



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 34423 B1** (51) Cl. internationale : **A23K 3/03**
- (43) Date de publication : **01.08.2013**

-
- (21) N° Dépôt : **34516**
- (22) Date de Dépôt : **05.01.2012**
- (71) Demandeur(s) : **INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE AGRONOMIQUE, AVENUE ANNASR, RABAT (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Bendaou Mohammed**
- (74) Mandataire : **OTMAN SEBBATA**

-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ D'OBTENTION D'UN ENSILAGE À BASE DE SOUS PRODUIT DE CACTUS ET D'ARGANIER**
- (57) Abrégé : LA PRÉPARATION DE L'ENSILAGE EST RÉALISÉE PAR UN BROYAGE DES REBUTS DE FRUIT DE CACTUS (1) ET L'OBTENTION D'UN BROYAT (2), LA SÉPARATION DES PÉPINS DE FRUIT (3) DU BROYAT (2) POUR DONNER UNE PURÉE DE PELURES ET DE PULPE (4) SANS PÉPINS. LA PURÉE (4) EST ENSUITE ADDITIONNÉE D'UN MÉLANGE (5) CONSTITUÉ D'URÉE, DE SELS MINÉRAUX ET DE SON DE BLÉ POUR AVOIR UN PREMIER MÉLANGE (6). CE DERNIER EST ADDITIONNÉ DE PULPE D'ARGAN BROYÉE (7), DE TOURTEAU D'ARGAN (8) ET DE PAILLE BROYÉE (9) POUR OBTENIR UN SECOND MÉLANGE (10) QUI EST CONSERVÉ EN ANAÉROBIOSE ET SOUMIS À UNE FERMENTATION LACTIQUE (11). APRÈS UNE PÉRIODE DE CONSERVATION DE 2 À 3 SEMAINES, ON OBTIENT UN ENSILAGE (12) QUI EST ADDITIONNÉ D'UN AGENT CORRECTEUR (13) ET DISTRIBUÉ COMME ALIMENT COMPLET ET ÉQUILIBRÉ AUX ANIMAUX EN PRODUCTION.

Résumé

La préparation de l'ensilage est réalisée par un broyage des rebuts de fruit de cactus (1) et l'obtention d'un broyat (2), la séparation des pépins de fruit (3) du broyat (2) pour donner une purée de pelures et de pulpe (4) sans pépins. La purée (4) est ensuite additionnée d'un mélange (5) constitué d'urée, de sels minéraux et de son de blé pour avoir un premier mélange (6). Ce dernier est additionné de pulpe d'argan broyée (7), de tourteau d'argan (8) et de paille broyée (9) pour obtenir un second mélange (10) qui est conservé en anaérobiose et soumis à une fermentation lactique (11). Après une période de conservation de 2 à 3 semaines, on obtient un ensilage (12) qui est additionné d'un agent correcteur (13) et distribué comme aliment complet et équilibré aux animaux en production.

B. Art antérieur

Le cactus (*Opuntia ficus-indica*) est une plante endémique à de nombreuses régions du Maroc avec une superficie d'environ 156 000 ha et une production annuelle supérieure à 1 000 000 de tonnes de fruit. La période de maturité des fruits est relativement courte surtout quand la période estivale est accompagnée de fortes chaleurs. Par conséquent, entre 30 et 50% de ces fruits (ou rebuts) mûrissent rapidement et deviennent impropres à la consommation humaine. Ces rebuts, riches en sucres rapidement fermentescibles, représentent une importante source d'énergie pour l'alimentation animale dans les zones arides et semi-arides. Zones où le cheptel ruminant souffre d'une sous alimentation aigue durant les stades physiologiques les plus importants des animaux, à savoir, la gestation et la lactation.

En alimentation animale, les cladodes ou raquettes de cactus ont été utilisées depuis longtemps comme aliment de bétail pour la sauvegarde du cheptel pendant les périodes de disette dans les zones arides et semi-arides (Nefzaoui *et al.*, 1993 ; de Waal *et al.*, 2006 ; De Cock, 2001). Cependant, les cladodes sont très riches en eau et en hydrates de carbone mais pauvres en protéines et certains minéraux et ne constituent pas un aliment équilibré pour les ruminants (Terblanche *et al.*, 1971 ; Sanz *et al.*, 2004). Quelques auteurs conseillent alors de les débarrasser de leurs épines, les découper en morceaux et les distribuer aux animaux en mélange avec d'autres sous produits tel le son de blé ou d'autres fourrages de faible valeur nutritive. Ces aliments ainsi préparés sont utilisés surtout comme rations d'entretien et de survie des animaux. Certains auteurs préconisent également d'ensiler les cladodes découpées en morceaux en mélange avec des ingrédients cités plus haut et/ou en mélange avec les rebuts de fruits broyés.

Les rebuts de fruit de cactus contiennent aussi beaucoup d'eau (72 à 90%) et une teneur élevée en sucres solubles, mais déficitaires en protéines et en quelques minéraux et constituent aussi un aliment déséquilibré pour l'alimentation animale. Ces rebuts doivent d'être complétés avec des sources de protéines, de certains minéraux et d'une matrice sèche avant d'être utilisés par les animaux. La bibliographie recèle également de préparations d'ensilages à base de rebuts de fruits de cactus ajoutées à une matrice sèche constituée principalement de son de blé, de paille et de pulpe sèche de betterave.

D'autre part, l'arganier qui couvre une superficie d'environ 800 000 ha avec une production annuelle de 120 000 tonnes de fruit, génère d'importantes quantités de sous produits qui constituent des sources très importantes de nutriments pour les ruminants. En effet, le mésocarpe (pulpe) du fruit de l'arganier, source très énergétique (0,9 UF/Kg de MS), est utilisée comme complément chez la chèvre dans le sud du Maroc. Le tourteau d'argan, également, dont la teneur en protéines varie entre 40 et 48% et plus de 25% de matière grasse peut concurrencer le tourteau de soja en termes de valeur nutritive et de coût. Cependant, peu de travaux scientifiques se sont penchés sur la valeur nutritive et l'utilisation de ces sous

produits chez les ruminants. Les rares publications concernant l'utilisation de l'arganier en alimentation animale sont limitées à des travaux de pastoralisme sur les chèvres au sud du Maroc (El Aich et al., 2007) et à l'effet de ce pâturage de ces animaux dans l'arganier sur la teneur de leur viande en acides gras poly insaturés (Bas et al., 2008). D'autres auteurs ont signalé l'importance de la composition chimique des sous produits de l'argan et leurs potentialités alimentaires pour les ruminants (Chaffour et Pioch, 2009).

C. Description de l'invention

L'invention consiste en la mise au point d'une formulation d'un ensilage, pour les animaux ruminants en production, à base de sous produits de cactus et de sous produits de l'arganier. Ces sous produits qui recèlent, séparément, d'importants atouts nutritionnels sont encore peu ou mal valorisés en alimentation animale. Personne n'a pensé associer les protéines des sous produits de l'arganier à l'énergie des rebuts de fruits de cactus dans un même aliment de bonne valeur nutritive. Cette association est d'autant plus bénéfique que les chercheurs ont décelé des acides gras oméga 3 dans la viande de chevreaux alimentés au cactus (Vasta et al., 2008 ; Abidi et al., 2009 ; Atti et al., 2006) et également dans celle des animaux alimentés avec des sous produits de l'arganier (Bas et al., 2008).

La préparation de l'ensilage est réalisée (figure 1) par un broyage des rebuts de fruit de cactus (1) et l'obtention d'un broyat (2), la séparation des pépins de fruit (3) du broyat (2) pour donner une purée de pelures et de pulpe (4) sans pépins. La purée (4) est ensuite additionnée d'un mélange (5) constitué d'urée, de sels minéraux et de son de blé pour avoir un premier mélange (6). Ce dernier est additionné de pulpe d'argan broyée (7), de tourteau d'argan (8) et de paille broyée (9) pour obtenir un second mélange (10) qui est conservé en anaérobiose et soumis à une fermentation lactique (11). Après une période de conservation de 2 à 3 semaines, on obtient un ensilage (12) qui est additionné d'un agent correcteur (13) et distribué comme aliment complet et équilibré aux animaux en production.

Les expériences de base, préalables à ce procédé, que nous avons menées se sont déroulées en deux étapes ; La première était une étude à l'échelle du laboratoire qui avait pour objectifs l'optimisation du procédé d'ensilage à travers plusieurs tests de formulations et la caractérisation chimique et économique de cet aliment. La seconde étape a consisté en des essais de nutrition afin d'évaluer la digestibilité des nutriments et en des essais d'engraissement des ovins pour l'évaluation des performances pondérales et économiques de production de viande.

1. Optimisation du procédé d'ensilage

Dans cette première étape, les rebuts de fruit de cactus, récoltés en fin de saison, ont été entièrement broyés et leur purée a été utilisée à 53% en mélange avec une matrice sèche constituée de composé minéral et vitaminé, d'urée, de son de blé et de paille broyée. L'optimisation de l'enrichissement en protéines de l'ensilage a été

réalisée selon 4 scénarios mettant en jeu 4 sources de protéines qui sont le foin de luzerne, le tourteau de soja, de tournesol et d'argan. Ces sources protéiques ont été ajoutées au mélange de rebuts et de matrice sèche et ensilées dans 132 silos de laboratoire. Une cinétique de la fermentation à 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 30 et 36 jours a été suivie dans ces silos en mesurant le pH, l'azote ammoniacal et la teneur en sucres résiduels.

Les résultats de cette étape ont montré que l'ensilage des rebuts de cactus est stable au bout de 3 semaines de fermentation (figure 2), que la consommation des sucres lors de la fermentation varie de 35,9 ; 37,7 ; 46,1 et 50,3% respectivement pour le tourteau de soja, le tourteau d'argan, le tourteau de tournesol et le foin de luzerne (figure 3). La persistance de sucres solubles au sein de l'ensilage stabilisé permet une meilleure utilisation de l'énergie par la génération d'ATP, nécessaire au bon fonctionnement de la microflore du rumen. D'un autre côté, la formulation de l'ensilage à base du tourteau d'argan a montré le coût le plus faible par rapport aux autres sources protéiques ; soit respectivement 1,30 ; 1,57 ; 2,35 et 1,60 dh/kg pour le tourteau d'argan, le foin de luzerne, les tourteaux de soja et de tournesol. Ces résultats ont conduit au choix du tourteau d'argan dans l'enrichissement en protéines de l'ensilage de rebuts de fruit de cactus dans la suite des travaux.

2. Evaluation des performances de l'ensilage

Dans la seconde étape, une quantité de 3 000 kg d'ensilage a été préparée pour la conduite de l'essai de digestibilité et de l'essai d'engraissement. L'ensilage de rebuts de cactus (ERC), enrichi avec les sous produits de l'argan, a été comparé à un aliment concentré de commerce (ACC) afin d'évaluer les performances du nouvel aliment. L'essai de digestibilité *in vivo*, de 25 jours, a été conduit sur 6 béliers maintenus en cages à bilan et l'essai d'engraissement, de 90 jours, a été conduit sur un troupeau de 24 agneaux répartis en deux lots (2 répétitions). Les mesures sur les animaux vivants durant l'engraissement ont été des pesées à quinze jours d'intervalle et sur les carcasses des animaux abattus, les mesures ont été la longueur et largeur du corps, le rendement et le poids du gras mésentérique.

Les résultats de l'essai de digestibilité *in vivo* ont montré que ACC présente une meilleure digestibilité de la matière sèche, de la matière organique et des protéines par rapport à ERC. Mais l'utilisation des matières grasses et des fibres a été en faveur de l'ensilage. L'essai d'engraissement a montré (figure 4) que les animaux nourris avec ERC déposent moins de gras mésentérique (667 et 733 g) que ceux de l'ACC (1433 et 1700 g). Malgré les gains moyens quotidiens supérieurs des agneaux alimentés à l'aliment de commerce (tableau 1), l'ensilage de cactus a permis une économie de 9,60 dh/kg de poids vif par rapport à l'aliment de commerce.

Considérant le coût compétitif de production de viande à partir de notre ensilage, le procédé pourrait contribuer beaucoup à l'amélioration du revenu des éleveurs et réduire la dépendance alimentaire de leur cheptel. De plus, les caractéristiques

organoleptiques spécifiques des viandes issues de cet ensilage ouvriraient une voie de labellisation des produits animaux dans la zone sud du Maroc.

3. Bibliographie

- Abidi.S, H. Ben Salem, V. Vasta et A. Priolo (2009). Supplementation with barley or spinless cactus (*Opuntia ficus-indica f. inermis*) cladodes on digestion, growth and intramuscular fatty acid composition in sheep and goats receiving oaten hay. *Small Rum. Res.* Vol.87, Issue 1-3, 9-16.
- Atti. N, M. Mahouachi et H. Rouissi. (2006). The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica f. inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. *Meat science.* 73 (2): 229-235.
- Bas. P, E. Dahbi, A. A El Aich, P. Morand-Fehr et A. Araba (2005). Effect of feeding on taffy acid composition of muscles in young goats raised in the Argan tree foerst of Morocco. *Meat Sc.* 71: 317-326.
- Charrouf. Z, Pioch. D (2009). Valorisation du fruit d'arganier, huile d'argan: qualité, diversification. Projet UE/MEDA/ADS. Volet recherché, rapport final.
- El Aich. A, N. El Assouli, A. Fathi, P. Morand-Fehr et A. Bourbouze (2007). Ingestive behavior of goats grazing in the Southern Argan (*Argania spinosa*) forest of Morocco. *Small Rum. Res.* 70: 248-256.
- Vasta V, A Nudda, A Cannas, M Lanza et A Priolo (2008) Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Review. Anim. Feed Sc. And Technol.* 147 ; 223-246.
- Nefzaoui A, A Chermiti, H Bensalem. Spiless cactus (*Opuntia ficus-indica var-intermis*) as supplement for treated straw. 1993. In: Nikolaidis A, papanastis V (Eds), Management of Mediterranean Shrub Lands and related Forage Ressources. FAO, Rome;130-133.
- De Cock. G (2001). The use of *Opuntia* as fodder source in arid areas of southern Africa. In: FAO plant production and protection. Paper 169. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Sanchez. C, H. Berger, J.C. Garcia, L. Galletti, V.G. deCortazar, I. Higuera, C. Mondragon, A. Ridriguez-Felix, E. Sepulveda et M.T. vanero (2006). Utilizacion agroindustrial del nopal. *Bulletin du service agricole de la FAO.* ISBN 92-5-305518-9. pp: 165.
- Terblanche. I.L, A.M. Mulder et J.W. Rossouw (1971). The influence of moisture content on the dry matter intake and digestibility of spinless cactus. *Agro-animalia.* 3, 73-77.

A. Revendications

Nous revendiquons un;

1. Procédé d'obtention d'un ensilage à base de sous produits de cactus et de sous produits de l'arganier, caractérisé par le fait qu'il comprend lors de sa préparation les étapes qui consistent à:
 - (a) Broyer entièrement les rebuts de fruits de cactus (1) pour obtenir un broyat (2) contenant les pelures, la pulpe et les pépins de fruit;
 - (b) Séparer du broyat (2) les pépins de fruit (3) et la purée (4) de pelures et de pulpe de fruit de cactus;
 - (c) Ajouter à la purée (4) une matrice (5) constituée d'un composé minéral et vitaminé, de l'urée et du son de blé pour obtenir un premier mélange (6);
 - (d) Ajouter au mélange (6) la pulpe d'argan (7), le tourteau d'argan (8) et la paille broyée (9) pour obtenir un second mélange (10) ;
 - (e) Homogénéiser et Malaxer le mélange (10) et lui appliquer une fermentation lactique (11) pour obtenir un ensilage (12); et
 - (f) Mélanger l'ensilage (12) avec un agent correcteur (13) pour obtenir un aliment complet et équilibré (14) à distribuer aux animaux en production.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'à l'étape (a), les rebuts de fruit de cactus sont entièrement broyés et séparés ou non de leurs pépins à l'étape (b).
3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé par le fait qu'à l'étape (c), la purée est additionné de 2 à 5% d'un composé minéral et vitaminé, de 1 à 5% d'urée et de 5 à 15% de son de blé.
4. Procédé selon les revendications 1 à 3, caractérisé par le fait qu'à l'étape (d), le mélange (6) est additionné de 5 à 25% de pulpe d'argan, de 10 à 40% de tourteau d'argan et de 5 à 20% de paille broyée.
5. Procédé selon les revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'à l'étape (e), le mélange (10) est malaxé et conservé en absence d'air (anaérobiose) pour une fermentation lactique.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que l'ensilage (12) est additionné d'un agent correcteur (13) avant sa distribution aux animaux.
7. Procédé selon les revendications 1, 3 et 4, caractérisé par le fait que l'ensilage obtenu contient les concentrations minimales en matière sèche de 16% de protéines brutes, 2% de phosphore, 3% de calcium et 6% de matière grasse.

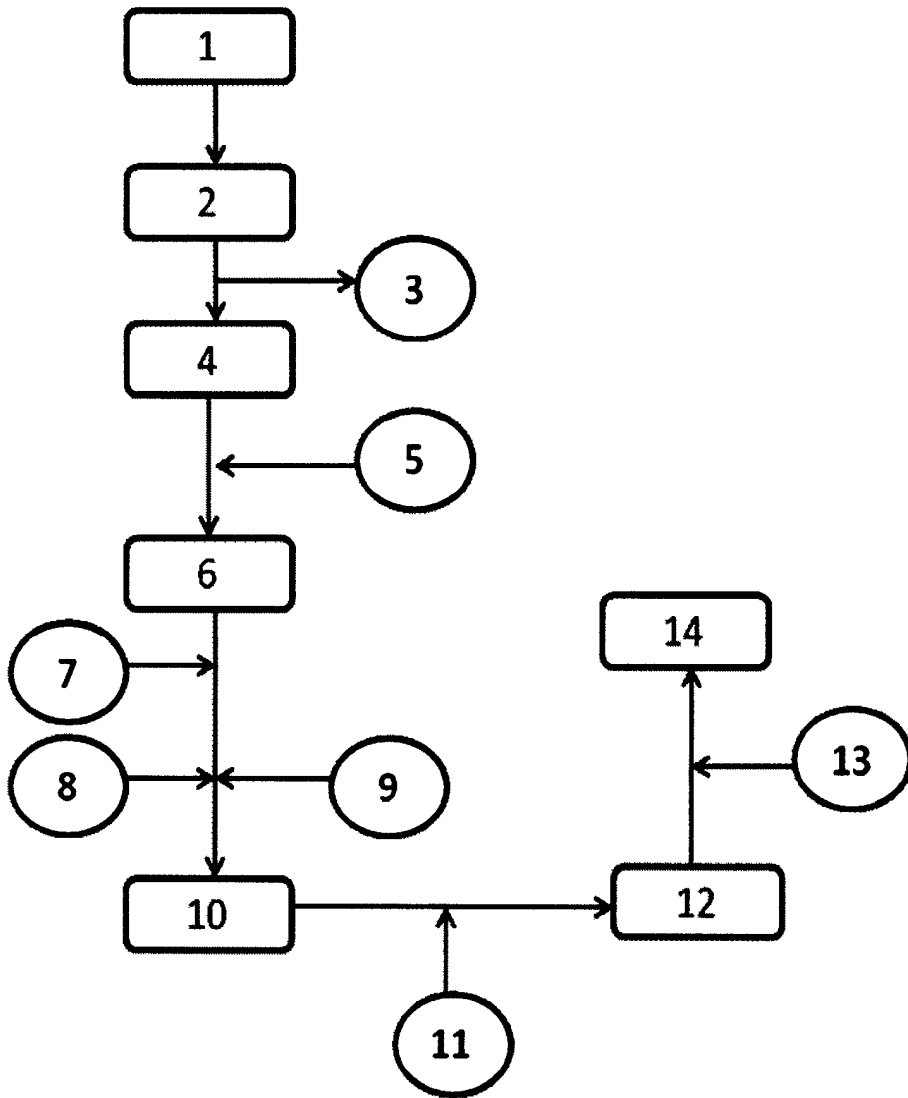


Figure 1

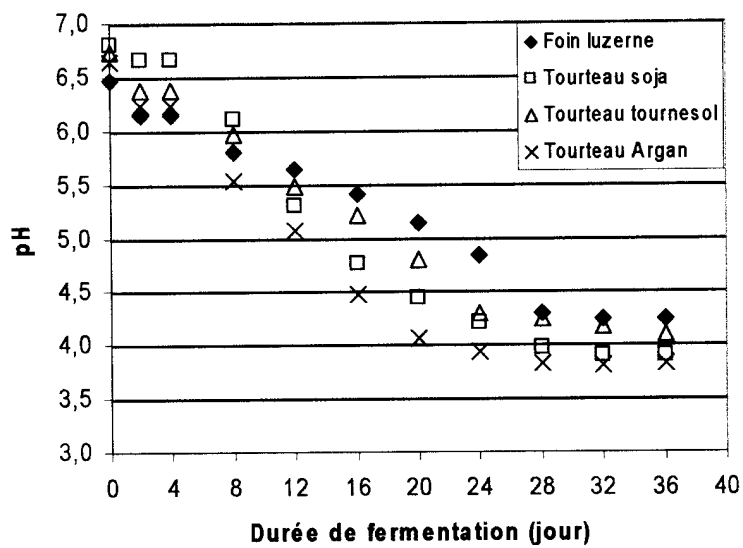


Figure 2 : Evolution du pH lors de la fermentation de l'ensilage des rebuts de fruits de cactus en fonction de la source protéique.

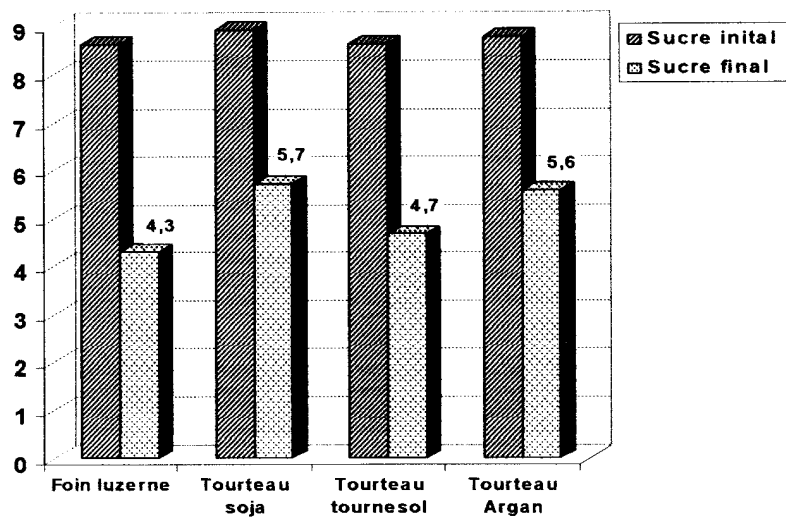


Figure 3 : Consommation des sucres totaux à la stabilité de l'ensilage de rebuts de fruits de cactus en fonction de la source protéique

Tableau 1: Effet des rations à base d'ensilage de rebuts de fruit de cactus et d'aliment concentré de commerce sur le coût de production de viande, les performances d'engraissement et la qualité des carcasses des agneaux.

Performances d'engraissement	ERC	ACC	SL
Ingestion volontaire de la MS (g/kg P.V ^{0,75})	72	60	**
Gain moyen quotidien (g)	195	255	***
Coût des rations (Dh/kg MS)	2,72	3,37	**
Coût de production du kg de poids vif (Dh/kg)	15,87	25,51	***
Qualité des carcasses			
Poids des carcasses (kg)	19,13	24,55	**
Rendement de la Carcasses (%)	49,29	54,24	***
Poids du gras mésentérique (g)	732	1382	***

P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001. P.V : Poids vif. P.V^{0,75}: poids métabolique,

MS: matière sèche. ERC : Ensilage à base de rebuts de fruits de cactus.

ACC : Aliment concentré de commerce.

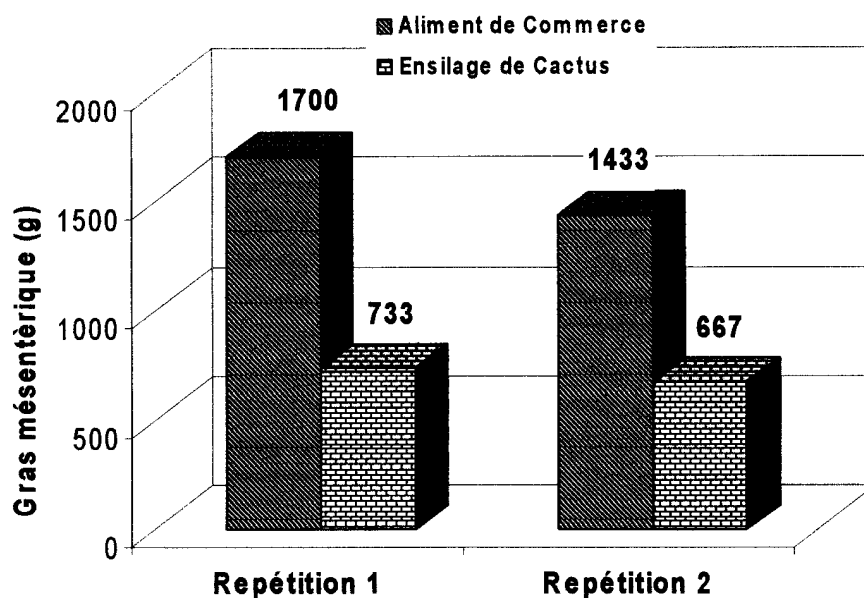


Figure 4 : Poids du gras mésentérique dans les carcasses des agneaux en fonction de la ration d'engraissement.