



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.fr



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)7.69.81.16.62 - Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

Potentiel nutritif de *Rubia peregrina* (L., 1753), par saison, pour les ruminants en système sylvopastoral du Nord-est Algérien

A. Laadjal¹, K. Chaker-Houd², L. Mebirouk-Boudechiche¹, H. Selmi³, A. Dhifallah³, H. Rouissi⁴

Les lianes représentent une ressource foliaire importante de par leur croissance permanente. *Rubia peregrina* est une liane très appréciée par les ruminants qui séjournent l'aulnaie glutineuse de Ain Khiair au nord-est de l'Algérie. Il est donc primordial d'évaluer ses caractéristiques nutritionnelles pour une meilleure valorisation pastorale.

RESUME

La valeur nutritive de *Rubia peregrina* récoltée dans l'aulnaie de Ain Khiair (nord-est Algérie) a été évaluée durant le printemps et l'été par l'analyse de la composition chimique ainsi que la technique de la production de gaz *in vitro* en présence et en absence du Polyéthylène glycol (PEG), ayant la faculté d'inactiver les tanins condensés de la plante. Les teneurs en matière sèche et en parois cellulaires sont similaires au printemps et en été, tandis que les teneurs en matière minérale et matière azotée totale présentent des différences significatives (65,7 ; 72,8 et 95,5 ; 84,5 g/kg MS, respectivement). La concentration en tanins condensés est plus importante en été qu'au printemps (14,58 vs 10,4 g équivalent leucocianidine/ kg MS). La production de gaz totale est meilleure au printemps qu'en été (48,64 vs 28,56 ml/0.3 g MS), d'où une dMO supérieure au printemps qu'en été (53,83 vs 36,05 %). L'ajout du PEG a favorisé la production de gaz avec des taux de 20,12 et 45,42 % au printemps et en été respectivement. Le PEG a influencé significativement la production de méthane qui a été de 75,89 % au printemps et 127,27 % en été. En plus des propriétés anti-méthanogènes prometteuses pour l'environnement de cette espèce, ses caractéristiques nutritives font d'elle une ressource alternative pour les ruminants.

SUMMARY

Nutrient potential of *Rubia peregrina* (L., 1753) for ruminants, by season, in a sylvopastoral system in North-East Algeria

The nutritional value of *Rubia peregrina* harvested in the alder grove of Ain Khiair (north-east Algeria) was evaluated during spring and summer, by analyzing the chemical composition with the technique of *in vitro* gas production in the presence and absence of Polyethylene glycol (PEG), which has the ability to inactivate the condensed tannins of the plant. Dry matter and cell wall contents were similar in spring and summer, while mineral and total nitrogen contents showed significant differences (65.7; 72.8 and 95.5; 84.5 g/kg DM, respectively). Condensed tannin concentration was higher in summer than in spring (14.58 vs 10.4 g leucocianidin equivalent/ kg DM). Total gas production was better in spring than in summer (48.64 vs. 28.56 ml/0.3 g DM), resulting in a higher dMO in spring than in summer (53.83 vs. 36.05 %). The addition of PEG promoted gas production with rates of 20.12 and 45.42 % in spring and summer respectively. PEG significantly influenced methane production which was 75.89 % in spring and 127.27 % in summer. In addition to the promising anti-methanogenic properties for the environment of this species, its nutritional characteristics make it an alternative resource for ruminants.

Les fourrages ligneux constituent une ressource d'énergie, de protéines et d'autres nutriments pour les ruminants en système sylvopastoral

(Kemp *et al.*, 2001), surtout en périodes de pénurie alimentaire (Dazell *et al.*, 2006). Ils peuvent aussi améliorer les performances de reproduction, la prise de

AUTEURS

1 : Laboratoire d'épidémiologie-surveillance, santé, productions et reproduction, expérimentation et thérapie cellulaire des animaux domestiques et sauvages, Université Chadli Bendjedid, BP 73, 36 000, EL Tarf, ALGERIE ; laadjal-abdessatar@univ-eltarf.dz

2 : Laboratoire d'agriculture et fonctionnement des écosystèmes, Université Chadli Bendjedid, BP 73, 36000, EL Tarf, ALGERIE

3 : Institut Sylvo-Pastoral de Tabarka, BP 345,8110, Tabarka, TUNISIE

4 : Laboratoire ADIPARA, Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, 7030 Mateur,

MOTS-CLES : Valeurs alimentaires, Valeur nutritive, liane, composition, digestibilité, méthane, fourrages ligneux

KEY-WORDS: Food values, Nutritional value, liana, composition, digestibility, methane, ligneous forage

REFERENCE DE L'ARTICLE : Laadjal A., Chaker-Houd K., Mebirouk-Boudechiche L., Selmi H., Dhifallah A., Rouissi H., (2022). « Potentiel nutritif de *Rubia peregrina* (L., 1753), par saison, pour les ruminants en système sylvopastoral du Nord-est Algérien ». *Fourrages* 252, 63-69

pois et la production laitière (Gardiner et Parker, 2012). Par ailleurs, les métabolites secondaires (notamment les tanins condensés) contribuent à la lutte contre les parasitoses internes (Mupeyo *et al.*, 2011) et l'atténuation de la méthanogenèse ruminale (Melesse *et al.*, 2017).

Les aulnaies glutineuses de la Numidie orientale en Algérie représentent un point chaud de biodiversité (Véla *et al.*, 2007). Cette formation végétale spécifique renferme une richesse floristique ligneuse (arbres, arbustes et lianes) très recherchée par les pasteurs pour alimenter leur bétail et en combler le déficit fourragère notamment en saison sèche (Chaker-Houd *et al.*, 2020).

Rubia peregrina (Figure 1) est une liane caractéristique de l'aulnaie de Ain Khia (Belouahem-Abed, 2012) ; elle offre une ressource fourragère aux ruminants qui y pâturent. Freschi *et al.* (2021) affirment que cette espèce est la plus broutée par le chevreuil italien (*Capreolus italicus*) en saison sèche. Decandia *et al.* (2000) rapportent que cette espèce constitue 8,8 % de la matière sèche consommée par les chèvres pâturent les maquis méditerranéens. Cette espèce riche en antioxydants (Chemouri, 2021) a été utilisée depuis longtemps en médecine traditionnelle pour traiter l'anémie (Ozgen *et al.*, 2003) et soigner les inflammations et les infections cutanées (Usai, 2004).

L'objectif de cette contribution est d'évaluer le potentiel nutritif de *Rubia peregrina* via l'analyse de la composition chimique en composés primaires et secondaires, la digestibilité *in vitro* et l'effet du PEG sur la production de gaz et du méthane entérique.



FIGURE 1 : Photo de *Rubia peregrina* (Photographie personnelle)
Figure 1 : Photo of *Rubia peregrina* (Personal photo)

1. Matériel et méthodes

1.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude s'est déroulée au niveau de la forêt marécageuse, dite Aulnaie de Ain Khia. Elle représente un écosystème extrêmement originaire du Nord-africain caractérisé par des conditions biogéographique, édaphique et climatique spécifiques lui attribuant un aspect floristique très riche et exceptionnel qui compte 373 espèces dont 28 très rares. Elle se situe entre 36,799°N et 8,322°E à 05 km du chef-lieu d'El Tarf et s'intègre à la réserve de biosphère d'El Kala qui se situe dans l'étage bioclimatique subhumide avec des hivers doux et des étés secs. Elle bénéficie à la fois des apports hydriques quasi permanents des aquifères dunaires et ceux des eaux des crues d'Oued Kebir. C'est une zone à vocation sylvopastorale de par la disponibilité fourragère ligneuse et herbacée presque toute l'année. La pression anthropique agressive et continue exercée sur l'aulnaie exige son classement comme un site d'importance internationale selon les critères Ramsar en 2003.

1.2. Matériel végétal

Les feuilles et les rameaux tendres (parties consommées par les ruminants sur le parcours) de la garance voyageuse (*Rubia peregrina* L.), une liane nanophanérophite de la famille des Rubiaceae, ont été collectés au printemps et en été de l'année 2018. Les échantillons provenaient d'au moins 10 pieds dispersés aléatoirement dans le site d'étude pour avoir un échantillon représentatif. En moyenne un kilo de matériel végétal par saison a été séché pendant 72 heures dans une étuve ventilée, réglée à 45°C. Après séchage, les échantillons ont été broyés à l'aide d'une grille de 1 mm et conservés jusqu'aux analyses ultérieures.

1.3. Matériel animal

Le contenu ruminal a été récupéré directement auprès des animaux qui pâturent en parcours forestiers lors de leur abattage à l'abattoir municipal de Tabarka en Tunisie. Le contenu a été filtré immédiatement à travers quatre couches de gaze chirurgicale et le jus a été récupéré dans un thermos préchauffé à 39°C pour les manipulations ultérieures au laboratoire.

1.4. Analyse de la composition chimique primaire et métabolites secondaires

Les échantillons du matériel végétal ont été analysés pour déterminer les teneurs en matière sèche (MS) et en matière minérale (MM) selon la procédure de l'AOAC (1990). La matière azotée totale a été dosée par la méthode de Kjeldahl (ISO, 2009). La fraction pariétale (Neutral Detergent Fiber (NDF), Acide Detergent Fiber (ADF) et Acide Detergent Fiber (ADL)) a été déterminée selon la méthode de Van Soest *et al.* (1991).

Les phénols totaux (PT) ont été dosés par le réactif Folin Ciocalteu et les tanins totaux (TT) ont été estimés comme la différence entre les phénols totaux mesurés avant et après traitement avec le polyvinylpyrrolidone (PVPP) selon la méthode décrite par Makkar *et al.* (2003b). Les résultats sont exprimés en g équivalent d'acide tannique (EAT) par kilogramme de matière sèche. Les tanins condensés (TC) ont été déterminés par la méthode Butanol-HCl en présence d'un réactif ferrique selon la technique de Porter *et al.* (1986). Les résultats sont exprimés en g équivalent leucocyanidine (EL) par kilogramme de matière sèche.

1.5. Analyse de la digestibilité *in vitro* et cinétique de production de gaz

Pour la mesure du gaz produit, la technique adoptée est celle proposée par Menke (1988). Il s'agit de mettre 0,3g de substrat broyé avec 30ml d'inoculum (soit 20 ml de salive artificielle et 10 ml de jus de rumen) dans une seringue de 100 ml plongée par la suite dans un bain marie réglé à 39°C et maintenue toute la durée de l'expérience. Chaque échantillon a été incubé en double, ainsi que deux seringues qui contiennent uniquement de l'inoculum et qui ont servi de témoin. La lecture du volume de gaz produit a été enregistrée après 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 et 72 heures d'incubation.

Les tanins s'attachent aux protéines en formant des complexes indigestibles. Le PEG est une molécule chimique ayant une affinité pour les tanins ; elle s'y attache et élimine leur effet sur la digestion. Elle augmente ainsi la disponibilité des nutriments en favorisant l'activité microbienne et la production de gaz et de méthane.

L'effet du polyéthylène glycol (PEG) a été déterminé par l'ajout de deux autres seringues par échantillon à la première expérience avec 0,2 g de PEG (4000) et le volume final du gaz a été enregistré après 24 heures.

Après chaque incubation on injecte 4 ml de NaOH (10 N) dans chaque seringue, ce dernier absorbe le CO₂, ce qui entraîne la rétractation du piston, la différence des volumes représente la quantité de méthane produite.

1.6. Calcul des paramètres de fermentation et activité biologique des tanins

Les paramètres caractéristiques de la cinétique de production de gaz sont prédits suivant la régression non linéaire par l'utilisation de la procédure NLIN du logiciel SAS (2002) selon le modèle exponentiel proposé et modélisé à la production de gaz total par Ørskov et Mc Donald (1979).

$$Y = a + b (1 - e^{-ct})$$

Y : Volume de gaz total produit (ml).

a : Volume de gaz produit à partir de la fraction soluble facilement fermentescible (ml).

b: Volume de gaz produit à partir de la fraction insoluble potentiellement fermentescible (ml).

c : Le taux de production de gaz (/heure)

t : temps d'incubation (h)

La digestibilité de la matière organique (dMO) selon Menke (1988), la concentration en acide gras volatiles (AGV) et la teneur en énergie métabolisable (EM) selon Getachew *et al.* (2000) ont été déterminées à partir de la production de gaz à 24 heures d'incubation.

$$dMO(\%) = 14,88 + 0,889 GP + 0,45 MAT + 0,0651 MM$$

$$EM (MJ/kg MS) = 2,2 + 0,1357 GP + 0,0057 MAT + 0,000859 MAT$$

$$AGV (mmol/seringue) = 0,0239 GP - 0,0601$$

*Avec GP : le volume du gaz produit (ml/ 300mg MS) à 24 heures d'incubation

L'activité biologique des tanins a été calculée en faisant le rapport entre la production du gaz avec PEG et celui sans PEG pour le même échantillon mesuré après 24 heures d'incubation.

1.7. Traitement statistique

Les résultats de l'effet des saisons sur les paramètres mesurés ont été soumis à une analyse de la variance selon la procédure GLM du logiciel SAS (2002) et comparés par le test des rangs multiples Duncan (1955).

L'équation du modèle statistique est la suivante :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Avec :

Y_{ij} : Paramètre mesuré

μ : Moyenne générale

A_i : Effet de l'ième saison

E_{ij} : Erreur résiduelle et jème répétition

Espèce	Saisons	MS	MM	MAT	NDF	ADF	ADL
<i>Rubia peregrina</i>		g/kg MS					
	Printemps	407,9 ± 13,2 ^a	65,7 ± 0,78 ^b	95,5 ± 5,36 ^a	391,8 ± 25,5 ^a	243,3 ± 19,6 ^a	119,4 ± 27,5 ^a
	Été	419,2 ± 5,35 ^a	72,8 ± 0,8a	84,5 ± 1,52 ^b	371,5 ± 6,77 ^a	224,6 ± 3,85 ^a	96,7 ± 3,31 ^a
	<i>p</i>	0,1234	0,0001	0,0084	0,1322	0,0845	0,1157

MS : matière sèche; MM : matière minérale ; MAT : matière azotée totale; NDF : Neutral Detergent Fiber ; ADF : Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin.

TABLEAU 1 : Composition chimique de *Rubia peregrina*
Table 1 : Chemical composition of *Rubia peregrina*

2. Résultats et discussion

2.1. Composition chimique

Les résultats de la composition chimique sont rapportés dans le tableau 1. Les teneurs en matière sèche des deux saisons étaient de l'ordre de 40 %. Celles-ci sont supérieures à celles rapportées par Selmi *et al.* (2022) qui indiquent 20 %. Cela est imputé probablement à l'apport supplémentaire des rameaux dans notre étude. En revanche, cette Rubiaceae présente de faibles teneurs en matière minérale (7 %/kg MS) par rapport à celles rapportées par Chemouri (2021) et Selmi *et al.* (2022) qui sont de l'ordre de 16 et 15 % /kg MS respectivement. Cela peut être expliqué d'une part, par le ralentissement de la vitesse des processus de minéralisation de la matière organique dans un substrat pédologique généralement gorgé en eau toute l'année, et, d'autre part, suite au ruissellement de la matière minérale vers le centre de l'aulnaie. L'espèce étudiée renferme des teneurs en MAT acceptables qui varient entre 95,5 g/kg MS au printemps et 84,5 g/kg MS en été. Ces valeurs sont semblables à celles rapportées par Decandia (2000), Chemouri (2021) et Selmi *et al.* (2022) qui sont de 83 ; 94 et 106 g/kg MS respectivement.

Néanmoins, elles restent au-delà du minimum requis pour fournir l'ammoniac nécessaire pour le microbiote ruminal pour une croissance optimale (Norton, 1995) en assurant le bon fonctionnement du rumen (Van Soest *et al.*, 1994). Les teneurs moyennes en NDF et ADF ne présentent pas de différences

significatives entre les deux saisons, les valeurs obtenues sont de l'ordre de 382,3 et 233,95 g/kg MS, respectivement. Nos résultats sont différents de ceux avancés par Selmi *et al.* (2022) (543,1 et 350,6 g/kg MS, respectivement pour les deux paramètres), de même que par Chemouri (2021) (346 et 313 g/kg MS, respectivement pour NDF et ADF). La concentration en ADL était très faible (108 g/kg MS en moyenne), contre 300 g/kg MS rapportés par Selmi *et al.* (2022) chez la même espèce. Ainsi, une aussi faible concentration en lignine faciliterait l'accès aux enzymes pour digérer la cellulose (Mahieu *et al.*, 2021).

2.2. Composition en métabolites secondaires

Les concentrations en métabolites secondaires sont présentées dans le tableau 2. Les résultats obtenus montrent des concentrations non significatives en PT et TT durant les deux saisons et qui sont de l'ordre de 96 et 87 g équivalent acide tannique/kg MS respectivement. Les teneurs en PT sont supérieures à celles exprimées par Chemouri (2021) (42,9 g équivalent acide gallique /kg MS) et Selmi *et al.* (2022) (54,2 g équivalent catéchine). Cependant, la concentration en TC en été est significativement ($p < 0,01$) supérieure à celle du printemps (14,58 vs 10,4 EL/kg MS). Ce qui peut être expliqué par la tendance générale des TC à augmenter durant la saison sèche (Cabbidu, 2000). Ainsi, de telles concentrations inférieures à 50g/kg MS sont bénéfiques pour la santé des ruminants et leurs performances (Piluzza *et al.*, 2014). Ils ont des propriétés anthelmintiques (Hoste *et al.*, 2006) et préviennent la météorisation (Yagoubi *et al.*, 2018). Les concentrations

Espèce	Saisons	PT	TT	TC	ABT
<i>Rubia peregrina</i>	Printemps	96,25 ± 2,41 ^a	88,79 ± 2,52 ^a	10,4 ± 0,02 ^b	1,2 ± 0,01 ^b
	Été	96,63 ± 0,62 ^a	87,12 ± 0,74 ^a	14,58 ± 0,39 ^a	1,45 ± 0,07 ^a
	<i>p</i>	0,7253	0,1944	0,0001	0,0008

PT : phénols totaux (g équivalent acide tannique (EAT) /kg MS) ; TT : tanins totaux (g équivalent acide tannique (EAT) /kg MS) ; TC : tanins condensés (g équivalent leucocyanidine (EL) /kg MS) ; ABT : activité biologique des tanins

TABLEAU 2 : Composition en métabolites secondaires de *Rubia peregrina*
Table 2 : Composition of secondary metabolites of *Rubia peregrina*

enregistrées sont inférieures à celles rapportées par Selmi (2022) (47,9 g EC/kg MS) et supérieures à la teneur de 2,5g EAL/kg MS rapportée par Decandia (2000). L'activité biologique des tanins était supérieure en été (1,45) qu'au printemps (1,2). Ceci est sans doute lié à la concentration en TC et à leur structure chimique (Bouazza *et al.*, 2012).

2.3. Digestibilité *in vitro* et paramètres de fermentation

La production de gaz totale en 72h diminue de façon significative ($p < 0,01$) entre 48,68 ml/0,3gMS au printemps et 28,56 ml/0,3gMS en été (Tableau 3). Ceci est probablement dû, durant la période estivale, à la nature active des tanins condensés qui exercent un effet anti nutritionnel (Naumann *et al.*, 2017). En outre la dMO, estimée à partir de la production de gaz, est supérieure au printemps à celle de l'été (53,83 vs 36,05 %). Les tanins forment des complexes insolubles avec les différents constituants cellulaires en diminuant leur digestibilité (Waghorn, 2008). Les valeurs de digestibilité estimées dans cette étude sont inférieures à celles de Selmi *et al.* (2022) et qui ont obtenu une dMO supérieure à 65 % pour la même espèce récoltée en Tunisie. Alors, les teneurs obtenues varient entre 7,56 et 4,87 MJ/kg MS, 0,86 et 0,39 mmol/seringue et cela au printemps et en été respectivement. Les teneurs au printemps confèrent à la plante d'être une bonne source d'énergie pour les ruminants (NRC, 2001). Néanmoins, Selmi *et al.* (2022) déclarent avoir obtenu des valeurs supérieures aux nôtres (soit 9,6 MJ/kg MS et 1,14 mmol/seringue).

La fermentation des deux substrats incubés est tributaire d'une phase de latence indiquée par les

valeurs négatives de la production de gaz à partir de la fraction soluble (a). Cette phase de latence est imputée au temps nécessaire pour la flore microbienne à s'adapter aux tanins et altérer leur effet (Smith *et al.*, 2005). En outre, la production de gaz à partir de la fraction insoluble (b) au printemps montre une meilleure fermentescibilité de la fraction pariétale par le microbiote ruminal, ce qui se traduit par une vitesse de dégradation supérieure à celle de l'été, période au cours de laquelle, les teneurs en tanins sont élevées, inhibant ainsi les enzymes (Mebirouk-boudechiche *et al.*, 2015).

2.4. L'effet du PEG sur la production du gaz et de méthane

L'action de la présence et de l'absence du PEG sur la production de gaz et du méthane est rapportée dans le tableau 4. Les volumes de gaz enregistrés après 24h d'incubation varient du simple au double entre les deux saisons soit 21,22 ml/0,3 gMS en été jusqu'à 40,53 ml/0,3 gMS au printemps. Cependant l'ajout du PEG a considérablement augmenté la production de gaz avec des taux d'augmentation allant de 20,12 et 45,24 % au printemps et en été respectivement. En effet, le PEG s'attache aux tanins et empêche leur liaison avec les constituants alimentaires et élimine leur effet sur la digestion (Bouazza *et al.*, 2019). L'inactivation des tanins *via* le PEG augmente le flux des nutriments en favorisant l'activité microbienne et la production de gaz (Makkar, 2003b). En outre, les concentrations en méthane en absence du PEG ne représentent pas de différence significative entre les deux saisons ($p > 0,05$). Néanmoins, l'ajout du PEG a fortement contribué à l'augmentation de la production de méthane avec des taux de 76,59 et 127,27 % au printemps et en été

Espèce	Saisons	Gaz Total	Gaz 24h	EM	dMO	AGV	a	b	a+b	c
<i>Rubia peregrina</i> a	Printemps	48,68 ± 1,12	40,53 ± 0,74 ^a	7,56 ± 0,1 ^a	53,83 ± 0,63 ^a	0,86 ± 0,02 ^a	-4,16 ± 0,01 ^b	53,73 ± 0,01 ^a	49,57 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,01 ^a
	Eté	28,56 ± 0,38	21,22 ± 2,31 ^b	4,87 ± 0,01 ^b	36,05 ± 0,01 ^b	0,39 ± 0,01 ^b	-1,27 ± 0,01 ^a	29,9 ± 0,01 ^b	28,63 ± 0,01 ^b	0,04 ± 0,01 ^b
	p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

PT : phénols totaux (g équivalent acide tannique (EAT) /kg MS) ; TT : tanins totaux (g équivalent acide tannique (EAT) /kg MS) ; TC : tanins condensés (g équivalent leucocyanidine (EL) /kg MS) ; ABT : activité biologique des tanins

TABLEAU 3 : Digestibilité *in vitro* et paramètres de fermentation de *Rubia peregrina*
Table 3 : *In vitro* digestibility and fermentation parameters of *Rubia peregrina*

Espèce	Saisons	Production totale du gaz (ml/0,3g MS)			Production de méthane CH4 (ml/0,3g MS)		
		GAZ (-PEG)	GAZ (+PEG)	Taux d'augmentation (%)	CH4(-PEG)	CH4(+PEG)	Taux d'augmentation (%)
<i>Rubia peregrina</i> a	Printemps	40,53 ± 0,74 ^a	48,68 ± 1,12 ^a	20,12 ± 0,55 ^b	7 ± 0,7 ^a	12,36 ± 1,08 ^b	76,59 ± 2,23 ^b
	Eté	21,22 ± 2,31 ^b	30,74 ± 1,92 ^b	45,24 ± 6,73 ^a	7,4 ± 0,77 ^a	16,77 ± 0,79 ^a	127,27 ± 14,96 ^a
	p	0,0001	0,0001	0,0008	0,4036	0,0013	0,0012

TABLEAU 4 : L'effet du PEG sur la production du gaz et de méthane de *Rubia peregrina*
Table 4 : *The effect of PEG on gas and methane production of Rubia peregrina*

respectivement, et montre le rôle des tanins condensés dans la limitation de la production de méthane. Cette augmentation est la résultante de l'effet bloquant du PEG sur les tanins (Rira *et al.*, 2019). Par ailleurs, les tanins condensés peuvent atténuer la production de méthane directement en inhibant les archées méthanogènes ou indirectement en réduisant la production d'hydrogène en raison d'une diminution de la digestion des fibres et de la population de protozoaires dans le rumen (Patra *et al.*, 2017).

Conclusion

Sur la base des résultats de la composition chimique obtenus dans cette étude, on peut conclure que *Rubia peregrina* peut constituer une ressource fourragère alternative aux ruminants en milieu extensif. La technique de la production de gaz *in vitro* montre un bon profil nutritionnel de l'espèce au printemps. Néanmoins, en été l'espèce est caractérisée par une importante activité biologique des tanins qui affecte sa digestibilité. Par ailleurs, l'ajout du PEG a contribué d'une manière significative à l'amélioration de la production de gaz des deux substrats ainsi que l'augmentation de l'émission de méthane ce qui prouve les propriétés anti méthanogène des TC de cette liane. Néanmoins ; il serait nécessaire de conduire des études complémentaires qui porteraient sur l'abondance, l'implantation et la valorisation de cette espèce en alimentation des ruminants.

Accepté pour publication le 16 janvier 2023

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC, (1990). « Official Methods of Analysis. Association of official Analytical Chemists ».
- BELOUAHEM-ABED D., (2012). « Etude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les régions de SKIKDA, ANNABA et EL TARF (Nord-Est algérien) ». Université Badji Mokhtar, ANNABA.
- BOUAZZA L., BODAS R., BOUFENNARA S., BOUSSEBOUA H., AND LOPEZ S., (2012). « Nutritive evaluation of foliage from fodder trees and shrubs characteristic of Algerian arid and semi-arid areas ». *Journal of animal and feed sciences*, The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, PAS, 21(3), 521–536.
- BOUAZZA L., BOUFENNARA S., BENSAAIDA M., ZERAIB A., RAHAL K., SARO C., RANILLA M. J., and LOPEZ S., (2019). « *In vitro* screening of Algerian steppe browse plants for digestibility, rumen fermentation profile and methane mitigation ». *Agroforestry Systems, Springer Science and Business Media LLC*, 94(4), 1433–1443.
- CABIDDU A., DECANDIA M., SITZIA M., and MOLLE G., (2000). « A note on the chemical composition and tannin content of some Mediterranean shrubs browsed by Sarda goats ». *Cahiers Options Méditerranéennes*, 52, 175-178.
- CHAKER-HOUD K., LAADJAL A., MEBIROUK-BOUDECHICHE L., SELMI H., DHIFALLAH A., ROUISSI, H., (2020). « Composition chimique, facteurs antinutritionnels et paramètres de digestibilité de quelques lianes fourragères de l'aulnaie d'Ain Khlar (nord est algérien) ». *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 383.
- DALZELL S., SHELTON M., MULLEN B., LARSEN P., and MCLAUGHLIN K., (2006). « Leucaena: a guide to establishment and management. » *Meat and Livestock Australia*.
- DECANDIA M., SITZIA M., CABIDDU A., KABABYA D., and MOLLE G., (2000). « The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. » *Small ruminant research: the journal of the International Goat Association*, Elsevier, 38(2), 157–164.
- DUNCAN D. B., (1955). « Multiple Range and Multiple F Tests ». *Biometrics*, [Wiley, International Biometric Society], 11(1), 1–42.
- FRESCHI P., FASCETTI S., RIGA F., RIZZARDINI G., MUSTO M., and COSENTINO C., (2021). « Feeding Preferences of the Italian Roe Deer (*Capreolus capreolus italicus* Festa, 1925) in a Coastal Mediterranean Environment ». *Animals : an open access journal from MDPI*, mdpi.com, 11(2).
- GARDINER C., and PARKER A., (2012). « Steer liveweight gains on Progardes™ Desmanthus/Bufel pastures in Queensland ». *Proceedings of the 2nd Australian and New Zealand Societies of Animal Production Joint Conference*, England, New Zealand, agrimixpastures.com.au, 2–5.
- GETACHEW G., BLÜMMEL M., MAKKAR H. P. S., and BECKER K., (1998). « *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. » *Animal feed science and technology*, Elsevier, 72(3), 261–281.
- HOSTE H., JACKSON F., ATHANASIADOU S., THAMSBORG S. M., and HOSKIN S. O., (2006). « The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants ». *Trends in parasitology*, 22(6), 253–261.
- ISO, (2009). « Aliments des animaux. Dosage de l'azote et calcul de la teneur en protéines brutes – Partie 2 : Méthode de digestion en bloc et distillation à la vapeur ». 5983-2.
- JAYANEGARA A., GOEL G., MAKKAR H. P. S., and BECKER K., (2015). « Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population *in vitro* ». *Animal feed science and technology*, Elsevier, 209, 60–68.
- KEMP P. D., MACKAY A. D., MATHESON L. A., and TIMMINS M. E., (2001). « The forage value of poplars and willows ». *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, nzgajournal.org.nz, 115–119.
- MENKE M., (1988). « Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid ». *Animal research and development*, ci.nii.ac.jp, 28, 7–55.
- MAHIEU S., NOVAK S., BARRE P., DELAGARDE R., NIDERKORN V., GASTAL F., and EMILE J.-C., (2021). « Diversity in the chemical composition and digestibility of leaves from fifty woody species in temperate areas ». *Agroforestry Systems*, Springer Science and Business Media LLC, 95(7), 1295–1308.
- MAKKAR H. P. S., (2003a). « Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds ». *Small ruminant research: the journal of the International Goat Association*, Elsevier, 49(3), 241–256.
- MAKKAR H. P. S., (2003b). « Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage: A Laboratory Manual ». *Springer Science & Business Media*.
- MEBIROUK-BOUDECHICHE L., ABIDI S., CHERIF M., and BOUZOURAA I., (2015). « Digestibilité *in vitro* et cinétique de fermentation des feuilles de cinq arbustes fourragères du nord est algérien ». *Revue Médecine Vétérinaire*, 166, 11–12.
- MELESSE A., STEINGASS H., SCHOLLENBERGER M., HOLSTEIN J., and RODEHUTSCORD M., (2019). « Nutrient compositions and *in vitro* methane production profiles of leaves and whole pods of twelve tropical multipurpose tree species cultivated in Ethiopia ». *Agroforestry Systems*, Springer Science and Business Media LLC, 93(1), 135–147.
- MUPEYO B., BARRY T. N., POMROY W. E., RAMIREZ-RESTREPO C. A., LOPEZ-VILLALOBOS N., and PERNTANER A., (2011). « Effects of feeding willow (*Salix* spp.) upon death of established parasites and parasite fecundity ». *Animal feed science and technology*, Elsevier, 164(1), 8–20.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (2001). « Nutrient Requirements of Dairy Cattle ». *The National Academies Press*.
- NAUMANN H. D., TEDESCHI L. O., ZELLER W. E., and HUNTLEY N. F., (2017). « The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions ». *Revista Brasileira de Zootecnia*, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46(12), 929–949.

- NORTON B. W., (1995). « The nutritive value of tree légumes ». *Forage Legumes in Tropical Agriculture*, CABI, 178–191.
- ØRSKOV E. R., and MCDONALD I., (1979). « The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage ». *The Journal of agricultural science*, Cambridge University Press, 92(2), 499–503.
- OZGEN U., HOUGHTON P. J., OGUNDIPE Y., and COSKUN M., (2003). « Antioxidant and antimicrobial activities of *Onosma argentatum* and *Rubia peregrina* ». *Fitoterapia*, Elsevier, 74(7-8), 682–685.
- PATON D., (2003). « Elaboration of a multi-variate model for the determination of the metabolizable energy of Mediterranean bushes based on chemical parameters ». *Journal of arid environments*, Elsevier, 53(2), 271–280.
- PATRA A., PARK T., KIM M., and YU Z., (2017). « Rumen methanogens and mitigation of methane emission by anti-methanogenic compounds and substances ». *Journal of animal science and biotechnology*, Springer, 8, 13.
- PILUZZA G., SULAS L., and BULLITTA S., (2014). « Tannins in forage plants and their role in animal husbandry and environmental sustainability: a review ». *Grass and Forage Science*, Wiley, 69(1), 32–48.
- PORTER L. J., HRSTICH L. N., and CHAN B. G., (1985). « The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin ». *Phytochemistry*, Elsevier, 25(1), 223–230.
- RIRA M., MORGAVI D. P., GENESTOUX L., DJIBIRI S., SEKHRI I., and DOREAU M., (2019). « Methanogenic potential of tropical feeds rich in hydrolyzable tannins^{1,2} ». *Journal of animal science*, Oxford University Press (OUP), 97(7), 2700–2710.
- SELMI H., ROUISSI H., DHIFALLAH A., ABIDI S., JEDIDI S., and ABBES C., (2022). « Activités biologiques et potentiel nutritionnel de *Rubia peregrina* et *Malva sylvestris* chez les ovins et les caprins ». *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, agromaroc.com, 10(1).
- SMITH A. H., ZOETENDAL E., and MACKIE R. I., (2005). « Bacterial mechanisms to overcome inhibitory effects of dietary tannins ». *Microbial ecology*, Springer, 50(2), 197–205.
- CHEMOURI S., (2021). « Impact of weeding methods on the floristic diversity and valorization of weeds in citrus orchards in the region of Tlemcen (Northwest of Algeria) ». University of Santiago De Compostela, Spain.
- USAI M., (2004). « Natural dyes from plants: an ancient resource for modern purposes ». *Chimica e l'Industria*, 86, 66–70.
- VAN SOEST P. J., (1994). « Nutritional Ecology of the Ruminant ». Cornell University Press.
- VAN SOEST P. J., Robertson J. B., and Lewis B. A., (1991). « Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition ». *Journal of dairy science*, Elsevier, 74(10), 3583–3597.
- VELA E., and BENHOUBOU S., (2007). « Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord) ». *Comptes rendus biologies*, Elsevier, 330(8), 589–605.
- WAGHORN G., (2008). « Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges ». *Animal feed science and technology*, Elsevier, 147(1), 116–139.
- YAGOUBI Y., JOY M., RIPOLL G., MAHOUACHI M., BERTOLIN J. R., and ATTI N., (2018). « Rosemary distillation residues reduce lipid oxidation, increase alpha-tocopherol content and improve fatty acid profile of lamb meat ». *Meat science*, Elsevier, 136, 23–29.