

Modélisation des impacts environnementaux de la chaîne de valeur du lait en Tunisie

Rein van der Hoek, Birthe Paul, Wahid Marouani, Imed Werghi, Nele Gloy

octobre 2021

Alliance



Table de matières

Table de matières	i
Liste de tableaux	ii
Liste de figures	ii
Abréviations	iii
1. Introduction	1
2. Zones d'étude et méthodologie	3
2.1 Zones d'étude	3
2.2 Typologie	4
2.3 Méthodes et plan de collecte des données	4
2.4 L'outil CLEANED	5
3. Pratiques actuelles	6
3.1 Jendouba	6
3.2 Sidi Bouzid	6
4. Impacts « Ligne Base » et « Bonnes Pratiques »	8
4.1 Interventions « Bonnes Pratiques »	8
4.2 Productivité	9
4.3 Rations alimentaires et besoin de terre	11
4.5 Impacts environnementaux	13
4.6 Conclusions et possibles prochaines étapes	16
Bibliographie	18
Annexe A : Résultats des analyses de sol	19
Annexe B : Paniers d'aliments par système d'élevage (LB et BP)	21

Liste de tableaux

Tableau 1 : Typologie des systèmes d'élevage dans l'étude	4
Tableau 2 : « Bonnes Pratiques » proposées pour l'analyse CLEANED.....	8
Tableau 3 : Caractéristiques productives de typologies de ferme - Jendouba	9
Tableau 4 : Caractéristiques productives de typologies de ferme - Sidi Bouzid	9
Tableau 5 : Utilisation de fumier par culture (fraction de la quantité totale disponible)	10
Tableau 6 : Doses d'engrais azotés par culture (kg N/ha)	10

Liste de figures

Figure 1 : carte de Tunisie avec les gouvernorats.....	3
Figure 2 : Taille du cheptel bovin par gouvernorat.....	3
Figure 3 : Distribution du bétail (bovins) en fonction du nombre de têtes par ferme.....	4
Figure 4 : Rations par origine d'aliments.....	11
Figure 5 : Besoin de terre par origine d'aliments	11
Figure 6 : Rations par catégorie d'aliments	12
Figure 7 : Besoin de terre par catégorie d'aliments	12
Figure 8 : Rations par type d'aliments.....	13
Figure 9 : Besoin de terre par type d'aliments	13
Figure 10 : Bilans d'azote	14
Figure 11 : Erosion	14
Figure 12 : Emissions de GES.....	14
Figure 13 : Besoin en eau	15
Figure 14 : Protéine importée	15
Figure 15 : Valeur de production, coûts	16
Figure 16 : Marge brute	16

Abréviations

BP	Scénario « Bonnes Pratiques »
CLEANED	Comprehensive Livestock Environmental Assessment for Improved Nutrition: un outil pour l'évaluation ex ante des impacts environnementaux de l'élevage
EX	Système d'élevage « Extensif »
GES	Gaz à Effet de Serre
HS	Système d'élevage « Hors Sol »
II	Système d'élevage « Intégré en Irrigué »
IP	Aliment importé
IS	Système d'élevage « Intégré en Sec »
JE	Jendouba
LB	Scénario « Ligne Base »
MS	Matière Sèche
OFC	Concentré produit hors ferme
OFR	Aliment grossier produit hors ferme
SB	Sidi Bouzid
TND	Dinar tunisien

1. Introduction

En Tunisie, le secteur agricole fait face à plusieurs enjeux de productivité et de compétitivité, notamment, un faible taux de transformation des produits agricoles, un faible esprit d'entrepreneuriat chez les petits agriculteurs et agricultrices, une gestion inadéquate et une surexploitation des ressources naturelles. Le projet « Innovations pour l'Agriculture et l'Agro-Alimentaire » (IAAA) vise à promouvoir les petites exploitations agricoles afin d'aider celles-ci à augmenter durablement leurs productions ainsi que leurs revenus. Pour atteindre ces objectifs, il appuie l'innovation dans le secteur agricole et agro-alimentaire. Lancé en mars 2015, le projet intervient par ses différentes activités principalement dans les gouvernorats du Nord-Ouest et du Centre-Ouest de la Tunisie. Le projet IAAA introduit des innovations dans les filières lait et pomme de terre à travers ses différents partenaires et sous le lead du partenaire d'exécution, l'Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA). Les innovations se présentent sous forme de formations et conseils innovants, matériels et approvisionnement.

Ces dernières années, l'importance d'une agriculture intelligente face au climat s'est accrue. Les sécheresses croissantes et l'exploitation des ressources déstabilisent la situation des agriculteurs et entraînent une dégradation de l'écosystème. Une stratégie vers une agriculture intelligente face au climat se compose de plusieurs piliers : analyse de vulnérabilité, mesures d'adaptation et d'atténuation. Le projet IAAA a lancé un partenariat en 2019 avec le Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT : International Centre for Tropical Agriculture) sur une analyse de vulnérabilité face au changement climatique dans les deux filières sélectionnées : lait bovin et pomme de terre. Dans une deuxième étape, le projet envisage d'évaluer l'impact environnemental dans la filière lait au niveau régional dans les gouvernorats Jendouba dans le Nord-Ouest et Sidi Bouzid dans le Centre-Ouest.

Les efforts de transformation des chaînes de valeur doivent être équilibrés avec la durabilité à long terme et avec la gestion de l'environnement. Il est donc important d'évaluer les impacts environnementaux potentiels avant de se lancer dans des projets de développement à grande échelle.

L'objectif principal de cette activité était d'évaluer les impacts environnementaux potentiels de la transformation de la chaîne de valeur laitière en Tunisie avec le modèle CLEANED (Notenbaert et al, 2016), à travers d'une collaboration entre l'Alliance/CIAT et la GIZ et partenaires . Les objectifs spécifiques de l'étude étaient :

1. Une première analyse sur le changement climatique
2. L'évaluation de l'impact environnemental, climatique et économique actuel des petites exploitations laitières dans les zones d'intervention du projet à travers ses composantes de formation FBS et FIL
3. L'évaluation de l'impact environnemental, climatique et économique et le développement de recommandations pour les petites exploitations laitières et l'évaluation ex-ante de leurs impacts
4. La formation des partenaires sur l'outil CLEANED pour faire des études similaires dans les autres régions du pays.

The projet était divisé en trois étapes: i) Phase de démarrage (révision de la littérature et documentation, examiner les données existantes et identifier les lacunes, identification préliminaire de la typologie fermes laitières pour un échantillon représentatif, adapter la méthodologie proposée et le plan de collecte des données, réviser les méthodes de collecte

des données); ii) Collecte des données; iii) Analyse et synthèse (évaluer les impacts/compromis environnementaux avec le modèle CLEANED: l'application du modèle, scénarios, ateliers de validation (discussions « focus group ») , évaluation des impacts régionaux, rédaction de rapports).

2. Zones d'étude et méthodologie

2.1 Zones d'étude

L'étude a eu lieu dans les gouvernorats de Jendouba (Nord-Ouest) et de Sidi Bouzid (Centre).



Figure 1 : carte de Tunisie avec les gouvernorats

Les deux régions sont les zones d'intervention du projet de chaîne de valeur du lait de la GIZ, représentent 70 % de l'ensemble des chaînes de valeur du lait en Tunisie et, par les différentes conditions climatiques, édaphiques et socio-économiques, possèdent des caractéristiques distinctes de l'alimentation du bétail.

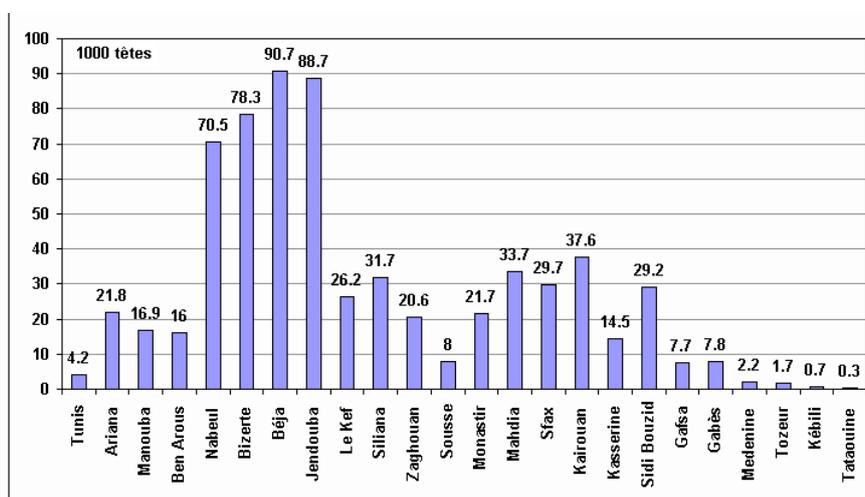


Figure 2 : Taille du cheptel bovin par gouvernorat

2.2 Typologie

Après une discussion en trois sessions et une validation avec les partenaires, la typologie suivante a été adoptée :

Tableau 1 : Typologie des systèmes d'élevage dans l'étude

Système (nombre de vaches)	Jendouba	Sidi Bouzid
Extensif (1-5 vaches)	++	non-existent
Intensif intégré en irrigation (1-5)	++	++
Intensif intégré en sec (1-5)	++	non-existent
Intensif hors-sol (1-5)	+	++

Cela signifie que six catégories ont été distinguées. Seuls les agriculteurs possédant 1 à 5 vaches ont été inclus, car cela correspond au groupe cible du programme de la chaîne de valeur des produits laitiers et représente 81,3 % du cheptel national (voir Figure 3).

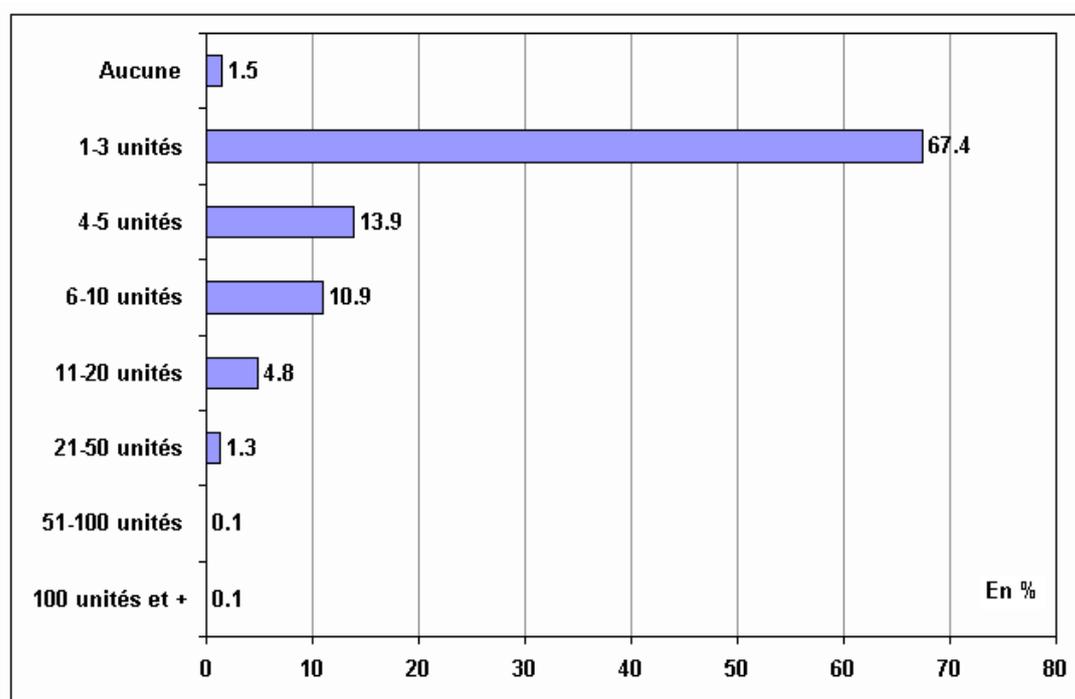


Figure 3 : Distribution du bétail (bovins) en fonction du nombre de têtes par ferme

2.3 Méthodes et plan de collecte des données

Le collecte de données primaires a eu lieu à travers des enquêtes quantitatives, des discussions de groupe (qualitative) et revue de littérature secondaire. Un outil Excel de collecte de données a été conçu et amélioré à plusieurs reprises, et il comprend les données du système de production (collecte de données primaires) et les paramètres agroécologiques et alimentaires. Voir Annexe A pour les détails.

Enquêtes quantitatives

L'idée était d'élaborer une "base de référence", avec des agriculteurs qui ne sont en principe pas bénéficiaires. Dans une prochaine étape, d'autres agriculteurs seront inclus. Les agriculteurs ont donc été sélectionnés sur la base de listes fournies par les offices régionaux

de l'élevage (Offices Régionaux de l'Élevage et des Pâturages-OEP), mais ils n'étaient pas bénéficiaires des projets Farmer Business School (FBS) et Formation Innovante Lait (FIL). L'enquête a été effectuée auprès de 21 agriculteurs - trois par type donc 12 à Jendouba et 9 à Sidi Bouzid.

Discussions de groupe

C'est une méthode orale et groupale d'exploration et d'investigation qui permet de susciter l'émergence de toutes les opinions concernant l'impact environnemental des exploitations laitières et de dégager des propositions possibles pour la diminution des impacts négatifs de ces exploitations sur l'environnement. Les participants sont amenés à s'approprier l'étude en question, dans le sillage d'une co-construction de propositions pertinentes et adéquates. Le focus group sera effectué à travers l'organisation de deux ateliers par gouvernorat, avec deux participants de chaque type (donc six participants à Sidi Bouzid et huit à Jendouba).

Revue de littérature secondaire

La revue de littérature et données secondaires ont inclus :

- Agroécologie : littérature, rapports de base de la GIZ, rapports ministériels sur l'état de l'environnement
- Extrapolation : il existe des statistiques sur les races et le nombre de têtes de bétail pour les deux zones
- Paramètres des cultures, des animaux et des aliments pour animaux : il existe des guides et des bases de données pour une nutrition ciblée

2.4 L'outil CLEANED

L'outil CLEANED permet de réaliser des évaluations ex-ante rapides qui quantifient les impacts environnementaux potentiels des interventions ou des innovations prévues à plusieurs échelles pour le développement d'un élevage durable.

CLEANED est basé sur Excel (actuellement une version basée sur R est en développement) avec une entrée de données minimale. L'outil est structuré autour des indicateurs suivants : besoin en terre, productivité, rentabilité, impacts sur les sols, impacts sur l'eau et émissions de GES.

La version Excel consiste en 33 feuilles de calcul différenciées par couleur :

- Feuille bleue : données d'entrée : description du système d'élevage et les paniers d'aliments.
- Feuilles rouges : résultats détaillés en termes de (i) besoin de terre, (ii) productivité, (iii) impacts économiques, (iv) impacts sur le sol, (v) impacts sur l'eau, et (vi) émissions de GES.
- Feuilles grises : paramètres : données agroécologiques (voir Annexe A pour les détails par gouvernorat), caractéristiques du bétail, caractéristiques des cultures qui contribuent à l'alimentation, caractéristiques des aliments, données économiques, paramètres émissions de GES, sol, eau.
- Feuilles vertes : calculs.

Pendant cette mission, une formation CLEANED a eu lieu avec les partenaires.

3. Pratiques actuelles

Cette section décrit les résultats des discussions de focus groupes à Jendouba et Sidi Bouzid sur les pratiques actuelles de production de cultures (fourragères) et l'alimentation animale.

3.1 Jendouba

Cultures

- Le labour du sol est généralement superficiel et rarement profond pour les différents types systèmes d'élevage sauf pour l'élevage extensif qui est strictement un labour superficiel.
- Pour tous les systèmes étudiés : pas d'enfouissement de la paille après moisson et les agriculteurs font rarement l'opération de labour directement après la moisson.
- Epannage du fumier au niveau de tous les systèmes d'élevage :
- Système Intensif : 4 à 15 T/ha/an
- Système en extensif : 1T/ha /an
- Absence de compostage de fumier pour tous les systèmes d'élevage
- Absence d'idée sur les techniques du compostage ni sur les avantages et les bienfaits du compost.
- Absence d'analyse de sol pour tous les systèmes d'élevage.

Alimentation du bétail

- Pas de calcul de la ration des vaches laitières par les éleveuses et éleveurs au niveau des différents systèmes d'élevages étudiés.
- Au niveau des systèmes d'élevages intensifs, les quantités d'aliments concentrés dans la ration des vaches varient de 50% à 95 %
- Au niveau du système d'élevage extensif, les aliments concentrés sont absents (0%).
- Le cout des aliments concentrés représente 70% à 90% de la valeur totale de la ration pour les systèmes intensifs et 0% au niveau du système extensif.
- 25 à 45% des aliments sont achetés au niveau des systèmes d'élevages intensifs et 100% pour les élevages intensifs en Hors sol. Pour le système d'élevage en extensif, 100% des aliments sont autoproduits.

3.2 Sidi Bouzid

Cultures

- Généralement, pas d'assolement pour tous les systèmes d'élevage.
- La majorité des agriculteurs des systèmes intégrés en irrigué cultivent des légumineuses fourragères (luzerne).
- La majorité des producteurs du système intégré en irrigué font des amendements nitriques pour les cultures de type légumineuses (50kg/ha/coupe), 600 kg/ha sorgho, 300kg/ha pour avoine et 200 kg/ha pour les céréales.
- Pas de calcul du bilan d'azote prévisionnel ni des besoins en azote pour les cultures pour tous les systèmes étudiés.
- Pas de calcul des quantités d'eau pluviale ni des besoins en eau d'irrigation pour les cultures pour tous les systèmes d'élevage étudiés.

Alimentation du bétail

- Pas de calcul de la ration des vaches laitières par les éleveuses et éleveurs au niveau des différents systèmes d'élevage étudiés.
- Pour le système d'élevage intensif en irrigué, les quantités d'aliments concentrés sont de l'ordre de 60 %.
- Pour le système d'élevage intensif en irrigué, la quantité d'aliments grossiers est de 40 % de la ration totale, pour le système en hors sol la quantité varie de 25 à 40%.
- Le cout des aliments concentrés représente 70% à 80% de la valeur totale de la ration pour les systèmes intensifs en irrigué et 75 à 85% au niveau des systèmes en Hors sol.
- Les aliments grossiers achetés de l'extérieur varient entre 0-30% pour le système d'élevage intensif en irrigué et 100% pour le système en Hors sol.
- 30 à 70% des aliments concentrés sont achetés de l'extérieur et certains éleveurs composent eux-mêmes leurs aliments concentrés.

4. Impacts « Ligne Base » et « Bonnes Pratiques »

4.1 Interventions « Bonnes Pratiques »

Basé sur les enquêtes individuelles, les focus groupes et les analyses de sol et d'eau (Annexe A), un scénario « Ligne Base (LB) » et un scénario « Bonnes Pratiques (BP) » sont développés pour chaque système d'élevage. Le tableau 2 présente les bonnes pratiques proposées dans les focus groupes et les interventions correspondantes dans l'analyse CLEANED.

Tableau 2 : « Bonnes Pratiques » proposées pour l'analyse CLEANED

Les bonnes pratiques relatives au sol, eau et cultures	Interventions scénario « Bonnes Pratiques » dans CLEANED
Faire l'enfouissement du fumier ou du compost dans le sol (10 à 15 tonnes par ha par an).	Réallocation de fumier, basée sur le bilan d'azote des différentes cultures (Tableau 5)
Faire l'enfouissement des résidus des cultures.	
Faire un gros labour une fois tous les trois ans pour améliorer l'aération du sol et garder une bonne activité des micro-organismes du sol.	
Cultiver des légumineuses (1/3ans au minimum).	Augmentation de la proportion de légumineuses dans les paniers d'aliments (Figure 6)
Faire un assolement adapté à la région et pratiquer la rotation des cultures afin d'optimiser l'utilisation de l'azote.	Augmentation de la proportion de légumineuses dans les paniers d'aliments (Figure 6)
Ne pas utiliser des apports azotés pour des cultures de type légumineuses	Diminution des taux d'engrais (chimique) aux légumineuses (Tableau 6)
Calculer les besoins azotés des cultures.	Fait pour tous les scénarios (fait partie du CLEANED)
Fractionner les épandages d'azote afin de diminuer la perte de nitrates par lessivage	
Faire coïncider les apports d'azote avec les besoins des cultures.	Fait dans la mesure pour les scénarios « Bonnes Pratiques »
Calculer les besoins hydriques des cultures : La quantité d'eau apportée devrait être adaptée au stade de développement et aux besoins des plantes, à la réserve hydrique du sol (variable selon le type de sol, et dans le temps). Des excès d'eaux localisées peuvent provoquer des pertes d'azote par lessivage.	Fait pour tous le scenarios (fait partie du CLEANED)
Mesurer avec précision les quantités d'eaux pluviales et des eaux d'irrigation.	Quantités disponibles d'eaux pluviales estimées par CLEANED, pas de données disponibles pour l'irrigation
Les bonnes pratiques relatives à la production de GES, la consommation d'eau par litre de lait	
Assurer une bonne ration de base avec un niveau de matière sèche adapté à la race de vache élevée	Rations adaptées dans les scénarios « Bonnes Pratiques » (Figures 4,6,8 et Annexe B)
Augmenter l'autoproduction de fourrages grossiers pour les systèmes intégrés.	Augmentation de la proportion de fourrages grossiers « produits à la ferme » dans les paniers d'aliments (Figures 4,6,8 et Annexe B)
Planifier le stock des aliments grossiers.	
Installer des petites unités de fabrication d'aliments concentrés au niveau de la ferme (FAF)	Pas encore inclus dans les modèles, à ajouter

4.2 Productivité

Les systèmes d'élevage sont traduits dans les caractéristiques productrices suivantes pour Jendouba (Tableau 3) et Sidi Bouzid (Tableau 4). Vu les niveaux relativement élevés de production laitière dans la situation actuelle, on propose de ne pas augmenter la productivité pour les scénarios Bonnes Pratiques, sauf dans le cas du système Extensif-Jendouba.

Tableau 3 : Caractéristiques productives de typologies de ferme - Jendouba

Jendouba	Intégré en Irrigué		Intégré en Sec		Hors Sol		Extensif	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Vaches locales	0	0	0	0	0	0	5	4
Vaches améliorées	3	3	4	4	2	2	1	2
Bouvillons/Génisses	2	2	3	3	2	2	6	6
Veaux	2	2	1	1	0	0	1	1
Ovins-femelles	0	0	10	10	0	0	50	50
Production lait (kg/an/vache)	0	0	0	0	0	0	1500	2000
Production lait (kg/an/vache amél)	5000	5000	4300	4300	3800	3800	2000	3000
Croissance bouvillons (kg/an)	240	240	260	260	237	237	200	230
Croissance veaux (kg/an)	260	260	260	260			200	230
Croissance ovins-femelles (kg/an)							52	52
Natalité vaches locales (%)							80%	80%
Natalité vaches améliorées (%)	80%	80%	86%	86%	86%	86%	86%	86%
Intervalle mises bas vaches locales (ans)							1.25	1.25
Intervalle mises bas vaches amél (ans)	1.25	1.25	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
duration période alimentaire 1 (jours)	180	180	210	210	365	365	90	90
duration période alimentaire 2 (jours)	90	90	155	155			120	120
duration période alimentaire 3 (jours)	95	95					155	155

Tableau 4 : Caractéristiques productives de typologies de ferme - Sidi Bouzid

Sidi Bouzid	Intégré en Irrigué		Hors Sol	
	LB	BP	LB	BP
Vaches améliorées	3	3	2	2
Bouvillons/Génisses	2	2	2	2
Veaux	0	0	0	0
Ovins-femelles	6	6	10	10
Ovins-embouche	4	4	0	0
Production lait (kg/an/vache)	5000	5000	4200	4200
Croissance bouvillons (kg/an)	292	292	280	280
Croissance ovins-embouche (kg/an)	30	30		
Natalité vaches améliorées (%)	86%	86%	86%	86%
Intervalle mises bas vaches (ans)	1.17	1.17	1.17	1.17
duration période alimentaire 1 (jours)	210	210	120	120
duration période alimentaire 2 (jours)	155	155	245	245

Cependant, concernant les taux d'utilisation de fumier disponible pour les cultures et les doses d'engrais azotés on propose une réallocation basée sur les analyses de la situation actuelle. Les tableaux 5 et 6 fournissent les détails.

Tableau 5 : Utilisation de fumier par culture (fraction de la quantité totale disponible)

FUMIER	Jendouba								Sidi Bouzid			
	Intégré en Irrigué		Intégré en Sec		Hors Sol		Extensif		Intégré en Irrigué		Hors Sol	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Avoine - foin	0,25	0,5					0,35	0,5				
Avoine - foin - OFR			0	0	0	0			0	0	0	0
Bersim			0	0,1					0,2	0,2	0	0
Blé (paille)	0,25	0,25	0,5	0,6	1	1						
Blé (son) OFC	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0
Halfa (herbe) OFR									0	0	0	0
Lucerne - foin												
Lucerne - fourrage	0,25	0,15							0,3	0,6	0	0
Maïs - grains concassés IP	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0
Orge (fourrage)							0,35	0,1				
Orge (grains) OFC	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0
Pâturages naturels -			0	0			0,1	0,1				
Pâturages naturels - OFR	0	0					0	0	0	0	0	0
Ryegrass italien (foin)			0,5	0,2								
Ryegrass italien (fourrage)	0,25	0,1	0	0,1								
Soja - grains IP	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0
Sorgho - fourrage									0,5	0,2	0	0
Sulla							0,2	0,1				

Tableau 6 : Doses d'engrais azotés par culture (kg N/ha)

ENGRAIS CHIMIQUE	Jendouba								Sidi Bouzid			
	Intégré en Irrigué		Intégré en Sec		Hors Sol		Extensif		Intégré en Irrigué		Hors Sol	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Avoine - foin	0	20					0	60				
Avoine - foin - OFR			89	140	30	120			89	100	0	130
Bersim			517	0					86	0	0	0
Blé (paille)	0	0	140	0	160	0						
Blé (son) OFC	90	90	90	90	90	90			90	90	90	90
Halfa (herbe) OFR									0	0	0	0
Lucerne - foin												
Lucerne - fourrage	90	0							90	90	0	0
Maïs - grains concassés IP	200	200	170	170	200	200			200	200	200	200
Orge (fourrage)							0	0				
Orge (grains) OFC	90	90	90	90	90	90			90	20	90	20
Pâturages naturels -			0	0			0	0				
Pâturages naturels - OFR	0	0					0	0	0	0	0	0
Ryegrass italien (foin)			276	0								
Ryegrass italien (fourrage)	0	0	276	0								
Soja - grains IP	20	20	20	20	20	20			20	20	20	20
Sorgho - fourrage									69	0	0	0
Sulla							0	0				

4.3 Rations alimentaires et besoin de terre

Cette section présente pour chaque système d'élevage dans les deux gouvernorats pour les deux scénarios LB et BP (1) les proportions des différents types d'aliments dans les rations en termes d'ingestion de Matière Sèche (MS) et (2) de besoin de terre (en ha). Voir Annexe B pour les proportions individuelles des différents aliments.

Origine d'aliments

Les figures 4 et 5 montrent les proportions pour les différentes origines d'aliments :

- **ferme** : aliment produit à la ferme
- **gros hf** : aliment grossier produit hors ferme
- **conc hf** : aliment concentré produit hors ferme
- **conc ip** : aliment concentré importé

Comme proposé, dans les scénarios BP, les proportions de concentrés importés dans les paniers d'aliments sont diminuées ce qui mène à une **réduction en besoin de terre de 10 à 20%**, sauf pour les systèmes Hors Sol.

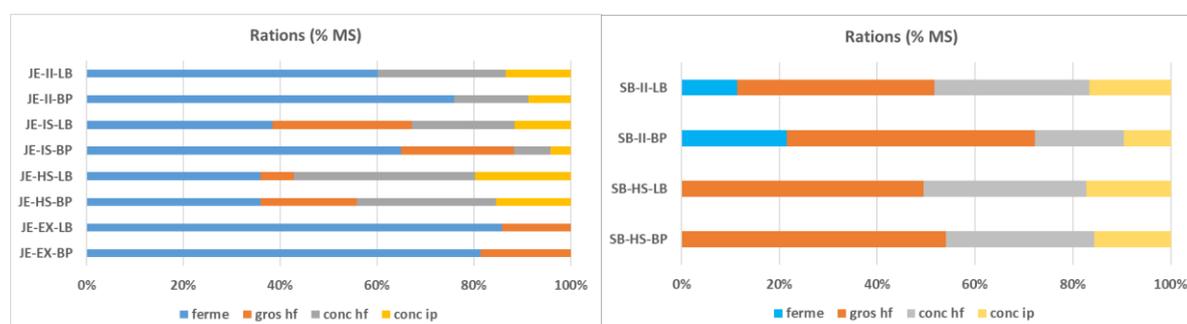


Figure 4 : Rations par origine d'aliments

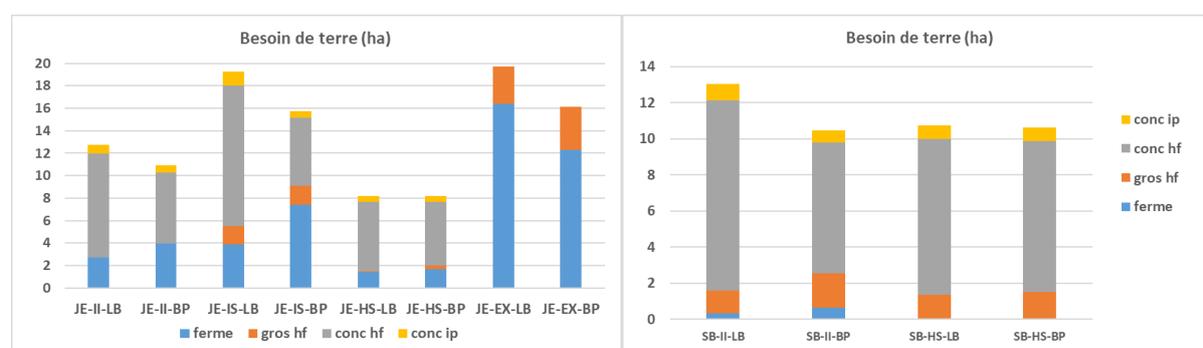


Figure 5 : Besoin de terre par origine d'aliments

Catégories d'aliments

Les figures 6 et 7 montrent les proportions pour les suivantes catégories d'aliments :

- Herbes (Ryegrass, pâturage naturel, Halfa)
- Concentrés (orge, son de blé, maïs, soja)
- Légumineuses (luzerne, Bersim, Sulla)
- Fourrages céréaliés (avoine, sorgho)

Les impacts des scénarios BP sont :

- Réduction de la proportion de concentrés (JE : 32% ; SB : 26%)
- Augmentation de la proportion d'herbes dans les systèmes intégrés JE (108%)
- Augmentation de la proportion de légumineuses dans les systèmes II (JE : 86% et SB : 89%) et EX (JE : 370%)
- Augmentation de la proportion de fourrages céréaliers dans les systèmes II (JE : 21% ; SB : 41%) et HS (JE : 30% ; SB : 22%).



Figure 6 : Rations par catégorie d'aliments

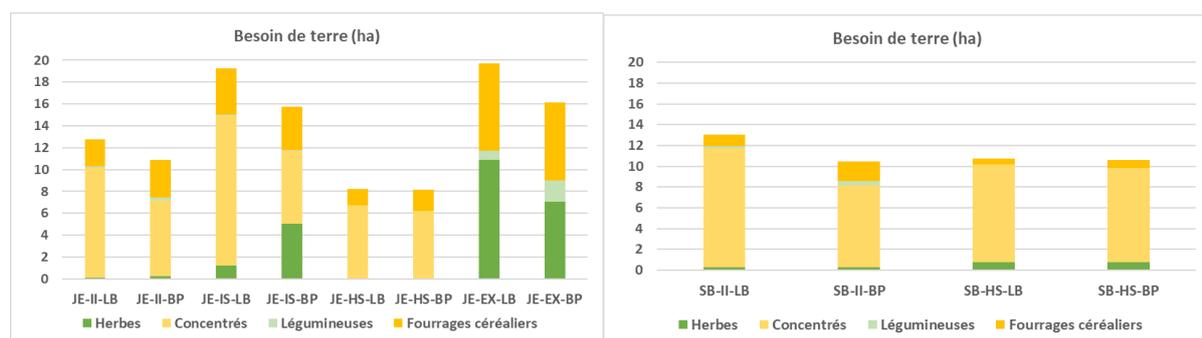


Figure 7 : Besoin de terre par catégorie d'aliments

Types d'aliments

Finalement, les figures 8 et 9 montrent les proportions pour les types d'aliments suivants :

- Concentrés
- Foin (avoine, Ryegrass, luzerne)
- Fourrage vert (herbes, légumineuses comme luzerne, bersim, Sulla, fourrage de sorgho)
- Résidus de récolte (paille de blé)

Les impacts des scénarios BP sont, sauf la réduction de la proportion de concentrés :

- Augmentation de la proportion de foin dans les systèmes II, HS et EX
- Augmentation de la proportion de fourrage vert dans les systèmes intégrés



Figure 8 : Rations par type d'aliments

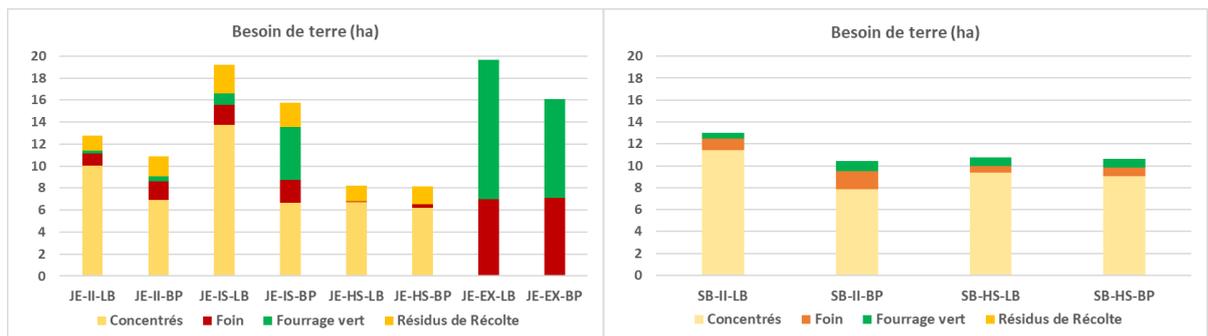


Figure 9 : Besoin de terre par type d'aliments

4.5 Impacts environnementaux

Bilans d'azote

Comme montre la figure 10, les bilans d'azote varient surtout selon l'origine des aliments :

- Niveau ferme (bleu) : dans le scénario LB les bilans sont en général très positifs, sauf pour le système extensif de Jendouba. Pour le scénario BP on a réduit les doses d'engrais azotés et quelquefois du fumier pour arriver à des bilans plus ou moins neutres.
- Les aliments grossiers de produits hors ferme (rouge) montrent dans la plupart des systèmes un bilan négatif pour le scénario LB. Comme le fumier produit par le bétail n'est pas disponible pour cette catégorie d'aliments (hors ferme), on a augmenté les doses d'engrais chimique pour quelques systèmes.
- Les aliments concentrés produits hors ferme (gris) montrent des tendances pareilles aux aliments provenant de la ferme. Dans la mesure possible, on a réduit les doses d'engrais chimique.
- Les bilans des aliments importés (jaune) sont en général négatifs. Les données sont basées sur la littérature comme USDA (2020) et il ne semble pas très approprié faire des ajustements pour le scénario BP.

Pour les détails sur les doses de fumier et engrais azotés voir les tableaux 5 et 6.

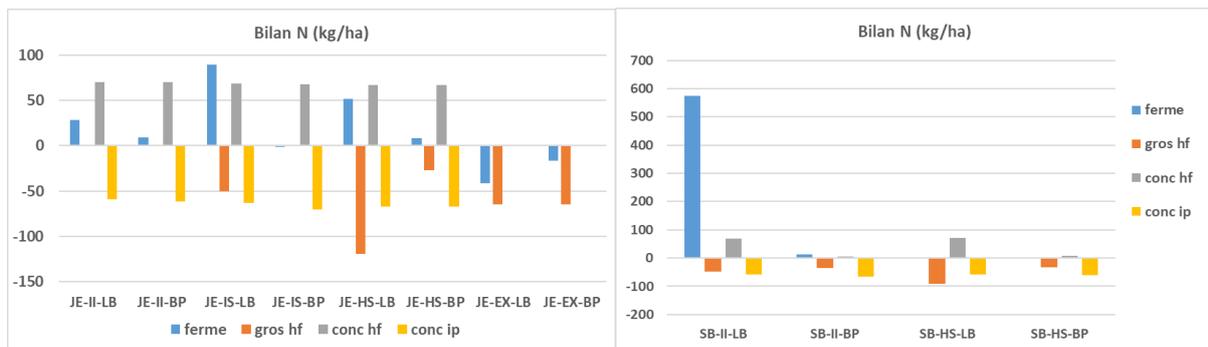


Figure 10 : Bilans d'azote

Erosion

La figure 11 montre les niveaux d'érosion en tonnes par ha par année. L'impact des « Bonnes Pratiques » est limité, mais montre pour Jendouba au niveau « ferme » une réduction de l'érosion pour le système Intégré en Sec et une légère augmentation pour le système Extensif.

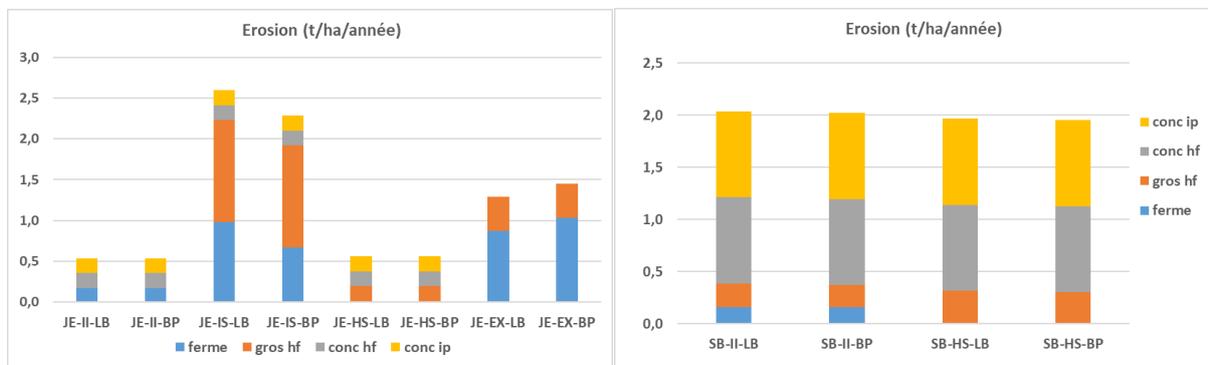


Figure 11 : Erosion

Emissions de GES

L'intensité des émissions de GES par unité de produit animal dans le scénario de référence (LB) est estimée entre 1,6 et 3,2 kg d'équivalent CO₂/kg de lait pour les systèmes « intensifs ». Les émissions du système extensif (Jendouba) sont beaucoup plus élevées à cause de la productivité beaucoup plus basse (Figure 12).

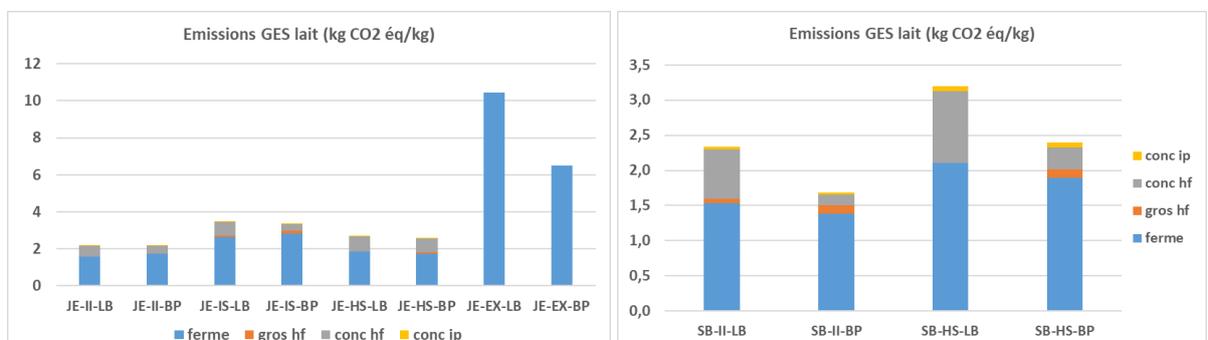


Figure 12 : Emissions de GES

Surtout dans ce système, et dans une moindre mesure dans les systèmes de Sidi Bouzid, les options fourragères (légumineux) qui augmentent la qualité de l'alimentation animale en combinaison avec le remplacement de quelques vaches de basse productivité, réduisent l'intensité des émissions GES.

Besoin en eau

Un autre indicateur environnemental important concerne le besoin en eau pour la production animale. Les estimations de l'intensité de la consommation d'eau dans le scénario LB reflètent une consommation moyenne entre 1,5 et 2,5 m³/kg de lait produit (sans compter le lait laissé pour la consommation des veaux). La mise en œuvre des « Bonnes Pratiques » réduit le besoin en eau de 20 à 25% dans les systèmes intégrés de Jendouba et Sidi Bouzid. Comme montre le cas du système extensif de Jendouba, la combinaison de BP avec un remplacement partiel du bétail de basse productivité peut entraîner une réduction de presque 50% (Figure 13).

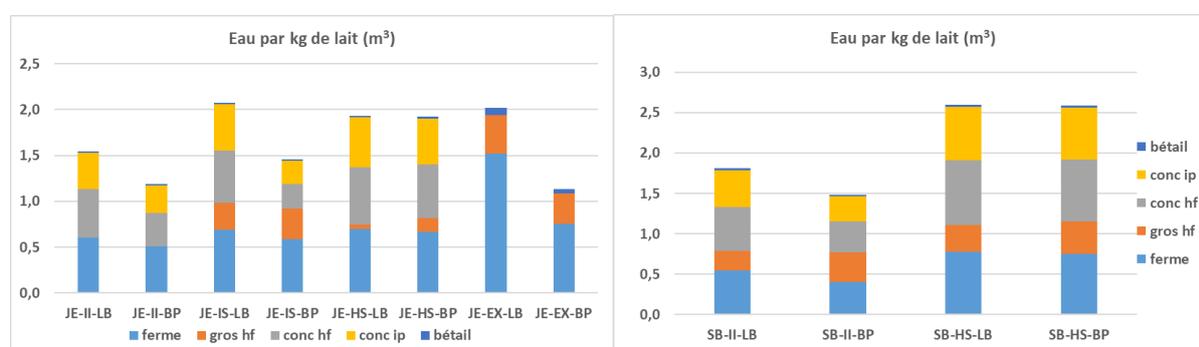


Figure 13 : Besoin en eau

Protéine importée

Comme mentionné, une contrainte importante est la dépendance de concentrés importés dont le coût peut constituer 80% du coût total. La figure 14 montre que la mise en œuvre de « Bonnes Pratiques » peut réduire la fraction de protéine importée avec jusqu'à 50%.

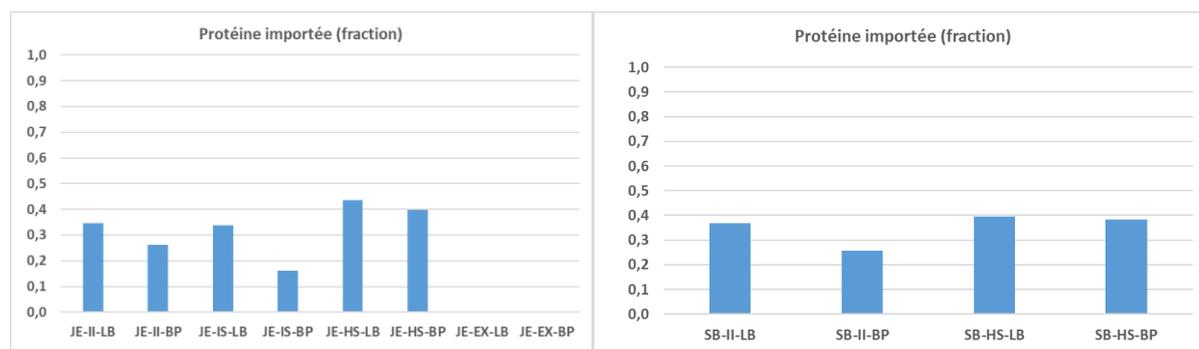


Figure 14 : Protéine importée

Aspects économiques

La valeur totale de la production demeure la même dans les scénarios LB et BP, sauf dans le cas du système Extensif de Jendouba. Dans les systèmes intégrés, le remplacement partiel de concentrés importés par des aliments produits à la ferme diminue les coûts et améliore la marge brute. Dans les systèmes hors sol et le système extensif les coûts ne changent (presque) pas. Les systèmes hors sol restent pour presque 100% dépendants des aliments importés ou produits hors ferme ; pour le système extensif on a proposé quelques mesures

d'intensification qui augmentent les coûts (mais aussi les revenus). Les figures 15 et 16 présentent quelques détails.

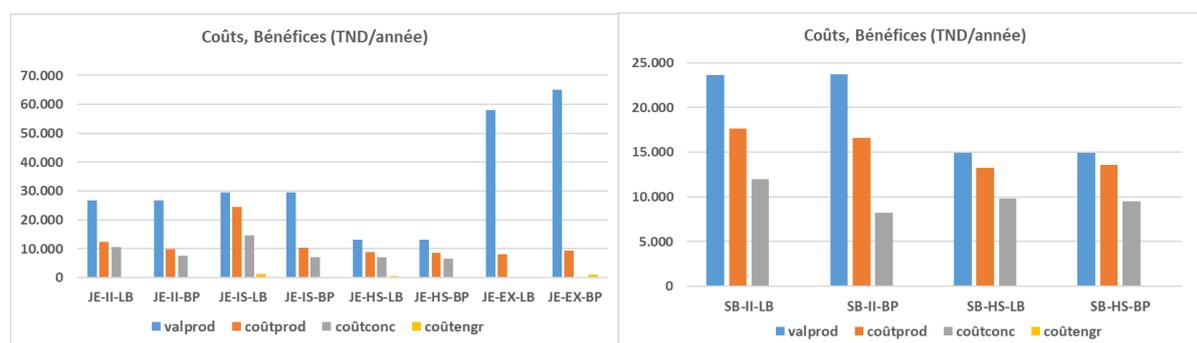


Figure 15 : Valeur de production, coûts

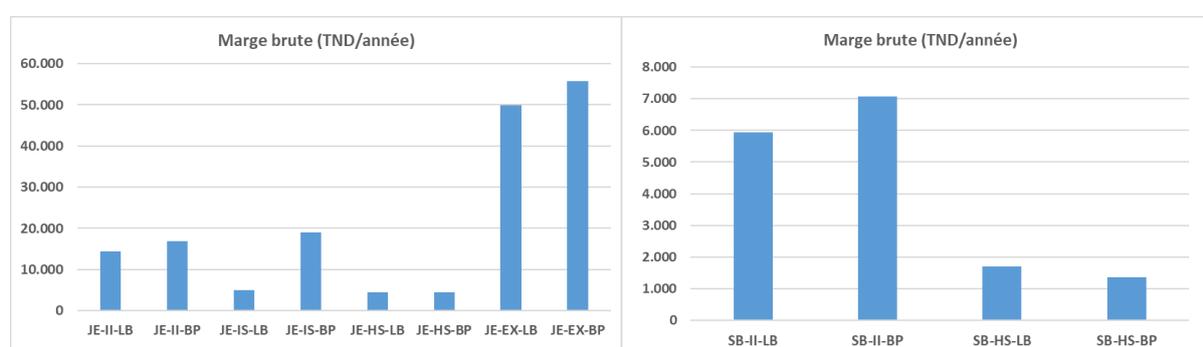


Figure 16 : Marge brute

4.6 Conclusions et possibles prochaines étapes

Conclusions

Les impacts des scénarios « Bonnes Pratiques » se résument comme suit:

Les rations

- Réduction de la proportion de concentrés (JE : 32% ; SB : 26%)
- Augmentation de la proportion d'herbes dans les systèmes intégrés JE (108%)
- Augmentation de la proportion de légumineuses dans les systèmes II (JE : 86% et SB : 89%) et EX (JE : 370%)
- Augmentation de la proportion de fourrages céréaliers dans les systèmes II (JE : 21% ; SB : 41%) et HS (JE : 30% ; SB : 22%)

Le besoin de terre

Les proportions de concentrés importés dans les paniers d'aliments sont diminuées ce qui mène à une réduction en besoin de terre de 10 à 20%, sauf pour les systèmes Hors Sol.

L'érosion

Pour Jendouba au niveau « ferme » une réduction de l'érosion pour le système Intégré en Sec et une légère augmentation pour le système Extensif.

Le bilan d'azote

L'objectif des Bonnes Pratiques est un bilan d'azote neutre ou légèrement positif. Pour atteindre cet objectif les scénarios BP incluent :

- Niveau ferme: réduction de doses d'engrais azotés et quelquefois du fumier.
- Aliments grossiers hors ferme: augmentation doses engrais chimique.
- Concentrés hors ferme: réduction doses d'engrais chimique.

Le besoin en eau

- Les Bonnes Pratiques réduisent le besoin en eau de 20 à 25% dans les systèmes intégrés de Jendouba et Sidi Bouzid.
- Système extensif de Jendouba: Les Bonnes Pratiques combinées avec un remplacement partiel du bétail de basse productivité peut entraîner une réduction de presque 50%.

Les émissions GES

Les options fourragères (légumineux) qui augmentent la qualité de l'alimentation animale en combinaison avec le remplacement de quelques vaches de basse productivité réduisent l'intensité des émissions GES dans le Système Extensif de Jendouba (40%) et les Systèmes Intégré et Hors Sol de Sidi Bouzid (25%).

La protéine importée

La mise en œuvre de « Bonnes Pratiques » peut réduire la fraction de protéine importée avec jusqu'à 50%.

Les coûts, bénéfices, rentabilité

- La valeur totale de la production demeure la même, sauf dans système Extensif de Jendouba.
- Dans les systèmes intégrés, le remplacement partiel de concentrés importés par des aliments produits à la ferme diminue les coûts et améliore la marge brute.
- Les systèmes hors sol restent pour presque 100% dépendants des aliments importés ou produits hors ferme ;
- Quelques mesures d'intensification pour le système extensif augmentent les coûts (mais aussi les revenus).

Possibles prochaines étapes

- Simulation des autres scénarios avec autres cultures fourrages, autres races de bétail (con autres niveaux de production), autres façons de gestion (cultures, bétail, fumier), données économiques.
- Extrapolation des résultats (gouvernorats, national)

Bibliographie

Notenbaert, A.M.O., Dickson, M., Hoek, R. van der and Henriksson, P. (2016). Assessing the environmental impacts of livestock and fish production. Livestock and Fish brief 16. Nairobi: ILRI. <http://hdl.handle.net/10568/78478>

USDA (2020). Economic Research Service using data from Tennessee Valley Authority (TVA), Association of American Plant Food Control Officials (AAPFCO), and The Fertilizer Institute (TFI).

Annexe A : Résultats des analyses de sol

Jendouba

Analyse granulométrique :

Le test granulométrique montre que les échantillons de sol prise à Jendouba présentent des textures plutôt argileuses pour les systèmes en intensif en sec et en irrigués. Et plutôt limoneuse pour le système extensif.

PH des sols :

Les sols étudiés à Jendouba sont franchement basiques pour les tous les systèmes d'élevage étudiés

Teneur en Azote :

Globalement, le taux d'azote moyen est élevé pour tous les échantillons étudiés et diminue généralement en fonction de la profondeur du sol. Il est trop élevé pour l'échantillon appartenant au système en extensif.

Taux matière organique :

Le taux de matière organique dans le sol de système d'élevage extensif est très élevé surtout au niveau de la couche superficielle du sol (à 30 cm de profondeur). Alors que le taux de la Matière organique est moins importante pour les autres systèmes d'élevage.

D'une manière générale la teneur en Matière organique est élevée pour tous les systèmes d'élevage étudiés, ce taux de matière organique diminue en fonction de la profondeur du sol. Le rapport C/N est relativement moyen pour tous les systèmes étudiés et t plus élevé en profondeur des sols des systèmes intensifs alors qu'il est moins faible dans le système conduit en extensif.

Au niveau des sols du système d'élevage extensif, les taux de matière organique sont élevés en surface. La minéralisation est adéquate avec de bonne condition pour l'activité biologique oxygène.

Résultats des analyses du sol du Gouvernorat de Jendouba

Système d'élevage	Zone	Nom de l'éleveur	Profondeur du sol	% Argile	% Limon	% Sable	pH	%MO	N total (en ‰)	Rapport C/N
Hors Sol	Ferdaws	Zakia Smati	0 à 30	51,82	40,76	7,42	8,36	2,37	1,76	7,8
			30 à 60	53,41	39,70	6,89	8,59	1,92	1,27	8,83
			60 à 90	59,84	33,71	6,45	8,68	1,97	1,16	9,91
Système intégré en sec	Fernana	Ezzedine Smati	0 à 30	42,36	23,81	33,83	8,16	3,74	3,20	6,79
			30 à 60	44,37	28,19	27,43	8,08	2,23	1,6	8,09
			60 à 90	48,77	17,25	33,98	8,17	1,79	2,06	9,87
Système Intégré en Irrigué	Ghraguiz	Abdelwaheb Ghanney	0 à 30	38,42	35,70	25,88	8,74	2,55	1,84	8,03
			30 à 60	43,83	35,82	20,35	8,35	2,02	1,52	7,72
			60 à 90	52,63	31,52	15,85	8,20	1,88	1,12	9,81
Système Extensif	Ain Draham	Jamel Zaghdoudi	0 à 30	21,77	21,33	56,90	7,54	10,09	7,28	8,06
			30 à 60	18,25	17,58	64,16	7,44	3,51	2,26	9,05
			60 à 90	21,80	20,89	57,31	7,30	2,34	1,76	7,74

Sidi Bouzid

Analyse granulométrique

Le test granulométrique montre que les échantillons de sol pris à Sidi Bouzid ont une texture sablonneuse pour les échantillons des zones de Lassoueda, Fayedh et Bir Haouejeb. L'échantillon de Hichria a une texture Argileuse—Sablonneuse.

PH des sols :

Les sols étudiés à Sidi Bouzid sont franchement basiques.

Taux d'azote :

Le taux d'azote est faible pour tous échantillons analysés.

L'Azote minéral, présentant un pic en surface et une diminution en profondeur, serait dû à une activité minéralisatrice du sol plus importante dans les couches superficielles en raison de l'existence des substrats azotés (biomasse, humus, résidus, fumier) et des conditions écologiques plus favorables en surface qu'en profondeur.

Taux matière organique et éléments totaux du sol :

Le taux de matière organique dans le sol appartenant au système d'élevage intensif est un peu élevé par rapport au système d'élevage hors sol.

La quantité d'azote total diminue en fonction de la profondeur du sol pour les deux échantillons analysés du système intensif en irrigué et l'échantillon du système Hors Sol de la zone Fayedh. Inversement à ces trois échantillons le taux d'azote augmente en fonction de la profondeur du sol (Echantillons du sol de la zone Lassoueda qui appartient au système Hors Sol).

60 % des échantillons prélevés à sidi Bouzid ont un rapport C/N >10. Cela montre que la minéralisation dans ces sols est lente. Elle est due à une mauvaise activité biologique du sol ou il manque l'azote essentiel à leur activité et l'oxygène (une mauvaise aération).

Résultats des analyses du sol du Gouvernorat de Sidi Bouzid

Système d'élevage	Zone	Nom de l'éleveur	Profondeur du sol	% Argile	% Limon	% Sable	pH	%MO	N total (en ‰)	Rapport C/N
Système en Hors Sol	Lassoueda	Belgacem Mzoughi	0 à 30	16,4	12,75	70,85	8,34	0,89	0,49	10,54
			30 à 60	15,59	13,48	70,93	8,37	1,04	0,54	11,34
			60 à 90	19,59	10,41	70,01	8,29	1,00	0,53	10,98
Système en Hors Sol	Fayedh	Mongi Bouzid	0 à 30	15,71	16,50	67,8	8,71	1,26	0,9	8,14
			30 à 60	16,68	13,43	69,88	8,67	1,17	0,83	8,20
			60 à 90	18,71	12,02	69,28	8,79	0,64	0,47	7,92
Système Intégré en Irrigué	Hichria	Mohsen Salhi	0 à 30	31,00	30,16	38,83	8,26	2,38	1,52	9,14
			30 à 60	30,75	30,20	39,05	8,25	1,4	0,8	10,13
			60 à 90	29,09	24,34	46,56	8,28	1,07	0,62	10,04
Système Intégré en Irrigué	Bir Houajbia	Hatem Jellali	0 à 30	23,10	18,13	58,77	8,67	1,78	0,93	11,10
			30 à 60	28,21	15,72	56,07	8,61	1,43	0,84	9,87
			60 à 90	27,68	18,43	53,89	8,33	0,82	0,45	10,7

Annexe B : Paniers d'aliments par système d'élevage (LB et BP)

Jendouba – Intégré en Irrigué	Bovins - Vaches (locales)		Bovins - Vaches (améliorées)		Bovins - Bouvillons/ Génisses		Bovins - Veaux		Ovins - Femelles		Ovins- Embouche	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Période alimentaire 1												
Avoine - foin			34%	34%	20%	28%	43%	43%				
Blé (paille)			15%	15%	17%	17%	0%	3%				
Blé (son) OFC			6%	3%	7%	4%	6%	3%				
Luzerne - fourrage			19%	25%	15%	20%	20%	25%				
Maïs - grains concassés IP			5%	3%	6%	3%	4%	2%				
Orge (grains) OFC			15%	8%	18%	9%	12%	6%				
Ryegrass italien (fourrage)			0%	9%	10%	15%	10%	15%				
Soja - grains IP			6%	3%	7%	4%	5%	3%				
Période alimentaire 2												
Avoine - foin			22%	26%	22%	26%	70%	70%				
Blé (paille)			18%	18%	18%	18%						
Blé (son) OFC			6%	3%	6%	3%	4%	2%				
Luzerne - fourrage			0%	10%	0%	10%		8%				
Maïs - grains concassés IP			5%	3%	5%	3%	3%	2%				
Orge (grains) OFC			14%	7%	14%	7%	8%	4%				
Ryegrass italien (fourrage)			30%	30%	30%	30%	12%	12%				
Soja - grains IP			5%	3%	5%	3%	3%	2%				
Période alimentaire 3												
Avoine - foin			15%	19%	15%	19%	42%	46%				
Blé (paille)			8%	8%	8%	8%						
Blé (son) OFC			6%	3%	6%	3%	6%	3%				
Luzerne - fourrage			15%	25%	15%	25%	18%	28%				
Maïs - grains concassés IP			5%	3%	5%	3%	5%	3%				
Orge (grains) OFC			14%	7%	14%	7%	14%	7%				
Ryegrass italien (fourrage)			32%	32%	32%	32%	10%	10%				
Soja - grains IP			5%	3%	5%	3%	5%	3%				

Jendouba – Intégré en Sec	Bovins - Vaches (locales)		Bovins - Vaches (améliorées)		Bovins - Bouvillons/ Génisses		Bovins - Veaux		Ovins - Femelles		Ovins- Embouche	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Période alimentaire 1												
Avoine - foin - OFR			12%	13%	21%	21%	40%	40%	45%	45%		
Bersim			9%	15%	15%	16%	0%	4%	0%	4%		
Blé (paille)			21%	21%	21%	21%	21%	21%				
Blé (son) OFC			8%	4%	4%	2%	4%	2%	2%	1%		
Maïs - grains concassés IP			7%	4%	3%	2%	3%	2%	2%	1%		
Orge (grains) OFC			19%	10%	9%	5%	9%	5%	5%	3%		
Pâturages naturels			0%	0%	0%	0%	0%	0%	45%	45%		
Ryegrass italien (foin)			9%	15%	9%	13%	10%	12%				
Ryegrass italien (fourrage)			7%	14%	15%	18%	10%	12%				
Soja - grains IP			8%	4%	4%	2%	4%	2%	2%	1%		
Période alimentaire 2												
Avoine - foin - OFR			14%	20%	13%	15%	12%	16%	46%	49%		
Bersim			6%	12%	6%	9%	5%	8%				
Blé (paille)			23%	23%	46%	46%	45%	45%				
Blé (son) OFC			9%	5%	5%	3%	6%	3%	2%	1%		
Maïs - grains concassés IP			8%	4%	4%	2%	5%	3%	1%	1%		
Orge (grains) OFC			22%	11%	12%	6%	12%	6%	3%	2%		
Pâturages naturels			0%	0%	0%	0%	0%	0%	46%	46%		
Ryegrass italien (foin)			3%	10%	3%	8%	3%	8%				
Ryegrass italien (fourrage)			6%	10%	6%	8%	6%	8%				
Soja - grains IP			9%	5%	5%	3%	6%	3%	2%	1%		

Jendouba – Hors Sol	Bovins - Vaches (locales)		Bovins - Vaches (améliorées)		Bovins - Bouvillons/ Génisses		Bovins - Veaux		Ovins - Femelles		Ovins- Embouche	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Période alimentaire 1												
Avoine - foin - OFR			7%	22%	7%	16%						
Blé (paille)			29%	29%	53%	53%						
Blé (son) OFC			12%	9%	8%	6%						
Maïs - grains concassés IP			10%	8%	6%	5%						
Orge (grains) OFC			30%	23%	18%	14%						
Soja - grains IP			12%	9%	8%	6%						

Jendouba – Système Extensif	Bovins - Vaches (locales)		Bovins - Vaches (améliorées)		Bovins - Bouvillons/ Génisses		Bovins - Veaux		Ovins - Femelles		Ovins- Embouche	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Période alimentaire 1												
Avoine - foin	70%	60%	70%	70%	70%	60%	70%	70%	70%	70%		
Lucerne - forage	0%	0%	0%	0%								
Lucerne - hay	0%	20%		20%		10%						
Orge (fourrage)												
Pâturages naturels	20%	10%	20%	10%	20%	20%	20%	20%	20%	20%		
Pâturages naturels - OFR	10%	10%	10%	0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%		
Sulla												
Période alimentaire 2												
Avoine - foin	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%		
Lucerne - forage		20%		20%		20%		20%		20%		
Lucerne - hay	0%	0%	0%	0%								
Orge (fourrage)	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%		
Pâturages naturels	35%	15%	35%	15%	35%	15%	35%	15%	35%	15%		
Pâturages naturels - OFR	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%		
Sulla												
Période alimentaire 3												
Avoine - foin	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%		
Lucerne - forage												
Lucerne - hay	0%	10%	0%	10%	0%	10%	0%	10%	0%	10%		
Orge (fourrage)												
Pâturages naturels	35%	15%	35%	15%	35%	15%	35%	15%	35%	15%		
Pâturages naturels - OFR	15%	25%	15%	25%	15%	25%	15%	25%	15%	25%		
Sulla	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%		

Sidi Bouzid – Intégré en Irrigué	Bovins - Vaches (locales)		Bovins - Vaches (améliorées)		Bovins - Bouvillons/ Génisses		Bovins - Veaux		Ovins - Femelles		Ovins- Embouche	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Période alimentaire 1												
Avoine - foin - OFR			17%	17%	36%	36%			64%	64%	28%	28%
Bersim												
Blé (son) OFC			7%	4%	8%	3%			7%	3%	0%	0%
Luzerne - fourrage			19%	30%	10%	26%				13%		
Maïs - grains concassés IP			6%	3%	7%	2%			6%	2%	0%	0%
Orge (grains) OFC			18%	9%	21%	6%			17%	6%	1%	1%
Pâturages naturels - OFR											70%	70%
Soja - grains IP			7%	4%	8%	3%			7%	3%	0%	0%
Sorgho - fourrage			26%	34%	10%	25%				10%		
Période alimentaire 2												
Avoine - foin - OFR			18%	22%	40%	39%			60%	64%		
Bersim			27%	25%	10%	24%						
Blé (son) OFC			6%	4%	8%	3%			8%	3%	0%	0%
Luzerne - fourrage			22%	34%	10%	24%				13%		
Maïs - grains concassés IP			5%	3%	6%	2%			6%	2%	0%	0%
Orge (grains) OFC			16%	9%	19%	6%			19%	6%	0%	0%
Pâturages naturels - OFR											100%	100%
Soja - grains IP			6%	4%	7%	3%			7%	3%	0%	0%
Sorgho - fourrage			0%	0%						10%		

Sidi Bouzid – Hors Sol	Bovins - Vaches (locales)		Bovins - Vaches (améliorées)		Bovins - Bouvillons/ Génisses		Bovins - Veaux		Ovins - Femelles		Ovins- Embouche	
	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP	LB	BP
Période alimentaire 1												
Avoine - foin - OFR			21%	39%	45%	62%			10%	16%		
Bersim												
Blé (son) OFC			13%	9%	10%	7%			5%	4%		
Halfa (herbe) OFR			11%	11%	0%	0%			0%	0%		
Luzerne (- fourrage												
Maïs - grains concassés IP			11%	8%	9%	6%			4%	3%		
Orge (grains) OFC			32%	24%	26%	18%			12%	9%		
Pâturages naturels - OFR			0%	0%	0%	0%			64%	64%		
Soja - grains IP			12%	9%	10%	7%			5%	4%		
Période alimentaire 2												
Avoine - foin - OFR			32%	32%	56%	56%			0%	0%		
Bersim												
Blé (son) OFC			13%	13%	8%	8%			4%	4%		
Halfa (herbe) OFR			0%	0%	0%	0%			0%	0%	0%	0%
Luzerne - fourrage												
Maïs - grains concassés IP			11%	11%	7%	7%			3%	3%		
Orge (grains) OFC			32%	32%	21%	21%			9%	9%		
Pâturages naturels - OFR									82%	82%		
Soja - grains IP			12%	12%	8%	8%			3%	3%		