

Faisabilité technico-économique des bouchons alimentaires fabriqués pour les petits éleveurs en Tunisie

Boubaker Dhehibi¹, Oussama Jebali¹, Aymen Frija¹, Udo Ruediger¹, Hassen Ouerghemmi¹, Zied Idoudi¹, Mourad Rekik¹, Monia El Ayed², Anis Zaiem², Faouzi Harrouchi³, Nizar Moujahed⁴

¹ Resilient Agricultural Livelihood Systems Program (RALSP), Centre International de Recherche Agricole dans les Zones Arides (ICARDA) – Tunis, Tunisie

² Office de l'Élevage et des Pâturages (OEP), Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP) – République de Tunisie – Tunis, Tunisie

³ Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles (DGACTA), Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP) – République de Tunisie – Tunis, Tunisie

⁴ Département des Sciences Animales (DSA), Unité de Recherches Écosystèmes et Ressources Aquatiques, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT) – Tunis, Tunisie

I. Contexte

En Tunisie, l'importation annuelle de grandes quantités de matières premières pour l'alimentation du bétail (maïs, tourteaux de soja, orge, etc.) représente une forte sortie de devises qui fragilise le secteur de l'élevage et le rend dépendant des prix sans cesse croissants du marché international. Cela se traduit également par une diminution de la fiabilité des chaînes d'approvisionnement en aliments pour bétail. Celles-ci sont contrôlées ou gérées par les institutions publiques (*Office de l'Élevage et des Pâturages, Office des Céréales, Union Tunisienne pour l'Agriculture et la Pêche*) et les entreprises privées (importation et fabrication d'aliments). En outre, les éleveurs subissent de plus en plus les effets des changements climatiques et de la diminution de la biomasse disponible pour le pâturage, ainsi que la forte augmentation des coûts de production et les dépenses liées à l'élevage, notamment au cours des périodes de pénurie (automne et début de l'hiver). À ceci s'ajoutent des problèmes de dégradation des sols due aux faibles rotations

et intégration des légumineuses fourragères ou autres dans les plans d'assolement. La première orientation technique de la stratégie ACTA2050¹ en Tunisie préconise la protection et la régénération physique des sols en priorité sur les zones de potentiel agronomique prouvé, et l'amélioration de leur fertilité. Le programme d'action de la même stratégie prévoit une meilleure contribution à l'augmentation de la disponibilité des ressources fourragères surtout à travers la valorisation des zones marginales (sols à faible potentiels) ou l'encouragement des cultures fourragères légumineuses à fort potentiel de régénération des sols. Ces efforts se heurtent généralement, entre autres, à une faible adoption des agriculteurs de ces cultures à cause du manque des semences, des intrants et du savoir-faire quant à l'usage et le stockage.

La situation de pénurie et des coûts élevés des aliments fourragés et concentrés obligent un recours à des alternatives alimentaires appropriées

et peu coûteuses, dont la valorisation des ressources locales (sous-produits agroalimentaires, résidus des récoltes, arbustes fourragers, biomasse de fourrages de bonne qualité produits sur ferme, etc.). Ces produits alternatifs sont donnés directement aux animaux, préservés par séchage ou ensilage, ou mélangés à d'autres ressources alimentaires (grains de céréales, compléments protéiques, compléments minéraux et vitaminiques, etc.). Ils sont conditionnés soit sous forme de blocs multi-nutritionnels, soit sous forme de bouchons, comme c'est de plus en plus le cas. Cette dernière alternative a récemment été diffusée dans plusieurs pays par le biais d'un certain nombre de projets de recherche/de développement et d'autres initiatives locales, et semble réellement efficace sur le plan technico-économique.

À travers plusieurs projets R4D (Prosol – SWC@Scale²; CRP-Livestock “feed and forages”³ et CLCA⁴), l'ICARDA et ses partenaires

¹ Stratégie pour l'Aménagement et la Conservation des Terres Agricoles (ACTA) à l'horizon 2050. Voir le lien ci-dessous pour plus de détails : <http://www.onagri.nat.tn/uploads/docagri/167-AG.pdf>.

² Projet SWC@Scale : Towards the Effective Scaling of Soil and Water Conservation Technologies under Different Agroecosystems in North and Central West Tunisia (<https://mel.cgiar.org/projects/icardaprosol>) dans le cadre d'un programme mondial du GIZ (www.giz.de/en/worldwide/33459.html).

³ Projet CRP-Livestock : (<https://livestock.cgiar.org/>).

⁴ Projet CLCA : Use of Conservation Agriculture in Crop-Livestock Systems in the Drylands for Enhanced Water Use Efficiency, Soil Fertility and Productivity in NEN and LAC Countries (<https://mel.cgiar.org/projects/clca2>).

nationaux ont introduit au cours des dernières saisons agricoles des machines de fabrication de bouchons qui sont importées. Elles ont été fournies contre une participation de 10% des promoteurs, des coopératives et associations d'agriculteurs dans le but de développer des micro-entreprises et de stimuler la nutrition des troupeaux locaux. Plusieurs formules de bouchons ont été diffusé sur la base des ressources locales inventoriées. Certaines formules sont encore en phase d'expérimentation. Elles font l'objet du présent document dans le but de valider leur fiabilité technico-économique.

La technologie des bouchons alimentaires (Annexes) a prouvé son efficacité à plusieurs reprises. En effet, le broyeur électrique à filière plate est très pratique et peut traiter différents types de matières premières et de sous-produits, mélangés avec d'autres ressources et additifs pour diverses catégories d'animaux (ruminants, avicoles, cunicole, et même en aquaculture).

Cette machine électrique importée est disponible dans de nombreux modèles adaptés aux besoins de chaque utilisateur (petits modèles de 100 à 150 kg/h et modèles industriels de 3 t/h). Dans la présente étude de cas, nous nous intéresserons à deux types différents : i) le petit modèle de 150 kg/h (220 volts) et ii) un modèle relativement plus grand de 0,5 à 0,6 t/h (380 volts). Les formules sont basées sur les ressources disponibles (grain d'orge, son de blé, maïs, féverole, etc.) et les coproduits agro-industriels (dattes déclassées, noyaux de dattes, sous-produits de l'olivier, etc.).

II. Bouchons alimentaires : création d'une activité commerciale durable déterminée par les coûts

Aperçu sur la technologie des bouchons alimentaires

La fabrication des bouchons alimentaires consiste à convertir des aliments sous forme de particules finement broyées en bouchons denses à l'aide d'un processus de pressage mécanique. Dans le cas de la Tunisie, ces bouchons sont essentiellement constitués de sous-produits agro-industriels (grignons d'olives, son de blé, dattes déclassées et légumineuses telles que la féverole) associés à d'autres produits comme les compléments minéraux et vitaminiques (Tableau 1). Ces bouchons sont utilisées comme complément des fourrages et des concentrés pendant les périodes de pénurie ou de déficit alimentaire (fin d'été, automne et début de l'hiver). Cette alternative est une stratégie alimentaire intéressante pour les ruminants, surtout en cas de rationnement ou lorsque les pâturages sont en piteux état.

Pourquoi les bouchons alimentaires sont-ils une technologie prometteuse pour l'alimentation du bétail ?

Les bouchons alimentaires présentent de multiples intérêts économiques et financiers, à savoir :

- Remplacement partiel des aliments concentrés importés et évitement de l'irrégularité de leur approvisionnement sur le marché
- Épargne des devises et réduction de la dépendance vis-à-vis de l'étranger relative à la disponibilité des aliments ou les fluctuations des prix
- Création d'emploi et d'une source de revenus pour les petites

entreprises et coopératives agricoles

- Réduction des coûts de production (produits locaux et rendement des machines) et meilleure résilience face aux chocs financiers du marché

Les bouchons alimentaires offrent plusieurs intérêts techniques :

- Meilleur équilibre grâce à la complémentarité nutritionnelle entre les ingrédients de la même formule et simplification de la distribution aux animaux
- Source et réserve supplémentaires d'aliments, notamment pour les saisons et les régions sèches
- Pratique protectrice et respectueuse de l'environnement grâce au traitement des sous-produits et des résidus de diverses récoltes qui sont parfois polluants
- Longue durée de conservation par séchage permettant à l'éleveur de mieux faire face à certaines pénuries du marché pendant les saisons de forte demande (automne, hiver et fête religieuse comme l'Aïd)

Inconvénients et contraintes de la production des bouchons alimentaires

La technique des bouchons alimentaires présente certaines contraintes ainsi que des inconvénients. En effet, elle dépend largement de la disponibilité des sous-produits et des quotas imposés sur les produits subventionnés (orge et son qui représentent jusqu'à 40 % de l'aliment), d'où une production parfois périodique. D'autre part, cette activité nécessite l'accès à un voltage de 380 volts pour produire de grandes quantités. Or cet accès requiert une longue procédure administrative auprès de la compagnie de distribution d'électricité. Il convient également de noter qu'il est nécessaire d'avoir des ingrédients bien séchés (environ 20 % d'humidité au maximum) pour éviter les problèmes de fabrication (bouchage).

Facteurs affectant la qualité des bouchons alimentaires

Les bouchons alimentaires de bonne qualité sont des agglomérés qui peuvent résister à des manipulations répétées, comme l'ensachage, le transport et le stockage, sans casse excessive ni production de particules fines. La qualité et la conservation de ces bouchons peuvent être affectées par différents facteurs, principalement la composition de la formule (matières premières et additifs utilisés). En effet, certains ingrédients ont un impact positif sur la qualité et la durabilité des granulés (effets liants et conservateurs), tandis que d'autres peuvent en dégrader la nature. Ces considérations sortent du cadre de cette note et font l'objet d'une recherche distincte en cours en Tunisie.

III. Plan d'affaires pour les bouchons alimentaires : création d'une activité commerciale durable déterminée par les coûts et d'un outil utile pour la prise de décision

Caractéristiques techniques

Deux modèles de machines ont été distribués par l'ICARDA et ses partenaires nationaux : un grand modèle (d'une capacité de 500 kg/h) qui peut répondre au besoin d'une communauté relativement importante sous la supervision du personnel technique de l'OEP, et un petit modèle pour les agriculteurs individuels (d'une capacité de 125 kg/h).

Indicateurs du plan d'affaires

Une enquête menée auprès de 700 agriculteurs dans des régions arides de Tunisie (Kairouan et Zaghouan) a montré que la plupart des

agriculteurs sont intéressés par les bouchons alimentaires et qu'il existe deux types de machines en Tunisie : un modèle importé d'une capacité de 20 tonnes par jour coûtant environ 30 000 euros et un modèle produit localement d'une capacité de 1 à 2 tonnes par jour coûtant 2 700 euros. Le projet a opté pour les modèles chinois importés par l'entreprise *Juhaina*. Ces derniers modèles font l'objet de cette étude.

L'évaluation des indicateurs financiers et économiques de cette machine démontre sa rentabilité d'investissement avec un taux d'actualisation de 5 % dans tous les cas considérés (Tableau 2). Dans le scénario le plus défavorable, les facteurs économiques présentés dans le Tableau 2 suggèrent un bénéfice net moyen d'environ 2 902 DT (dinars tunisiens) par an lors de l'utilisation de cette machine pour usage personnel à raison de 8 heures de fonctionnement par jour pendant 180 jours/an. D'autres indicateurs ont été considérés en utilisant ce taux d'actualisation :

- a. **L'indice de rentabilité (IR)** (ou taux d'investissement) : indicateur d'aide à la prise de décision utilisé pour évaluer la pertinence d'un projet. Si l'IR est supérieur à 1, le projet est adopté. S'il est inférieur à 1, le projet est abandonné. Dans les cinq cas, l'IR est supérieur à 1. La rentabilité est clairement confirmée et le projet peut être adopté.
- b. **La période de récupération du capital investi (PRCI)** : temps nécessaire pour recouvrir le coût d'investissement. Avec un taux d'actualisation de 5 %, la période de récupération pendant laquelle un investissement atteint un seuil de rentabilité est inférieure à un an (opportunité d'un investissement liée à la période de récupération).

- c. **Le retour sur investissement (RI)** : comparaison du gain ou de la perte d'un investissement par rapport à son coût. Des retours sur investissement plus élevés signifient des investissements plus attractifs. Dans le cas présent, l'indicateur de retour sur investissement est supérieur à 1 dans les cinq études de cas : entre 3,32 % et 19,94 %. Cela signifie que les rendements totaux dépassent les coûts totaux. Cette affirmation est aussi confirmée par les indicateurs de rentabilité actualisés à savoir le rapport avantage coût (RAC) et le taux de rendement interne (TRI).

Globalement, investir dans une machine à bouchons alimentaires dans les systèmes d'élevage mixte en régions arides pourrait permettre d'économiser des fonds, de créer des emplois et de générer à l'avenir des activités axées sur l'alimentation animale d'une manière rentable et durable (Tableau 2).

Risques

Le risque est défini comme la probabilité qu'un résultat ou que les gains réels d'un investissement dans une nouvelle technologie diffèrent du résultat ou du rendement attendu. Dans ce genre d'investissement et pour les évaluations analytiques, six types de risques et plusieurs façons de les quantifier sont pris en compte :

1. **Risques financiers : moyens à élevés**, car les machines à bouchons nécessitent l'utilisation de sous-produits disponibles et à coût moyen. En cas de rareté ou de pénurie, ces coûts, et donc les risques, seront élevés.
2. **Risques opérationnels : faibles** pour la partie services (c.-à-d. risques de maintenance, car les pièces de rechange sont disponibles via l'importateur *Juhaina*) et compétences, car ces services sont fournis en plus de

la disponibilité de l'expertise et de la main-d'œuvre. Certains risques de disponibilité de matières premières, comme le son, sont considérés comme **élevés**.

3. **Risques d'infrastructures : très élevés** à cause du réseau électrique. Le réseau rural actuel n'est pas adapté à la technologie des machines à bouchons : il est d'un voltage de 220V alors que la technologie nécessite 380V.
4. **Risques de marché : faibles** en raison de la forte demande d'aliments pour bétail pour une grande période de l'année.
5. **Risques physiques : faibles**, car ces risques (intempéries et maladies) n'affectent pas directement ce type d'activité.

IV. Conclusions et perspectives de durabilité

Les indicateurs économiques et financiers révèlent que les bouchons alimentaires fabriqués localement

présentent un coût d'investissement initial raisonnable et encourageant. Pour garantir la durabilité de l'activité commerciale, il faudrait considérer les aspects suivants :

- Conception de formules diversifiées pour une large gamme de catégories de ruminants
- Minimisation des dépenses et disponibilité d'une réserve financière pour l'achat des matières premières
- Adoption d'un plan d'affaires élémentaire incluant une stratégie de marketing simple au niveau local
- Investissement dans l'expertise relative aux ingrédients et aux formules appropriées, et mise en place de partenariats viables (agriculteurs, organisations, secteur privé, etc.)
- Intégration d'un système complet (broyeur et bouchonneuse) sous forme d'une petite unité industrielle visant à répondre aux besoins des petits exploitants

Remerciements

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé à ce projet et qui ont contribué à son succès, à savoir tous les agri-entrepreneurs qui ont donné de leur temps, partagé leurs connaissances et données sur ces questions importantes, et guidé les discussions ayant permis l'élaboration de ce document.

Ce travail de recherche est soutenu par de nombreux projets et initiatives, notamment le projet « *Towards the Effective Scaling of Soil and Water Conservation Technologies under Different Agroecosystems in North and Central West Tunisia* » financé par le programme PROSOL du GIZ (Ministère Fédéral Allemand de la Coopération Économique et du Développement) ; le projet « *Use of Conservation Agriculture in Crop-Livestock Systems in the Drylands for Enhanced Water Use Efficiency, Soil Fertility and Productivity in NENA and LAC Countries* » et le programme de recherche du CGIAR sur l'élevage (CRP élevage <https://livestock.cgiar.org/>).

Encadré 1. Faits saillants

- i. La machine à bouchons alimentaires est un outil de développement potentiel prometteur pour la gestion des ressources alimentaires dans les systèmes et les contextes d'élevage des programmes communautaires.
- ii. La machine à bouchons alimentaires est une technologie peu coûteuse, rentable, pertinente, durable et créatrice d'emplois, aussi bien pour les exploitations polyculture-élevage que pour les communautés agropastorales, oasiennes et sahariennes.
- iii. Cette technologie présente des avantages économiques, dont le faible prix des ingrédients, les rendements élevés et la facilité d'accès aux machines.
- iv. La production locale de bouchons alimentaires est une source potentielle de revenus pour les coopératives agricoles.
- v. La production locale de bouchons alimentaires permet d'épargner des devises, de réduire le transport de matières premières importées comme le soja et le maïs, contribuant ainsi indirectement à la réduction des émissions de GES (atténuation du changement climatique).
- vi. La production locale de bouchons alimentaires réduit la pollution et respecte l'environnement.

Avis de non-responsabilité

Les opinions exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'ICARDA, du GIZ, de l'IFAD, du CGIAR ou de tout autre partenaire de recherche et de développement impliqué dans ce programme de recherche.

Pour plus d'informations sur ce document

- Boubaker Dhehibi, économiste des ressources naturelles, RALS-SEP-ICARDA, Tunisie : b.dhehibi@cgiar.org
- Aymen Frija, économiste agricole (modélisation économique), RALS-SEP-ICARDA, Tunisie : a.frija@cgiar.org

Partenaires et bailleurs de fonds



Annexes

Table 1. Différentes formules de bouchons alimentaires chez différents acteurs (éleveurs, organisations, organismes de développement et autres acteurs privés)

Formules Ingrédients	Formules des bouchons (%)				
	Formule 1 (Youfeed 2)	Formule 2 (SMSA Ankoud El Khaier 2)	Formule 3 (Fermier privé)	Formule 4 (SMSA Ettouen)	Formule 5 (OEP/GDA El Marai (Kébili))
Dates déclassées	30	-	40	-	-
Féverole	25	-	-	22,5	-
Son de céréales	26	20	15	22,5	16
Grains d'orge	15	30	15	23	30
Mais	-	26	-	-	-
Tourteaux de soja	-	20	-	-	-
Luzerne	-	-	26	-	10
Coque d'amande	-	-	-	28	-
Concentré commercial	-	-	-	-	16
Noyau de dattes	-	-	-	-	26
Sel	-	-	2	1	-
CMV (complément minéral et vitaminique)	4	4	2	3	2
Coût total moyen (DT/t)	714	956,8	341,5	552,3	513

Source : Équipe du projet, à partir des données collectées auprès des bénéficiaires de machines à bouchons (2021).

Note : 1 Dinar tunisien = 0,33 US \$ (Moyenne : janvier – août 2022).

Table 2. Plan d'affaires pour la fabrication locale de bouchons alimentaires ; indicateurs économiques et financiers

	Indicateurs	Cas pratique 1 You Feed2 (grande machine)	Cas pratique 2 SMSA Ankoud El Khaier 2 (grande machine)	Cas pratique 3 Éleveur privé (petite machine)	Cas pratique 4 SMSA Ettaaouan 2 (grande machine)	Cas pratique 5 OEP/GDA El Marai (Kébili) (grande machine)
	Coût de production (DT/t)	714,00	965,80	341,50	552,34	513,23
	Production par an (tonne)	1 200	1 200	360	1 200	1 200
	Prix de vente (DT/t)	750,00 (+ 5 %)	Non commercialisé (Max. + 4 %)	Non commercialisé (+ 5 % = 358,57)	592,34 (+ 7,25 %)	En phase expérimentale (+ 6 % = 544,02)
Critères de rentabilité non actualisés	Bénéfice net moyen (DT/an)	5 877,73	13 422,12	5 380,92	8 136,9	2 902,16
	Indice de rentabilité (IR) (1 + (Valeur actualisée nette/ Investissement initial))	4,57	10,43	10,34	15,34	2,25
	Période de récupération du capital investi, PRCI (années)	1,18	0,52	0,40	0,85	2,31
	Retour sur investissement (RI)	19,94 %	37,81 %	110,65 %	27,07 %	3,32 %
	Analyse du seuil de rentabilité, ASR (Retour sur ventes par dinar investi)	0,014 (1,4 %)	0,023 (2,3 %)	0,025 (2,5 %)	0,024 (2,4 %)	0,0099 (0,1 %)
Critères de rentabilité actualisés	Valeur actualisée nette (VAN)	32 144,14	84 954,8	23 304,5	48 147,37	11 315,13
	Rapport avantage coût (RAC)	3,57	9,43	9,34	14,34	1,25
	Taux de rendement interne (TRI)	Très élevé	Très élevé	Très élevé	Très élevé	141 %

Source : Équipe du projet, à partir de données collectées auprès des bénéficiaires de machines à bouchons (2022).

Note : 1 Dinar Tunisien = 0,33 US \$ (Moyenne : janvier – août 2022).