia* prélevés en hiver dans la région de Tabarka ont été analysés afin de déterminer leurs composition chimique (MS, MM, MAT, ADF, NDF, CB, HC), leurs concentrations en substances antinutritionnels (polyphénols totaux, Flavonoïdes et tanins condensés), ainsi que la prédiction de leurs valeurs alimentaires (UFL, PDIE et PDIN). La fermentation des substrats est étudiée par la technique de production de gaz in vitro chez l'espèce caprine. Les résultats trouvés ont montré que parmi les trois arbustes étudiés le *Phillyrea latifolia* occupe la première position de point de vu valeurs alimentaires (0.94 UFL) et activité antioxydante (IC<sub>50</sub>= 20µg/ml). Ainsi, pour les concentrations en substances antinutritionnels le *Phillyrea latifolia* est caractérisé par les teneurs en Polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés les plus élevés respectivement (43µg EAG/g MS), (2.94 mg EQ/g MS) et (17.33 mg

ECAT/gMS). Cependant, le *Calycotum villosa* est l'arbuste la plus digestible elle présente les valeurs les plus importantes en acides gras volatils et digestibilité de la MO (dMO=142.46%) alors que le *Phillyrea latifolia* occupe la dernière position pour ces paramètres.

## 1. Introduction

Les Caprins représentent une source importante d'aliments pour l'homme. En effet, ils ingèrent certaines espèces végétales (plantes fourragères) dont l'homme ne peut pas en tirer profit directement grâce à leur spécificité digestive en présence des microorganismes de type B dont leur rôle est de digérer les fibres (Rouissi, 1994). Cet intermédiaire si important a toujours été l'objet des recherches scientifiques dans le but de bien comprendre le fonctionnement de son organisme afin de mieux répondre à ses besoins (Selmi et al., 2013). Dans la plupart des pays méditerranéens, la qualité des fourrages conservés est mauvaise à cause des conditions hostiles du climat (Selmi et al., 2009) Le problème de l'approvisionnement et de la qualité des aliments pour animaux est aggravé dans les régions arides, semi-arides et tropicales, avec des précipitations rares et irrégulières qui limitent la croissance des espèces herbacées et la production de biomasse dans les parcours. Ainsi, le bétail dans ces régions doit survivre avec une pénurie récurrente de ressources alimentaires de valeur nutritionnelle insuffisante pendant la majeure partie de l'année (Robles et al., 2008) Le déficit de fourrage en saison sèche est préoccupant pour les éleveurs. De ce fait, la grande diversité fourrages ligneux représentent une source appréciable dans l'alimentation des animaux particulièrement pendant la saison sèche (Cissé, 1985). De même, Les espèces indigènes de fourrages sont des sources utiles d'aliments pour bétails, car ces plantes restent vertes pendant la saison sèche et fournissent une végétation avec une meilleur valeur nutritive que d'autres espèces annuelles de graminées et d'herbacées qui se fanent. (Aregawi et al., 2008). Ainsi, Les fourrages arbustifs constituent une source d'azote non négligeable pendant la saison sèche, période durant laquelle cet élément est le principal facteur limitant pour les productions animales (Fall-Touré et al., 1997). Par conséquent, selon Van Swinderen (1991), les arbres et arbustes fourragers forment une partie importante et souvent indispensable dans l'alimentation du bétail dans les pays en voie de développement. C'est précisément, ce dernier point qui sera l'objet de ce présent travail qui vise à évaluer les caractéristiques nutritionnelles de quelques arbustes fourragers du nord Tunisien (*Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia*) afin de les valoriser dans l'alimentation des petits ruminants tout en s'intéressant à tester leurs effets chez les caprins.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1 Matériels végétaux

Trois arbustes de maquis ont été collectés de la région de Tabarka : *Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia*. L'analyse de leur composition chimique et de leur valeur alimentaire était effectuée au sein du laboratoire des ressources pastorales de l'institut Sylvo-pastorale Tabarka (ISPT).

### 2.2 Matériels animaux

L'inoculum des caprins est prélevé de l'abattoir municipal de Tabarka.

### 2.3 Composition chimique :

La matière sèche a été déterminée suite au séchage des échantillons dans une étuve 48h à 105°C. Les teneurs en matière minérale et matière organique sont déterminées suite à l'incinération de 1 g de chaque échantillon étudié à 550°C dans un four à moufle durant 4 heures jusqu'à la calcination totale, La perte du poids correspond à la MO et le résidu qui reste au sein des creuset correspond à la MM (AOAC, 1990). La matière azotée totale est dosée selon la méthode de Kjeldahl (AOAC, 1990).

La détermination des teneurs en ADF, NDF, ADL, cellulose, hémicelluloses et lignine des échantillons est réalisée selon la méthode de Van Soest et al (1994) à l'aide d'un appareil semi-automatique le Fibertest.

### 2.4 Prédiction de la valeur alimentaire

Les valeurs énergétiques et azotées des arbustes fourragers exprimées respectivement en UFL/ Kg MS et g PDI/Kg de MS, ont été prédites par les équations adoptées par (Sauvant, 1981).

## 2.5 Les métabolites secondaires :

### • Polyphénols totaux :

La détermination des polyphénols totaux est effectuée selon Singleton et al (1999). 500 µl de Folin – Ciocalteu (10%) et 1 ml d'une solution aqueuse de carbonate de sodium Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (7,5%) sont ajoutés à 500 µl d'extrait dilué. Après agitation, le mélange a été incubé pendant 1 heure à température ambiante dans l'obscurité, puis l'absorbance de la solution a été mesurée à 760 nm. La teneur totale en composés phénoliques a été exprimée en mg d'équivalents acide gallique par gramme de matière sèche (mg GAE / g de MS).

### Flavonoïdes totaux :

La teneur en flavonoïdes a été déterminée selon la méthode de Yi et al (2007). 1 ml de l'extrait aqueux dilué ont été ajoutés à 1 ml d'une solution de chlorure d'aluminium AlCl<sub>3</sub> à 2%. Après incubation à la température ambiante pendant 15 minutes, l'absorbance a été mesurée à 430 nm. La teneur totale en flavonoïde est exprimée en mg d'équivalent quercétine par g de matière sèche (mg EQ / g de MS).

### Tanins condensés :

L'évaluation de la teneur totale en tanin condensé a été déterminée selon la méthode décrite par Sun et al (1998). On mélange 50 µl de l'extrait aqueux dilué, 3 ml de solution de vanilline (4%) et 1,5 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré. Une incubation dans l'obscurité pendant 15 minutes et l'absorbance a été mesurée à 500 nm. La teneur en tanins totaux a été exprimée en mg d'équivalent catéchine par g de matière sèche (mg CE / g de MS).

## 2.6 Activité antioxydante :

L'activité antioxydante des différents échantillons est évaluée par le test DPPH décrit par Ammar et al (2009). 1 ml de l'extrait aqueux à différentes concentrations sont ajoutés à 1 ml de la solution éthanolique du DPPH 0.06mM (2.4mg/100ml). Parallèlement un contrôle négatif est préparé en mélangeant 1 ml d'eau distillé avec 1 ml de la solution DPPH, la lecture est faite à 517nm après 30min d'incubation à l'obscurité. Les pourcentages d'inhibitions sont estimés selon l'équation suivante :

$$\% = ((\text{Abs contrôle} - \text{Abs test}) / \text{Abs contrôle}) * 100$$

## 2.7 Fermentation in vitro des substrats :

Le contenu du rumen est prélevé de l'abattoir municipal de Tabarka. Au laboratoire l'inoculum est homogénéisé puis filtré à travers 4 couches de gaz chirurgical. Le milieu de fermentation est obtenu en mélangeant au niveau de chaque seringue : 10 ml de jus de rumen filtré, 20 ml de salive artificielle et 0,3 g de substrat broyé. Les seringues sont placées dans un bain marie à 39°C. Dans les heures qui suivent le déclenchement de l'incubation, on procède à la lecture du volume du gaz chaque deux heures jusqu'à l'obtention d'un plateau.

### Paramètres de fermentation ruminale

Les paramètres caractéristiques de la production de gaz sont déduits du modèle exponentiel proposé par (Orskov et Macdonald, 1979).

$$GP = a + b (1 - \exp^{-ct})$$

**GP**: volume de gaz (ml) produit après chaque temps d'incubation.

**a**: production de gaz à partir de la fraction soluble facilement fermentescible (ml).

**b**: production de gaz à partir de la fraction insoluble potentiellement fermentescible (ml).

**c**: vitesse de production de gaz (h<sup>-1</sup>).

**t**: temps d'incubation.

**a+b**: production potentielle de gaz (ml).

La digestibilité de la matière organique (dMO) est calculée en utilisant la formule proposée par (Menke et al., 1979). L'énergie métabolisable (EM) ainsi que les acides gras volatils totaux produits ont été calculés selon la méthode de (Louacini et al., 2015).

$$d\text{ MO } (\%) = 14,88 + 0,889\text{ GP} + 0,45\text{ MAT} + 0,0651\text{ MM}$$

**GP**: Le volume de gaz produit (ml/ 300mg MS) à 24 h d'incubation

**MAT**: matière azotée totale en (g/100g MS)

**MM**: matière minérale en (g/100g MS)

$$EM \text{ (MJ/kg MS)} = 2,20 + 0,136GP + 0,057PB$$

GP : Le volume de gaz produit (ml/ 300mg MS) à 24 h d'incubation

MAT : matière azotée totale en (g/100g MS)

Après l'avoir calculé, l'énergie métabolisable a été exprimé en Kcal /kg MS per la convention suivante : **1 MJ = 239 K cal**

$$AGV \text{ (mmol/ seringue)} = 0,0239GP - 0,0601$$

### 2.8 Analyse statistique :

Toutes les données ont été soumises à une analyse statistique de la variance selon la procédure GLM du logiciel SAS (1989) et comparées par le test de rang multiple de Duncan.

Les paramètres caractéristiques de la cinétique de production de gaz étaient prédits suivant la régression non linéaire par l'utilisation de la procédure NLIN du SAS (1989) selon le modèle (Orskov et Macdonald ,1979)

## 3. Résultats et discussions :

### 3.1 Composition chimique

Les résultats présentés dans les Tableaux 1 et 2 montrent une variation significative des caractéristiques chimiques et la composition pariétale des arbustes (*Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia*) ( $p < 0,05$ ). La *Phillyrea latifolia* présente la teneur la plus élevée en MS (59.9%) par rapport aux autres arbustes, alors que *Calycotum villosa* affiche la valeur la plus basse (23.24%). Ce résultat est en accord avec ceux trouvés par Guesmi et Kayouli, (2008) et Selmi et al (2011).

Il n'existe pas une différence significative entre les espèces en MO et MM ( $p > 0,05$ ).

La teneur en matière azotée totale varie entre 1.89% et 11.81%. Le *Calycotum villosa* est l'arbuste qui offre la teneur la plus élevée, *Smilax aspera* occupe la deuxième place alors que le *Phillyrea latifolia* a une teneur faible qui ne dépasse pas 1.89%. Ce résultat est en désaccord avec celui trouvé par Guesmi et Kayouli (2008).

La teneur en matière grasse (MG) est hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les espèces. Le *Phillyrea latifolia* est caractérisé par une teneur très importante (8.71%) par rapport aux *Smilax aspera* et *Calycotum villosa*.

**Tableau 1.** Composition chimique des trois espèces

Espèces	%MS	%MM	%MO	%MAT	%MG
<i>Calycotum villosa</i>	23,24 <sup>c</sup> ± 0,028	4,59 <sup>a</sup> ±0,176	95.41 <sup>a</sup>	11,81 <sup>a</sup> ±0,79	0,03 <sup>b</sup> ±0,005
<i>Smilax aspera</i>	35,1 <sup>b</sup>	4,45 <sup>a</sup>	95.55 <sup>a</sup>	7,91 <sup>b</sup> ±0,48	0,02 <sup>b</sup> ±0,005
<i>Phillyrea latifolia</i>	59,9 <sup>a</sup>	3.72 <sup>a</sup> ±0.59	96.2 <sup>a</sup> ±0.59	1.89 <sup>c</sup> ±0.26c	8.71 <sup>a</sup> ±2.1
p>F	<0.0001	0.5531	0.6122	<0.0001	<0.0001

L'analyse statistique des constituants pariétaux des différents arbustes étudiés révèle qu'il y a des différences statistiques entre les moyennes ( $p < 0,01$ ). En effet, la *Calycotum villosa* présente les valeurs les plus élevées en ADL et hémicellulose par rapport aux autres espèces ce qui est similaire aux résultats trouvés par Mebirouk-Bouchiche et al (2015). *Smilax aspera* occupe la première position de point de vue concentration en fibre, sa concentration en NDF dépasse (53%).

**Tableau 2.** Composition pariétale des espèces étudiées

Espèces	ADF	NDF	ADL	HC	CB
<i>Calycotum villosa</i>	25,91 <sup>b</sup>	51,02 <sup>b</sup>	25,12 <sup>a</sup>	25,11 <sup>a</sup>	0,79 <sup>c</sup>
<i>Smilax aspera</i>	34,51 <sup>a</sup>	53,77 <sup>a</sup>	19,26 <sup>c</sup>	19,26 <sup>b</sup>	15,25 <sup>a</sup>
<i>Phillyrea latifolia</i>	34,6 <sup>a</sup> ±0,34	44,2 <sup>c</sup> ±0,06	22,2 <sup>b</sup> ±0,09	12,98 <sup>c</sup> ±0,3	12,4 <sup>b</sup> ±0,2
p>F	<0.0001	<0.0001	0.0011	<0.0001	<0.0001

### 3.2 Valeur alimentaire

Les valeurs alimentaires des arbustes étudiés, prédites à partir de la composition chimique sont enregistrées dans le tableau 3, montrent que le *Phillyrea latifolia* présente la valeur énergétique la plus élevée (0,94 UFL/Kg MS). Ceci peut être expliqué par sa faible teneur en Cellulose brute qui est fortement corrélé avec la valeur alimentaire (Nefzaoui et Ben Salem, 1996).

Sarson et Salmon (1978) ont donné des explications claires et satisfaisantes au fait qu'une alimentation uniquement composée de fourrages ligneux ne peut satisfaire aux besoins nutritionnels des ovins tandis qu'elle suffit au caprins.

La teneur en PDIE était en faveur de *Calycotum villosa* (66,02 g/kg MS) et *Smilax aspera* (65,87).

Pour les valeurs de PDIN, le *Phillyrea latifolia* présente la valeur la plus élevée (14,1 g/Kg MS), *Calycotum villosa* et *Smilax aspera* présentent les valeurs les plus faibles.

**Tableau 3.** Prédiction des valeurs alimentaire

Espèces	UFL (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)	PDIN (g/kg MS)
<i>Calycotum villosa</i>	0,34 <sup>b</sup>	66,02 <sup>a</sup>	2,5 <sup>b</sup>
<i>Smilax aspera</i>	0,16 <sup>b</sup>	65,87 <sup>a</sup>	2,24 <sup>b</sup>
<i>Phillyrealatifolia</i>	0,94 <sup>a</sup>	62,27 <sup>b</sup> ±4,5	14,1 <sup>a</sup> ± 0,28
p>F	0.0002	0.0096	<0.0001

### 3.3 Métabolites secondaires

Les facteurs antinutritionnels sont des substances naturellement présentes dans les arbustes fourragers, on leur reconnaît la propriété de diminuer la qualité nutritive et la valorisation de ces arbustes par les animaux indépendamment de leur contenu en nutriments.

Les résultats des analyses des composés phénoliques présentés dans le tableau 4 ont révélé des concentrations élevées en polyphénols totaux. Les références bibliographiques traitant de la concentration des arbustes du Nord-Ouest de la Tunisie en composés phénoliques sont très rares voir même inexistantes. Les valeurs moyennes sont comprises entre 1,55mg EAC/g MS et 1,89mg EAC/g MS. *Phillyrea latifolia* représente la teneur la plus élevée en tanins. Pourtant, les arbustes méditerranéens sont généralement considérés riches en composés phénoliques (Cabiddu et al., 2000 ; Khazaal et Orskov, 1994). Cette forte concentration pourrait affecter négativement l'ingestion des fourrages et les performances des animaux (Barry, 1989 ; Waghorn et al., 1990).

**Tableau 4.** Teneurs des échantillons en Métabolites secondaires

Espèces	Polyphénols (mg EAG/gMS)	Flavonoïdes (mg EQ/g MS)	Tanins condensés (mg ECAT/g MS)
<i>Calycotum villosa</i>	5,247 <sup>c</sup> ±0,06	1,5 <sup>b</sup> ±0,707	1,55 <sup>b</sup> ±0,15
<i>Smilax aspera</i>	12,5 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	1,89 <sup>b</sup> ±0,92
<i>Phillyrealatifolia</i>	43,0 <sup>a</sup> ±1,25	2,94 <sup>a</sup> ±2,22	17,33 <sup>a</sup> ± 0,01
p>F	0.0001	<0.0001	<0.0001

La teneur moyenne globale en flavonoïdes a été 1.5 ; 2 et 2.94mg EQ/Kg MS respectivement pour *Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia* avec différence significative entre eux (p<0,01). *Phillyrea latifolia* présente moyennement la valeur la plus élevée par rapport aux autres arbustes.

### 3.4 Activité antioxydante

La variation de l'activité anti- oxydante de trois arbustes étudiés (*Rhamnus alaternus*, *Smilax aspera* et *Calycotum villosa*) est présenté dans le tableau 5. L'activité anti-oxydante exprime une différence significative entre les arbustes étudiés. En effet, le *Calycotum villosa* est caractérisé par la plus faible capacité anti-radicalaire (948,02µg/ ml). Ainsi, cette espèce représente les teneurs les plus faibles en composés Phénoliques essentiellement les flavonoïdes (IC<sub>50</sub>= 1,5µg/ml). Cette corrélation est mentionnée par Fadili et al (2015). Le *Phillyrea latifolia* a la meilleure activité anti-oxydante (IC<sub>50</sub>= 20 µg/ml). Ce résultat est plus élevé que celle trouvée par Kosalec et al (2013).

**Tableau 5.** Concentration d'inhibition de 50% des radicaux libre DPPH

Espèces	IC50
<i>Calycotum villosa</i>	948,03 <sup>a</sup> ±40,57
<i>Smilax aspera</i>	224,36 <sup>b</sup> ±9,14
<i>Phillyrealatifolia</i>	20 <sup>c</sup> ±1.01
p>F	<0.0001

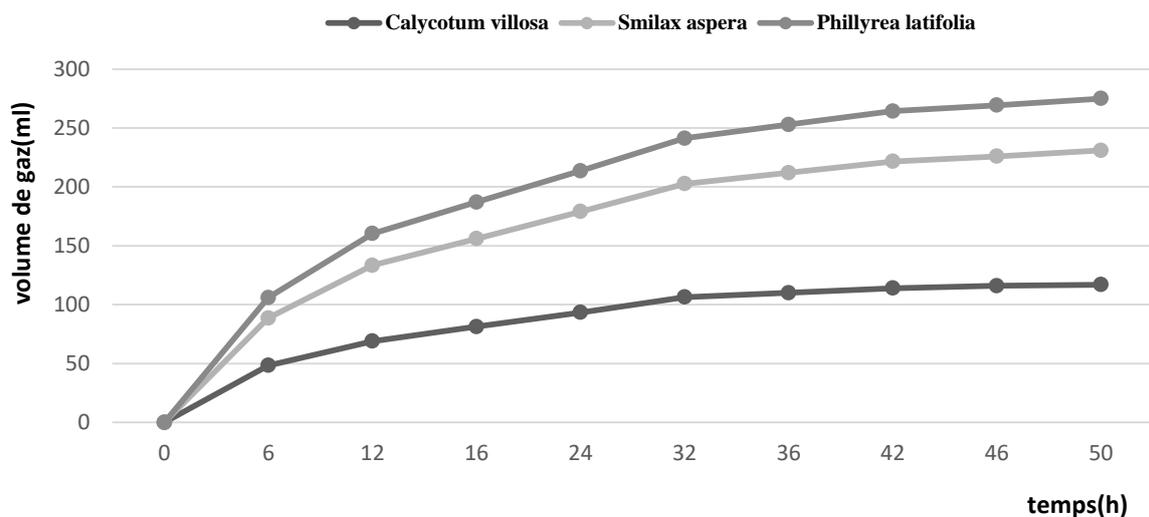
### 3.5 Fermentation in vitro et cinétique de production de gaz

Les paramètres cinétiques de la fermentation in vitro des différents substrats déduits à partir du modèle exponentiel d'Orskov et MaC Donald (1979) sont enregistrés dans le tableau 6 et figure 1. Ils révèlent, qu'il existe une différence significative entre les espèces étudiées. En effet, comme pour le modèle biologique, que la valeur la plus élevée du volume de gaz est enregistrée pour *Calycotum villosa* (160 ml), suivie de *Smilax aspera* (138,28 ml), par contre *Phillyrea latifolia* affiche la valeur la plus faible (55,33 ml). En effet, il n'existe pas une différence significative entre les trois arbustes étudiés pour le paramètre « c » (vitesse de production de gaz (h<sup>-1</sup>)). Pour la production de gaz à 24 h d'incubation on observe une différence hautement significative (p < 0,01) entre les différents arbustes. Ainsi, les moyennes sont de l'ordre de 136,66, 130,66 et 46,33 ml respectivement pour *Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia*.

**Tableau 6.** Les paramètres caractéristiques de la cinétique de production de gaz

Espèces	a	b	c	V24	VT
<i>Calycotum villosa</i>	4,67 <sup>a</sup> ±0,0037	153,4 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	136,66 <sup>a</sup> ±10,26	160 <sup>a</sup> ±11,53
<i>Smilax aspera</i>	4,97 <sup>a</sup> ±0,004	150,9 <sup>b</sup>	0,08 <sup>a</sup>	130,66 <sup>b</sup> ±2,081	154,33 <sup>b</sup> ±3,05
<i>Phillyrea latifolia</i>	1,97 <sup>b</sup>	55,82 <sup>c</sup>	0,08 <sup>a</sup>	46,33 <sup>c</sup>	55,33 <sup>c</sup>
p>F	0.0193	<0.0001	1.000	<0.0001	<0.0001

a, b et c : les moyennes dans une même colonne, pour le même arbuste et portant des lettres différents sont significativement différents à un seuil d'erreur  $\alpha = 1\%$  ; V Total: gaz à 50 h d'incubation (ml /300mg de MS) ; V 24 : gaz à 24h d'incubation (ml/300 mg de MS) ; a: gaz produit à partir de la fraction soluble (ml / 300 mg de MS) ; b: gaz produit à partir de la fraction insoluble mais potentiellement fermentescible (ml / 300 mg de MS) ; c :vitesse de production de gaz (h<sup>-1</sup>).



**Figure 1.** Courbes cinétiques de production de gaz des trois espèces

La digestibilité de la MO, l'énergie métabolisable (EM) et la concentration en acides gras volatils (AGV Totaux) sont regroupés dans le tableau 7. Les arbustes étudiés présentent une différence significative entre les valeurs de la digestibilité (p < 0,01). En effet, les moyennes sont de l'ordre de 142,46, 132,76 et 8,60% respectivement pour *Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia*. Le *Calycotum villosa* est le plus digestible vu qu'il a une teneur élevée en matière azotée totale (11,81%) comme Paterson et al (1996) l'ont prouvé. L'énergie métabolisable et la concentration en AGV totaux des trois arbustes étudiés ont été statistiquement différentes (p < 0,01) inter-espèces. En fait, le *Phillyrea latifolia* est l'espèce qui enregistre la valeur en énergie métabolisable la plus élevée (57,14 MJ/kg MS) cette dernière étant la portion de l'énergie de l'aliment qui peut être utilisée par l'animal. Cependant, *Calycotum villosa* et *Smilax aspera* occupent la première position en AGV. Les caprins sont les producteurs majeurs d'énergie métabolisable et d'AGV. Ceci peut être expliqué par la capacité des chèvres à mieux valoriser les arbustes qui se traduisent plus tard par une production intense de gaz.

Tableau 7. Les paramètres estimés à partir du gaz produit à 24 heures d'incubation

Espèces	EM (MJ /kg MS)	d MO (%)	AGVT(mmol/ seringue)
<i>Calycotum villosa</i>	21,46 <sup>b</sup> ±1,39	142,46 <sup>a</sup> ±9,12	3,2 <sup>a</sup> ±0,24
<i>Smilax aspera</i>	20,13 <sup>b</sup> ±0,28	132,76 <sup>b</sup> ±1,84	3,06 <sup>a</sup> ±0,05
<i>Phillyrealatifolia</i>	57,14 <sup>a</sup> ±2,58	8.60 <sup>c</sup> ±93,89	1,04 <sup>b</sup> ± 0,06
p>f	<0.0001	<0.0001	0.0067

### Conclusion

Le présent travail a contribué au criblage phytochimique et l'évaluation nutritionnelle de trois arbustes du Nord-Ouest tunisien *Calycotum villosa*, *Smilax aspera* et *Phillyrea latifolia* tout en s'intéressant à mettre en évidence l'effet de leur utilisation sur les aptitudes fermentaires du microbiote ruminal des caprins. L'analyse de la composition chimique, composition minérale et les métabolites secondaires de ces ressources naturelles autochtones a montré que ces arbustes constituent des ressources importantes qui peuvent contribuer efficacement dans le régime alimentaire des petits ruminants. Ainsi, l'activité antioxydante remarquable de ces trois espèces donne la possibilité de les utilisés comme des antioxydants naturels pour remplacer ceux qui sont synthétique vu leur effet secondaire néfaste.

### Références

- Ammar R. B., Bhourri W., Sghaier M. B., Boubaker J., Skandrani I., Neffati A., Bouhlel I., Kilani S., Mariotte A. M., Chekir-Ghedira L., Dijoux-Franca M. G. Đ. et Ghedira K., 2009.** Antioxidant and free radical-scavenging properties of three flavonoids isolated from the leaves of *Rhamnus alaternus* L. (Rhamnaceae) : A structure-activity relationship study. *Food Chem.*; 116: 258-264.
- AOAC., 1990.** Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, Washington, DC.
- Aregawi T., Melaku S. et Nigatu L., 2008.** Management and utilization of browse species as livestock feed in semi-arid district of North Ethiopia. *Livestock research for rural development*, 20(6), pp : 86.
- Cabiddu A., Decandia M., Sitzia M. et Molle G., 2000.** A note on the chemical composition and tannin content of some Mediterranean shrubs browsed by Sarda goats. In : Ledin I. (ed), Morand-Fehr P. (ed.). *Sheep and goat nutrition : Intake, digestion, quality of products and rangelands*. Zaragoza : CIHEAM, 2000 p : 175-178 (Cahiers options Méditerranéennes : n 52).
- Cissé M I., 1985.** Contribution des peuplements ligneux à l'alimentation des petits ruminants en zone semi-aride du Mali central.
- Fadili K., Amalich S., N'dedianhoua S., Bouachrine M., Mahjoubi M., El hilali F et Zair T., 2015.** Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc : *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. *International Journal of Innovation and Scientific Research* 17(1), pp : 24-33.
- Fall-touré S., Traore E., N'diaye K., N'diaye S et Seye M., 1997.** Utilisation des fruits de *Faidherbia albida* pour l'alimentation des bovins d'embouche paysanne dans le bassin arachidier au Sénégal. *Live Research for Rural Development*, 9 (5).
- Guesmi A., Kayouli C., 2008.** Composition chimique de quelques espèces du maquis du Nord-Ouest de la Tunisie. Séminaire sur les Systèmes agro forestiers comme technique pour la gestion durable du territoire, pp : 363 – 375.
- Khazaal K. et Orskov E., 1994.** The in vitro gas production technique: an investigation on its potential use with insoluble polyvinylpyrrolidone for the assessment of phenolics-related antinutritive fractions in browse species. *Anim. Feed Sci. Tech.* 47, 305-350.
- Kosalec I., Kremer D., Locatelli M., Epifano F., Genovese S., Carlucci G. et Randic M., 2013.** Anthraquinone profile, antioxidant and antimicrobial activity of bark extracts of *Rhamnus alaternus*, *R. flax*, *R. intermedia* and *R. pumila*. *Food chemistry* 136, pp : 335-341.
- Mebirouk-Boudechiche L., Abidi S., Cherif M., Bouzouraa I., 2015.** Digestibilité in vitro et cinétique de fermentation des feuilles de cinq arbustes fourragers du Nord-Est Algérien. *Revue Méd. Vét.*, 2015, 166, 11-12, 350-359.
- Menke K.H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D. et Schneider W., 1979.** The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of Agricultural Science*, 93, pp:217- 222.
- Nefzaoui A., Ben Salem H., 1996.** Nutritive value of diets based on spineless cactus (*Opuntia ficus indica*, var. *inermis*) and *Atriplex* (*Atriplex nummularia*) In: *Native and Exotic fodder shrubs in arid and semi-arid zones*. Regional Training workshop, Tunisia.

- Orskov E.R., Macdonald I., 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 92, pp : 499-502.
- Robles AB., Ruiz-Mirazo J., Ramos ME et González-Rebollar JL., 2008.** Role of livestock grazing in sustainable use, naturalness promotion in naturalization of marginal ecosystems of southeastern Spain (Andalusia). In: *Agroforestry in Europe, Current status and future prospects*. *Adv Agroforestry* vol. 6 (Rigueiro-Rodríguez A, McAdam J, Mosquera-Losada MR, ed). Springer, Netherlands. pp: 211-231.
- Rouissi. H., 1994.** Etude comparative de l'activité microbienne dans le rumen des dromadaires, des ovins et des caprins. Thèse Université de Gent, Belgique : 120.
- Sauvant D., 1981.** Prédiction de la valeur énergétique des aliments concentrés et composés pour les ruminants. In « Prédiction de la valeur nutritive des aliments des ruminants (Eds. C. Demarquilly.), ZIS7-258, (France), p580.
- SAS User's Guide, 1989.** Version 6.10 for Windows, SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Selmi H., Bahri A., Rouissi A., Baraket M., Amraoui, M Rouissi. H., 2013.** Effect of the Energy source (barley or triticale) on the production, milk quality and fatty acid profile of Sicilian-Sardinian dairy ewes in the milking period. *Journal of New Sciences*, Vol 2 (3):21-26.
- Selmi H., Ben Gara A., Rekić B., Rouissi H., 2011.** Effect of the Concentrate Feed on in vitro Gas Production and methane in Sicilian-Sardinian Sheep, *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, p347.
- Selmi H., Hammami M., Rekić B., Ben Gara A et Rouissi H., 2009.** Effet du remplacement du soja par la féverole sur la production de gaz « in vitro » chez les béliers de race Sicilienne-Sarde, *Livestock Research for Rural Development* 21(7).
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM., 1999.** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method. Enzymol*, 299, pp:152-178.
- Sun B., Richardo-da-Silvia J.M., Spanger I., 1998.** Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *J. Agric. Food Chem.* 46, pp:4267-4274.
- Van Soest P.J et Maraus W.C., 1994.** Method for the determination of cell wall constituents in forage, using detergents, and the relationship between this fraction and voluntary intake and digestibility. *J. Dairy.*, 58, pp:704-705.
- Van Swinderen H V., 1991.** Les arbres et arbustes fourragers : rêve ou réalité ? *Tropicicultura*, 8(1), 36-39.
- Yi Z.B., Yu Y., Liang Y.Z., Zeng B., 2007.** In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the extract of *Pericarpium Citri Reticulatae* of a new Citrus cultivar and its main flavonoids, *LWT-Food Science and Technology*. 4, pp:1000-1016.