



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture

ISSN 1810-0716 [print]

Estimation des bilans fourragers dans la région du Sahel d'Afrique de l'Ouest et Centrale

FAO PRODUCTION ET SANTÉ ANIMALES / DIRECTIVES 22



Estimation des bilans fourragers dans la région du Sahel d'Afrique de l'Ouest et Centrale

Citer comme suit:

FAO. 2020. *Estimation des bilans fourragers dans la région du Sahel d'Afrique de l'Ouest et Centrale.*

Sous la direction de Assouma, M.H. et Mottet, A. FAO: Production et santé animales – Directives no 22. Rome.
<https://doi.org/10.4060/ca9111fr>

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les lignes pointillées sur les cartes représentent des frontières approximatives dont le tracé peut ne pas avoir fait l'objet d'un accord définitif. Le fait qu'une société ou qu'un produit manufacturé, breveté ou non, soit mentionné ne signifie pas que la FAO approuve ou recommande ladite société ou ledit produit de préférence à d'autres sociétés ou produits analogues qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

ISBN 978-92-5-132636-7

© FAO, 2020



Certains droits réservés. Cette œuvre est mise à la disposition du public selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 Organisations Intergouvernementales (CC BYNC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode.fr>).

Selon les termes de cette licence, cette œuvre peut être copiée, diffusée et adaptée à des fins non commerciales, sous réserve que la source soit mentionnée. Lorsque l'œuvre est utilisée, rien ne doit laisser entendre que la FAO cautionne tels ou tels organisation, produit ou service. L'utilisation du logo de la FAO n'est pas autorisée. Si l'œuvre est adaptée, le produit de cette adaptation doit être diffusé sous la même licence Creative Commons ou sous une licence équivalente. Si l'œuvre est traduite, la traduction doit obligatoirement être accompagnée de la mention de la source ainsi que de la clause de non-responsabilité suivante: «La traduction n'a pas été réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La FAO n'est pas responsable du contenu ni de l'exactitude de la traduction. L'édition originale français est celle qui fait foi.»

Tout litige relatif à la présente licence ne pouvant être résolu à l'amiable sera réglé par voie de médiation et d'arbitrage tel que décrit à l'Article 8 de la licence, sauf indication contraire contenue dans le présent document.

Les règles de médiation applicables seront celles de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (<http://www.wipo.int/amc/fr/mediation/rules>) et tout arbitrage sera mené conformément au Règlement d'arbitrage de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI).

Matériel attribué à des tiers. Il incombe aux utilisateurs souhaitant réutiliser des informations ou autres éléments contenus dans cette œuvre qui y sont attribués à un tiers, tels que des tableaux, des figures ou des images, de déterminer si une autorisation est requise pour leur réutilisation et d'obtenir le cas échéant la permission de l'ayant-droit. Toute action qui serait engagée à la suite d'une utilisation non autorisée d'un élément de l'œuvre sur lequel une tierce partie détient des droits ne pourrait l'être qu'à l'encontre de l'utilisateur.

Ventes, droits et licences. Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être obtenus sur demande adressée par courriel à: publications-sales@fao.org. Les demandes visant un usage commercial doivent être soumises à: www.fao.org/contact-us/licence-request. Les questions relatives aux droits et aux licences doivent être adressées à: copyright@fao.org.

Photographie de couverture: @FAO/Benedicte Kurzen

Table des matières

Remerciements	v
Acronymes et abréviations	vi
1. Introduction	1
1.1. Qu'est-ce qu'un bilan fourrager?	1
1.2. Qu'est-ce qu'un feed balance sheet?	2
1.3. Pourquoi un besoin spécifique de bilan fourrager au Sahel?	2
1.4. Les systèmes de suivi pastoral existants au Sahel et leurs limites	4
1.5. Comment et quand utiliser ces Directives?	7
2. Méthodologies pour établir des bilans fourragers	9
2.1. Approches et méthodes existantes pour établir des bilans fourragers	9
2.2. Leurs limites dans le contexte sahélien	10
2.2.1. Caractère saisonnier de la biomasse et des rations d'aliments pour animaux	10
2.2.2. Caractère saisonnier des performances animales	14
2.2.3. Mobilité des animaux	14
2.2.4. Importance du broutage des ligneux et de la substitution entre différents fourrages	15
2.2.5. Utilisation réelle et accessibilité de la biomasse	19
3. Proposition d'une approche méthodologique améliorée pour les bilans fourragers au Sahel	21
3.1. Collecter des informations sur la disponibilité saisonnière des aliments pour animaux	21
3.2. Estimer la valeur nutritionnelle des aliments et les besoins nutritionnels des animaux	22
3.3. Réviser et/ou collecter les facteurs pour calibrer les masses fourragères et estimer les besoins	23
3.4. Tenir compte de la mobilité des animaux	24
3.5. Recommander et soutenir des recensements systématiques des animaux	25
3.6. Utiliser les modèles existants pour évaluer l'impact de différents scénarios de changement climatique	26
3.7. Résumé des étapes pour la réalisation des bilans fourragers au Sahel	26

4. Principales références	29
5. Références pour identifier les ressources fourragères au Sahel	33
ANNEXE 1	
Aperçu des feuilles de calcul de bilans fourragers	35
ANNEXE 2	
Questionnaires pour la collecte de données	39
7.1. Effectifs d'animaux, structures des troupeaux et paramètres de performance	40
7.1.1. Bovins	40
7.1.2. Ovins	41
7.1.3. Caprins	41
7.1.4. Camelins	41
7.1.5. Chevaux	42
7.1.6. Ânes	42
7.1.7. Mules	42
7.2. Résidus de culture, sous-produits et ingrédients pour l'alimentation animale	42
7.3. Liste des principales plantes broutées au Sahel (Guérin <i>et al.</i> , 1994)	44
7.4. Fréquence et palatabilité des arbres et des arbustes broutés dans la ceinture soudano-sahélienne de l'Afrique (Guérin, 1994)	47

Remerciements

Les présentes Directives ont été élaborées dans le cadre d'un projet mis en œuvre par la Sous-Division de la production et des ressources génétiques animales (AGAG) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) au Tchad et au Niger, avec le soutien financier du Gouvernement français et visant à améliorer la méthodologie de bilan fourrager au Sahel. Elles ont également bénéficié du contenu et des conclusions de l'atelier sur les bilans fourragers qui s'est tenu à Niamey (Niger) en mars 2019 et qui fut organisé conjointement par AGAG avec le bureau régional de la FAO en Afrique d'Accra, le bureau sous régional de la FAO en Afrique de l'Ouest de Dakar et la division Urgence et Résilience de la FAO (PSE).

Ces Directives se fondent également sur des travaux antérieurs menés par la FAO et ses partenaires de développement. Les auteurs souhaitent en particulier faire référence au Manuel de la FAO *Conducting national feed assessments* (FAO, 2012) et au Chapitre 5 *Vulnerability and resilience in livestock systems in the drylands of Sub-Saharan Africa* de la publication de la Banque mondiale *Prospects for Livestock-Based Livelihoods in Africa's Drylands* (de Haan *et al.*, 2016).

Deux documents d'information préalables aux présentes Directives ont été préparés, avec le soutien scientifique et technique du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD):

- Caractère saisonnier des rations fourragères dans les systèmes d'élevage d'Afrique subsaharienne
- Apport quantitatif et qualitatif des fourrages ligneux dans les parcours tropicaux d'Afrique de l'Ouest

Ces deux documents d'information non publiés, produits avec le soutien financier de la Plateforme des connaissances pastorales de la FAO, ont été réalisés par Habibou Assouma (CIRAD, Burkina Faso) et Anne Mottet (FAO, Italie) et ont bénéficié des contributions de Félix Teillard (FAO, Italie), Philippe Lecomte (CIRAD - Pastoralisme et zones sèches en Afrique de l'Ouest [PPZS], Sénégal), Jonathan Vayssières (CIRAD - PPZS, Sénégal), Pierre Hiernaux (Bureau d'études Pastoralisme Conseil - Pastoc, France), Christian Corniaux (CIRAD - PPZS, Sénégal) et Alexandre Ickowicz (CIRAD - Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux [SELMET], France).

Les questionnaires pour la collecte de données concernant le nombre d'animaux, la structure du cheptel, les résidus de récolte et sous-produits ont été adaptés à partir de ceux utilisés au Kenya dans le cadre du Système d'alerte précoce prédictif pour le bétail (PLEWS) et d'un projet financé par l'Union européenne (UE) intitulé Science et techniques au service du développement (STD2) (Guérin, 1994). Les auteurs tiennent à exprimer leur gratitude envers Paul Opio et le CIRAD pour avoir partagés ces documents.

Les auteurs tiennent aussi à remercier Véronique Ancey, Nacif Rihanni et Gregorio Velasco-Gil (FAO-AGAG), Abdoulaye Mbaye (FAO Sénégal), Ulrich Assankpon, Ibra Touré (CIRAD) ainsi que Simon Oostings (Université de Wageningen).

Acronymes et abréviations

ACF	Action contre la faim
AGAG	Sous-Division de la production et des ressources génétiques animales
AGRHYMET	Centre régional de formation et d'application en agrométéorologie et hydrologie opérationnelle
AMMA-CATCH	Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine - Couplage de l'atmosphère tropicale et du cycle hydrologique
AMESD	Surveillance de l'environnement pour un développement durable en Afrique
CHIRPS	Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data
CILSS	Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CP	Protéine brute
DMP	Productivité de la matière sèche
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GLEAM	Modèle mondial d'évaluation environnementale de l'élevage
GMQ	Gain moyen quotidien
ILRI	Institut international de recherches sur l'élevage
INRA	Institut national de la recherche agronomique
MAD	Matière azotée digestible
ME	Énergie métabolisable
MESA	Surveillance de l'environnement et de la sécurité en Afrique
MS	Matière sèche
NDVI	Indice différentiel normalisé de végétation
NPP	Productivité primaire nette
NRC	National Research Council
ONG	Organisation non gouvernementale
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
Pastoc	Bureau d'études Pastoralisme Conseil
PDI	Protéines digestibles dans l'intestin
PHYGROW	Phytomass-Growth Simulator Model
PLEWS	Système d'alerte précoce prédictif pour le bétail
PPZS	Pastoralisme et zones sèches en Afrique de l'Ouest
PRAPS	Projet régional d'appui au pastoralisme au Sahel
PREGEC	Prévention et gestion des crises au Sahel et en Afrique de l'Ouest

PREPAS	Projet de renforcement de l'élevage pastoral
ProGRN	Programme de gestion des ressources naturelles
ROSELT	Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme
SELMET	Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux
SIPSA	Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux
STD2	Science et techniques au service du développement
STEP	Sahelian Transpiration Evaporation and Production model
STI	Indice de travail du sol (soil tillage index)
SWB	Small Water Bodies
UBT	Unité de bovin tropical
UE	Union européenne
UFL	Unité fourragère lait
VITO	Institut flamand de recherche technologique (Belgique)

1. Introduction

1.1. QU'EST-CE QU'UN BILAN FOURRAGER?

Un bilan fourrager évalue les ressources en aliments pour animaux, y compris les fourrages, et les compare aux besoins des animaux d'élevage. Ces ressources comprennent la masse fourragère - ou biomasse - pâturée ou broutée par les animaux (par exemple, l'herbe des pâturages et des parcours), ainsi que les résidus et sous-produits de la production et transformation des cultures (par exemple, pailles, son, tourteaux d'oléagineux ou mélasse), mais également les denrées pour animaux conservées et stockées par les éleveurs, avant l'hiver dans les zones à climat tempéré et avant la saison sèche dans la région sahélienne.

Un bilan fourrager est estimé à une échelle géographique donnée (exploitation, commune, territoire, province, pays ou région) sur une période de temps définie (année, saison, mois, décade, etc.). Il nécessite un inventaire des ressources en aliments pour animaux et fourrage et leur évaluation en termes de quantité et de qualité. Il nécessite aussi une évaluation des effectifs du cheptel par catégories d'animaux et systèmes de production et des besoins nutritionnels de ces animaux pour leur entretien, leur gestation, leur production (croissance, lactation) et leur activité si les animaux se déplacent beaucoup ou s'ils sont utilisés pour le transport et les travaux des champs.

Un bilan fourrager fournit des informations aux décideurs politiques, aux producteurs et aux acteurs du secteur de l'élevage en général afin d'améliorer leur planification et leur évaluation du secteur. En particulier, il est indispensable d'évaluer l'adéquation entre les besoins du cheptel et les ressources disponibles en aliments pour animaux, afin de prendre des mesures (telles que distribution ou déstockage) en cas de prévision de déficit. C'est également une étape essentielle pour évaluer les conséquences des variations spatio-temporelles des pluies sur la production végétale, ce qui est nécessaire pour estimer l'impact du changement climatique sur la production alimentaire. Les bilans fourragers sont également utilisés pour des évaluations à différentes échelles, par exemple dans le cadre de bilans au niveau mondial ou régional de la concurrence entre alimentation animale et humaine (voir par exemple Mottet *et al.*, 2017) ou des estimations des émissions de gaz à effet de serre (GES) du bétail (voir exemple Gerber *et al.*, 2013).

Dans la région du Sahel, en particulier, le bilan fourrager est un outil essentiel pour les systèmes d'alerte précoce. Il est conçu et utilisé par les services techniques des pays sahéliens comme outil prospectif établi en fin d'année pour couvrir la saison sèche à venir. En cas de bilan négatif, des mesures peuvent être prises pour combler le déficit en aliments pour animaux jusqu'à ce que d'autres ressources alimentaires soient à nouveau disponibles (par exemple la distribution d'aliments ou la facilitation de la mobilité saisonnière et régionale, parfois transfrontalière, des troupeaux). En outre, les bilans fourragers sont également essentiels pour améliorer la résilience des communautés pastorales sur le long terme: l'estimation et la cartographie des déficits structurels et/ou des excédents d'aliments pour animaux et de fourrages représentent des informations essentielles pour le

développement de filières d'approvisionnement et production d'aliments pour animaux et pour l'organisation des transhumances et la mise en place d'infrastructures: points d'eau, gîte d'étape, réserves pastorales, droits d'accès, marchés au bétail, etc.

1.2. QU'EST-CE QU'UN FEED BALANCE SHEET?

Le terme feed balance sheet en anglais est dérivé de food balance sheet, ou bilan alimentaire. Il s'agit d'un outil qui fournit des informations essentielles sur le système alimentaire d'un pays à travers trois composantes:

- Les approvisionnements alimentaires d'un pays qui correspondent à la quantité totale des denrées alimentaires produites dans un pays, majorée de la quantité totale importée et ajustée en fonction des variations éventuelles des stocks depuis le début de la période de référence.
- L'utilisation des denrées au niveau du pays qui comprend l'alimentation animale, les semences, la transformation, les pertes, les exportations et les autres utilisations.
- Les valeurs par habitant de l'offre de tous les produits alimentaires (en kilogrammes par personne et par an) et la teneur en calories, en protéines et en lipides.

Les bilans alimentaires annuels montrent les tendances des disponibilités alimentaires nationales, révèlent les changements qui peuvent être intervenus dans les types d'aliments consommés et indiquent dans quelle mesure les approvisionnements alimentaires du pays sont adéquats par rapport aux besoins nutritionnels de la population.

Par analogie, le feed balance sheet constitue un bilan alimentaire animal. Il présente les résultats du bilan fourrager d'une manière similaire et est un outil important pour la planification stratégique et les décisions à prendre concernant des actions à court et à long terme.

1.3. POURQUOI UN BESOIN SPÉCIFIQUE DE BILAN FOURRAGER AU SAHEL?

La région du Sahel est caractérisée par un fort gradient de précipitations (Figure 1) qui détermine la production de biomasse végétale. Dans les zones pastorales de l'Afrique subsaharienne, et dans le Sahel de l'Afrique occidentale et centrale en particulier, les ressources fourragères issues du pâturage sont au cœur des moyens de subsistance des populations. Le pastoralisme est le mode de vie dominant ainsi que le système d'élevage le plus répandu, ce qui a un impact important sur le mode d'alimentation du bétail. Les pasteurs sahéliens répondent à la forte saisonnalité de la quantité et de la qualité de la production fourragère par la mobilité des troupeaux associée à une gestion communautaire, voire publique, des parcours.

D'autres facteurs que les variations saisonnières peuvent réduire la disponibilité ou l'accessibilité des aliments et des fourrages, et donc affecter la productivité des animaux, contribuant ainsi à accroître l'insécurité alimentaire et la malnutrition des populations. Les obstacles à la mobilité pastorale (tels que la non accessibilité à l'eau, le développement urbain ou l'extension des terres cultivées, les crises sanitaires comme Ebola en 2014 ou COVID-19 en 2020, et les conflits) ainsi que l'augmentation de la taille du troupeau (pratique courante chez les pasteurs afin de préserver et d'accroître leur richesse) affectent la disponibilité des ressources et l'accès aux pâturages.

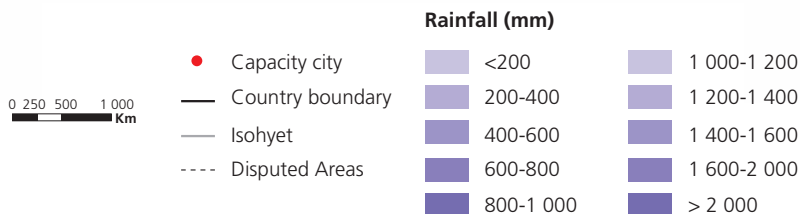
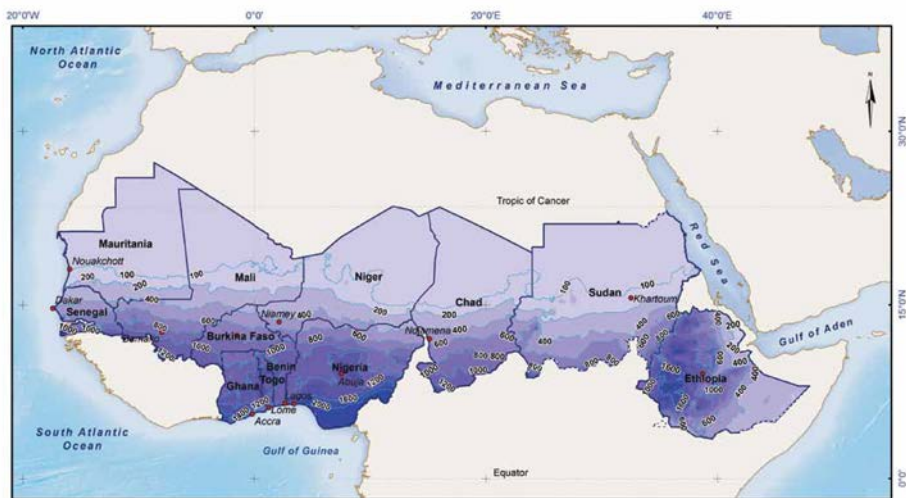
Les variations interannuelles des productions en lien avec les fluctuations des précipitations sont déterminantes mais le changement climatique tend à augmenter la fréquence

des évènements extrêmes: épisodes secs au cours de la saison des pluies mais aussi de fortes pluies et inondations.

Durant les crises les plus graves, telles que les sécheresses sévères, un grand nombre d’animaux peuvent mourir ce qui peut entraîner des famines. Par exemple, en Afrique de l’Ouest, la sécheresse de 2018 a entraîné un déficit fourrager de 95 pour cent en Mauritanie et de 80 pour cent au Sénégal par rapport à la moyenne des cinq années précédentes, ce qui a provoqué une transhumance anticipée vers le Sud Sénégal et le Mali et a plongé plus de huit millions de personnes en situation d’insécurité alimentaire.

L’exacerbation des problèmes sociaux et environnementaux au Sahel et dans certains pays d’Afrique de l’Ouest est liée à des causes complexes d’origine humaine et éco-climatique. L’augmentation du cheptel et l’extension des surfaces cultivées ont entraîné une modification des relations entre les systèmes agropastoraux et pastoraux. La prévalence et la gravité des conflits liés à l’utilisation des ressources naturelles et à la mobilité des troupeaux ont augmenté. Le contexte foncier assorti de la marginalisation des terres de par-

FIGURE 1
Pluviosité, annuelle moyenne dans la région du Sahel et en Afrique de l’Ouest, 1981-2016 (OSS 2019)



Source: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS)

cours communautaires et de la «privatisation» croissante des terres cultivées accompagne cette tendance. La baisse de la fertilité des terres cultivées et la dégradation des ressources pastorales disponibles ainsi que la densification des points d'eau pastoraux pérennes (stations de pompage, forages, puits...) se produisent dans tout le Sahel. Ces tendances compromettent la résilience des écosystèmes et des sociétés qui en dépendent.

1.4. LES SYSTÈMES DE SUIVI PASTORAL EXISTANTS AU SAHEL ET LEURS LIMITES

Des bilans fourragers nationaux et sous-nationaux sont déjà réalisés dans les pays du Sahel, de manière régulière ou ponctuelle. A titre d'exemples: ACF tient à jour un inventaire des rapports et des bulletins d'évaluation des bilans fourragers dans divers pays du Sahel (ACF, 2020); le Ministère de l'élevage et de la pêche du Burkina Faso a publié un rapport sur le suivi-évaluation des ressources pastorales pour la campagne 2018-2019; en mai 2017 le Projet régional d'appui au pastoralisme au Sahel (PRAPS) a organisé en Mauritanie, au Mali et au Tchad des ateliers de renforcement des capacités sur le suivi des ressources pastorales et l'identification de sites de suivi au sol entre avril et septembre 2017 (PRAPS, 2017); Le Ministère du développement durable du Mali a publié un rapport sur la campagne agro-pastorale de 2015-2016 (CPS/SDR, 2016); le Centre régional de formation et d'application en agrométéorologie et hydrologie opérationnelle (AGRHYMET) publie des bulletins et bilans réguliers pour les États du Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS) (Agrhymet, 2020).

La plupart des pays sahéliens, en particulier les pays couverts par le PRAPS, disposent de systèmes de suivi-évaluation des ressources pastorales plus ou moins fonctionnels. Ceux-ci combinent l'utilisation de données de télédétection satellitaire et des enquêtes de terrain. Ces systèmes de nature prospective sont composés de deux éléments: (i) une évaluation de la production végétale au cours de la saison des pluies réalisée sur base d'une campagne de relevés au sol dans quelques sites et sur une métrique de l'indice différentiel normalisé de végétation (NDVI) et ses dérivés ou de la productivité de la matière sèche (DMP) à partir d'images satellitaires; (ii) une évaluation de l'utilisation de ces ressources au cours de la saison sèche qui repose sur une estimation du cheptel réalisée à partir des recensements administratifs plus ou moins récents et actualisés par taux de croît. Ces systèmes sont gérés par des départements au sein des Ministères chargés des ressources animales, de l'environnement, de la recherche ou par des structures spécialisées à caractère national. Des institutions régionales, en particulier le Centre régional AGRHYMET du CILSS, et d'autres institutions internationales sont également très actives au Sahel dans le domaine du suivi-évaluation des bilans fourragers et des systèmes d'alerte pastoraux. D'autres systèmes de suivi-évaluation sont, ou ont été, mis en place localement dans le cadre d'observatoires (Observatoire du Sahara et du Sahel - OSS; Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme - ROSELT; Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine - Couplage de l'atmosphère tropicale et du cycle hydrologique - AMMA-CATCH), de projets de développement Suivi de l'environnement pour un développement durable en Afrique - AMESD; Surveillance de l'environnement et de la sécurité en Afrique - MESA; Système d'information sur le pastoralisme au Sahel - SIPSA; Action contre la faim - ACF; Programme de gestion

des ressources naturelles - ProGRN; Projet de renforcement de l'élevage pastoral - PREPAS) ou de recherches (PPZS; Institut international de recherches sur l'élevage - ILRI).

Le Sénégal et le Niger disposent de systèmes de suivi-évaluation des ressources fourragères, à la fois sur le terrain et par télédétection satellitaire, qui sont opérationnels depuis plusieurs décennies. Ces deux pays sont considérés comme les plus avancés de la sous-région.

L'un des atouts majeurs pour les pays est sans nul doute l'existence d'une bonne base de caractérisation des ressources et de l'environnement. Par contre, les ressources pastorales et leur utilisation sont moins bien caractérisées.

En outre, dans le cadre du dispositif régional de Prévention et gestion des crises au Sahel et en Afrique de l'Ouest (PREGEC) animé par le CILSS et plusieurs partenaires, le Centre régional AGRHYMET gère un dispositif régional de suivi-évaluation des ressources naturelles, incluant les cultures, la végétation, les ressources en eau et, plus récemment, les feux de brousse. Un certain nombre d'indicateurs biophysiques à court et à long terme liés à la productivité des terrains de parcours (productivité de matière sèche - DMP, NDVI), à l'état de verdure de la végétation et aux étendues d'eaux de surface (Small Water Bodies - SWB) ont été élaborés par l'équipe de coordination technique régionale à partir d'images satellitaires de SPOT Végétation et MODIS. Ces indicateurs ont été testés et validés par Agrhymet et sont actuellement utilisés dans le cadre de programmes régionaux tels que Surveillance de l'environnement pour un développement durable en Afrique (AMESD).

Au Mali, l'organisation non gouvernementale (ONG) ACF Espagne a développé une approche originale de suivi-évaluation des ressources pastorales avec ses partenaires. L'ONG a mis en place un projet pilote pour fournir des informations aux pasteurs concernant la disponibilité et la qualité du fourrage, les concentrations de bétail et la disponibilité en eau de surface, ainsi que les prix sur les marchés à bétail dans la région de Gao. L'approche repose sur un Système d'information géographique (SIG) permettant une estimation spatialisée de la biomasse fourragère (productivité de la matière sèche, à partir



Un éleveur de bovins secouant les noix d'un arbre pour les donner au troupeau

du DMP du BIOGENERATOR produit par l'Institut flamand de recherche technologique - VITO) basée sur l'analyse des anomalies de l'indice NDVI et complétée par la localisation des puits et des forages, ainsi que la répartition et les mouvements du cheptel. L'approche repose également sur un système de télécommunication qui permet l'échange permanent d'informations entre éleveurs et centres régionaux. Les éleveurs fournissent eux-mêmes des informations sur les effectifs des troupeaux présents sur les sites, leur état d'embonpoint, de santé, l'état des points d'eau, etc. Malheureusement l'insécurité qui règne actuellement dans le nord Mali n'a pas permis de développer cette approche.

De fait, les dispositifs de suivi existants reposent généralement sur des indices de verdure de la végétation type NDVI et sont surtout efficaces pendant la saison des pluies. Cependant, ils ne permettent pas d'évaluations approfondies ni de planification pour la saison sèche, à moyen et long terme, ce qui constitue une limite importante à l'amélioration de la résilience des communautés pastorales. En effet, cela entrave considérablement l'évaluation de l'impact réel des sécheresses et du changement climatique sur les systèmes pastoraux. Mais cela pose également de sérieuses contraintes aux réponses mises en place, notamment à la planification de la gestion intégrée de différentes ressources fourragères aux niveaux régional, national et infranational et au développement de chaînes de valeur des aliments pour animaux via la collecte, la transformation, le stockage et le transport de ces ressources afin de réduire les risques liés à la sécheresse.

De plus, dans de nombreux pays, le système d'évaluation du bilan fourrageur ne fonctionne qu'au travers de financements de projets. Il est donc important que chaque pays de la sous-région approfondisse sa réflexion sur le type d'ancrage institutionnel à mettre en place afin d'assurer la pérennité du suivi des ressources pastorales à l'image du Sénégal et du Niger qui ont pu internaliser et améliorer le fonctionnement de leur dispositif.

Les mécanismes nationaux existants souffrent d'un certain nombre d'autres faiblesses, identifiées par Hiernaux (2016) et reprises dans le *Guide pratique pour l'harmonisation des dispositifs de suivi-évaluation des ressources pastorales dans les pays du PRAPS* (Hiernaux et al., 2017):

- Burkina Faso: l'articulation entre la surveillance au sol et l'outil de télédétection basé sur l'indice NDVI est faible.
- Mali: le Ministère en charge de l'élevage se limite à un suivi de type administratif (estimation de la ressource par régression à partir du cumul des précipitations, charge animale sur la base du recensement).
- Mauritanie: la collecte d'informations pastorales par l'administration territoriale est occasionnelle, qualitative et orale et l'utilisation de la télédétection par satellite pour évaluer les ressources en eau de surface et en fourrage est limitée.
- Niger: les méthodes d'échantillonnage mises en œuvre par la Direction du développement pastoral sont complexes, coûteuses et ne sont plus justifiées suite à l'évolution de la résolution des données de télédétection depuis les années 1980.
- Sénégal: une seule évaluation des ressources fourragères est réalisée par an (d'octobre à novembre).
- Tchad: il n'existe pas de systèmes de suivi des ressources pastorales à l'échelle nationale et sur le long terme et l'utilisation de la télédétection par satellite pour le suivi-évaluation des ressources pastorales est limitée.



Collecte de fourrage à Arada, Province de Wadi Fira au Tchad

1.5. COMMENT ET QUAND UTILISER CES DIRECTIVES?

L'objectif des présentes Directives est de fournir aux gouvernements, aux ONG, aux acteurs du secteur privé, aux organisations pastorales et aux éleveurs une méthode harmonisée pour établir des bilans fourragers dans la région du Sahel d'Afrique de l'Ouest et Centrale. Ces Directives peuvent être utilisées pour générer des informations fiables concernant la disponibilité en aliments pour animaux et l'estimation des besoins des différents animaux. Les informations relatives aux ressources fourragères disponibles et accessibles (en quantité et en qualité), ainsi qu'à leurs fluctuations saisonnières et localisations, constituent des éléments essentiels des processus décisionnels. En effet, ces informations sont cruciales dans le cadre de l'approvisionnement en aliments pour animaux lors d'une intervention d'urgence, ainsi que pour la gestion et l'utilisation des ressources, pour le développement de modèles commerciaux sur les chaînes de valeur, l'intensification durable, l'engraissement orienté vers le marché et la production laitière et avicole, pour lesquels la consommation en aliments est importante. En outre, ces informations peuvent être utilisées pour surveiller l'impact du changement climatique et pour évaluer les émissions de GES provenant de la production animale.

2. Méthodologies pour établir des bilans fourragers

2.1. APPROCHES ET MÉTHODES EXISTANTES POUR ÉTABLIR DES BILANS FOURRAGERS

En général, les bilans fourragers sont basés sur la production annuelle totale d'aliments pour animaux, y compris le fourrage, au niveau national ou régional (FAO, 2012; ACF, 2018; DPP, 2011).

L'inventaire des ressources commence par l'identification des différents types d'aliments et de fourrages. Dans la plupart des cas, cette étape peut être réalisée au travers d'une analyse des documents existants et d'entretiens avec les acteurs du secteur et les experts du pays. L'inventaire doit distinguer les ressources provenant du pâturage et du broutage dans les parcours, et les ressources provenant de l'agriculture et de l'industrie agroalimentaire, comme les résidus de cultures (par exemple, les pailles) et les sous-produits (par exemple, le son, la mélasse, les tourteaux d'oléagineux). Cela repose sur l'établissement et l'interprétation de cartes précises de l'utilisation des terres (ou, si elles ne sont pas disponibles, de la couverture des terres) et des systèmes de culture.

La masse végétale produite sur les parcours est généralement obtenue à partir d'informations de télédétection utilisant l'indice différentiel normalisé de végétation (NDVI) qui peut être transformé en biomasse (kg MS/ha) par régression linéaire à partir de mesures sur des sites au sol. Elle est également estimée par le DMP qui représente le taux de croissance global ou l'augmentation de la biomasse sèche de la végétation directement liée à la productivité primaire nette (NPP) de l'écosystème, avec toutefois des unités adaptées à des fins agro-statistiques (kg/ha/jour) (Garba *et al.*, 2015). La masse végétale n'est cependant pas entièrement accessible et utilisable par les animaux en pâture (par exemple si elle est trop éloignée d'un point d'eau, si elle est brûlée, si elle est située sur des arbres et trop élevée pour être consommée ou si elle provient d'espèces végétales non appréciées ou toxiques, etc.). Pour calculer la masse végétale accessible et utilisable, les études disponibles utilisent en général une moyenne de productivité de matière sèche par hectare appliquée à toute la surface des parcours (FAO, 2018), ou bien un coefficient d'utilisation maximale de la végétation sur pied par le bétail qui tient compte des pertes dues au piétinement, à la consommation des autres herbivores et à la décomposition organique (généralement 30 pour cent de la biomasse produite sur les parcours, voir par exemple de Haan *et al.*, 2016). Pour estimer la qualité nutritionnelle du fourrage des pâturages, ces études se fondent aussi généralement sur des moyennes et une composition unique des espèces d'herbacées et de légumineuses. Une méthodologie similaire est utilisée dans le cadre du Système d'alerte précoce prédictif pour le bétail - PLEWS (Matere *et al.*, 2019) utilisé au Kenya.

La quantité de résidus des cultures et sous-produits est généralement estimée en utilisant les rendements des cultures à partir des données nationales de production agricole et

en appliquant des facteurs de conversion entre les rendements en grains et d'autres parties de la plante, comme la paille, le son etc. Toutes les quantités de résidus des cultures et de sous-produits ne sont pas utilisées comme aliments pour animaux. La part des résidus et sous-produits disponibles et utilisables par le bétail est estimée dans la plupart des études en appliquant des facteurs moyens pour tenir compte des autres utilisations (tels que comme matériaux de construction, carburant, engrais vert), qui sont principalement basés sur des estimations provenant de la littérature et des avis d'experts.

Pour estimer les besoins des animaux, les études se fondent généralement sur une consommation moyenne quotidienne des animaux d'environ 2,5 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif (FAO, 2012). Certaines études plus récentes s'appuient sur l'énergie métabolisable (ME - *metabolizable energy*) et les protéines brutes (CP - *crude protein*), en tenant compte des besoins spécifiques des différentes espèces d'animaux d'élevage (voir par exemple l'inventaire et le bilan des aliments pour animaux en Éthiopie, produit par la FAO-2018).

2.2. LEURS LIMITES DANS LE CONTEXTE SAHÉLIEN

2.2.1. Caractère saisonnier de la biomasse et des rations d'aliments pour animaux

La première limite significative des méthodologies existantes est la période considérée. La plupart des études utilisent des moyennes annuelles et ne tiennent pas compte de la très forte **saisonnalité** (ou variabilité intra-annuelle) de la disponibilité (en quantité et qualité) des aliments pour animaux et de la consommation par les ruminants.

En Afrique de l'Ouest, les pâturages permanents et les parcours représentent les deux tiers des terres agricoles, avec de très grands écarts sous-régionaux: dans la majorité des espaces nord sahélien, la quasi-totalité des terres agricoles sont des parcours alors que beaucoup d'espaces sud sahéliens sont essentiellement couverts par des cultures avec de rares jachères temporaires. Les terres cultivées sont ouvertes à la pâture après les récoltes durant la majeure partie de la saison sèche.

La croissance de la végétation dans les parcours sahéliens est liée aux précipitations très saisonnières apportées par les vents convectifs de la mousson ouest-africaine qui atteignent le Sahel entre juin et octobre, avec des précipitations maximales en août (Nicholson, 2013). La pluviosité annuelle moyenne diminue à mesure que la latitude augmente. Cependant, sur tout le gradient du Sahel, les précipitations sont inégales (Ali *et al.*, 2003) et sont très variables d'une année à l'autre (Lebel *et al.*, 2009). Contrairement à la courte saison chaude et humide, la saison sèche dure huit à dix mois avec une très faible humidité de l'air associée à des températures douces de novembre à février et à des températures extrêmement chaudes à partir de mars jusqu'aux premières pluies (Guichard *et al.*, 2009).

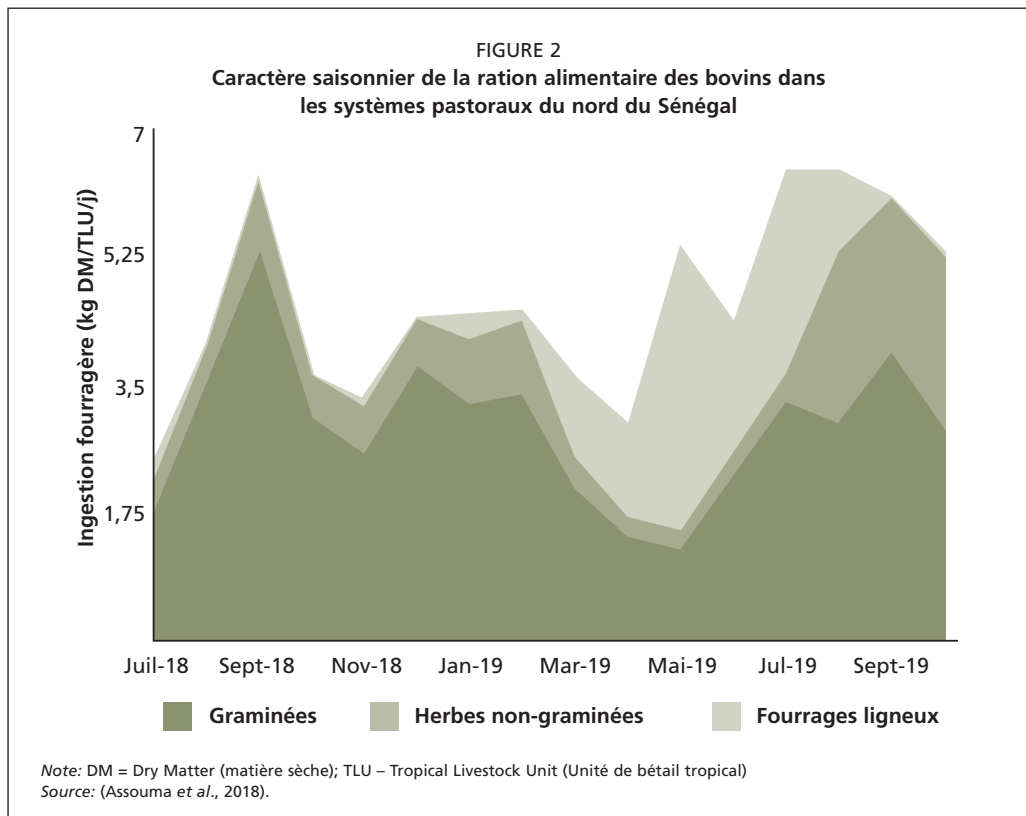
Adaptée à la saisonnalité régulière des précipitations, au rayonnement solaire, à la température et à l'humidité de l'air, la végétation herbacée est largement dominée par les plantes annuelles à cycle court, associées à des plantes ligneuses plus ou moins dispersées, parmi lesquelles les feuillus à feuilles caduques dominent (Hiernaux *et al.*, 2006). Les herbacées annuelles germent dès les premières pluies, parfois entre mai et juillet, en

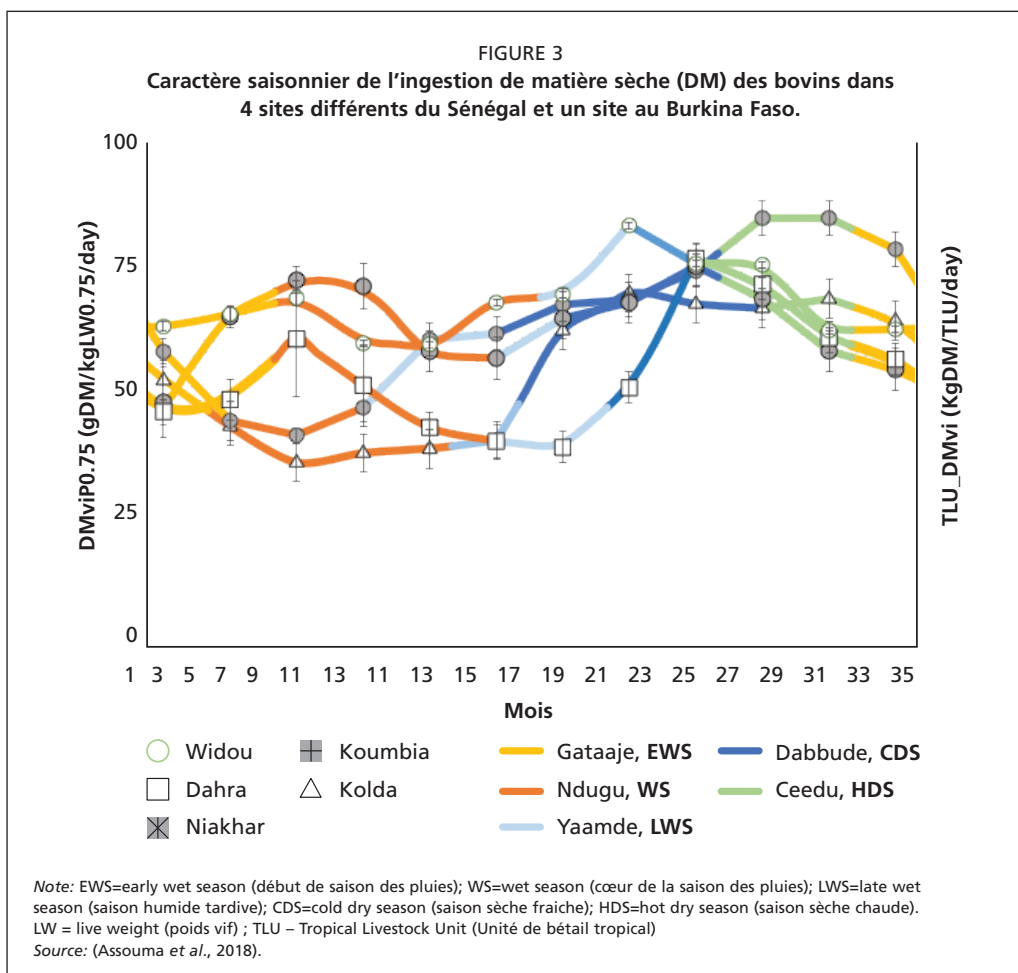
fonction des années et des lieux. Leur croissance commence lentement pendant quelques semaines, au cours desquelles les graines des herbacées établissent leur système racinaire et leurs talles (Cissé, 1986).

Il existe relativement peu d'études de suivi fiables portant sur une année entière et décrivant l'utilisation extensive de la végétation (herbacée, arbres et arbustes) par le bétail sous un climat aride et semi-aride en Afrique subsaharienne (Ayantunde *et al.*, 1999; Fernández-Rivera *et al.*, 2005; Achard et Chanono, 2006; Schlecht *et al.*, 2006; Hiernaux *et al.*, 2009a). Les résultats des études faisant un suivi des performances pondérales et reproductrices du bétail (telles que Wilson, 1986; Wilson, 1989; Colin de Verdière, 1994; Wagenaar *et al.*, 1986; Lesnoff, 1999; Ezanno *et al.*, 2005; Chirat *et al.*, 2014; Assouma *et al.*, 2018) convergent tous pour souligner la forte saisonnalité de la production animale et des bovins en particulier, ce qui reflète la disponibilité des ressources et des pratiques adaptées d'alimentation animales.

Le système pastoral sahélien se caractérise donc par une saisonnalité élevée de la production de biomasse, de la disponibilité en résidus, de la consommation et de la productivité animale. Ceci a été bien décrit par Assouma *et al.* (2018) et est illustré par les figures 2 et 3.

L'utilisation de la valeur moyenne individuelle de 25 g de matière sèche ingérés par kg de poids vif (voir section 2.1), ne tient pas compte du changement saisonnier de comportement des animaux en matière de pâturage sélectif pour s'adapter aux changements de disponibilité et de qualité du fourrage, qui passe d'un fourrage vert herbacé hautement





digestible pendant la saison humide à des pailles et litières peu digestibles pendant la saison sèche (Chirat *et al.*, 2014). La figure 3 montre que l'utilisation de cette méthode conduit à surestimer la consommation des animaux de 20 à 300 pour cent selon le lieu et la saison.

Cette méthode ne tient pas compte non plus de la non-linéarité des besoins en énergie métabolisable avec le poids corporel de l'animal (Zemmelink, 1980). En particulier, Assouma *et al.* (2019) ont montré qu'elle sous-estimait la consommation des petits ruminants et surestimait la consommation des bovins.

Cela peut conduire à des erreurs dans les calculs relatifs aux stocks d'aliments pour animaux et de fourrage nécessaires pour une distribution en période de sécheresse ou à l'impact du changement climatique sur les systèmes pastoraux et agropastoraux. Il en résulte également une surestimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant de ces systèmes, comme l'a démontré la FAO (2018, non publié). À l'aide du Modèle mondial d'évaluation environnementale de l'élevage - GLEAM (Gerber *et al.*, 2013), l'ingestion animale et les émissions de méthane entérique (méthodologie de niveau 2 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat - GIEC) ont été estimés

selon différentes hypothèses: annuelle, deux saisons (saison humide et saison sèche) et trois saisons (saison humide, et saisons sèches froide et chaude). Elles ont été comparées aux observations de l'ingestion effectuées sur le terrain (méthode de cueillette manuelle et collecte intégrale des fèces) et aux mesures de la digestibilité de la matière organique totale pour estimer les émissions de méthane entérique. Les résultats montrent que les rations alimentaires annuelles calculées selon les besoins en énergie moyens annuels surestiment les quantités ingérées de 26 à 71 pour cent et les émissions de méthane entérique de 32 à 76 pour cent. Une modélisation sur trois saisons réduit la surestimation (13 pour cent en saison humide), mais elle reste importante, en particulier pendant la saison sèche chaude (55 pour cent). De tels résultats devraient contribuer à changer l'image de non-efficience dont souffrent actuellement les systèmes d'élevage des pays d'Afrique subsaharienne, en particulier en ce qui concerne l'intensité de leurs émissions de méthane.

TABLEAU 1
Comparaison des mesures sur le terrain et des différentes hypothèses de saisonnalité dans la modélisation de l'ingestion animale et des émissions de méthane entérique

	Observations sur le terrain ^a	GLEAM annuel ^b	Sur estimation (%)	GLEAM 2 saisons ^c	Sur estimation (%)	GLEAM 3 saisons ^d	Sur estimation (%)
Ingestion (kg MS / UBT / jour)							
Pastoral							
Saison des pluies	4,13	5,22	26	5,34	29	4,67	13
Saison sèche froide	3,71	5,22	41	6,89	86	4,47	20
Saison sèche chaude	3,06	5,22	71	6,89	125	4,73	55
Agropastoral							
Saison des pluies	3,96	5,39	36	5,13	30	5,03	27
Saison sèche froide	3,32	5,39	62	6,65	100	4,84	46
Saison sèche chaude	4,16	5,39	30	6,65	60	4,83	16
Méthane entérique (gCH ₄ / UBT / Jour)							
Pastoral							
Saison des pluies	87,16	114,86	32	114,03	31	101,40	16
Saison sèche froide	75,43	114,86	52	141,12	87	120,85	60
Saison sèche chaude	65,27	114,86	76	141,12	116	120,80	85
Agropastoral							
Saison des pluies	87,71	118,65	35	110,35	26	110,53	26
Saison sèche froide	72,19	118,65	64	136,81	90	106,29	47
Saison sèche chaude	87,84	118,65	35	136,81	56	110,86	26

^a Assouma et al., 2018; ^b Gerber et al., 2013; ^c FAO & NZAGRC, 2019; ^d non publié UBT = Unité de bovin tropical utilisée pour agréger la présentation des résultats calculés par espèces (bovins, ovins, caprins)

Source: FAO, 2018 – non publié.

TABLEAU 2
Variation saisonnière du poids des bovins par catégorie en Afrique Sub-saharienne
(en kg de poids vif).

	Femelles en lactation	Mâles reproducteurs	Femelles de remplacement	Mâles de remplacement	Génisses engraisées	Taurillons engraisés
Saison sèche froide	259-275	335-350	170-190	200-225	175-200	300-345
Saison sèche chaude	275-240	350-295	190-165	225-190	200-170	345-290
Saison des pluies	240-259	295-335	165-195	190-230	170-205	290-360

Source: Assouma et al. (2018).

2.2.2. Caractère saisonnier des performances animales

Conséquence directe de la saisonnalité de la disponibilité et de la qualité des fourrages, le poids, le taux de croissance et le rendement en lait des animaux varient considérablement d'une saison à l'autre.

Comme expliqué dans la section 2.1, l'approche classique des bilans fourragers utilise un facteur standard pour estimer les besoins alimentaires des animaux (habituellement environ 2,5 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif). Lorsque la digestibilité des ressources diminue, par exemple pendant la saison sèche, le contenu en énergie métabolisable (ME) diminue également. En conséquence, l'approche classique augmentera la quantité totale d'apport en matière sèche nécessaire pour répondre aux besoins des animaux.

Mais cette approche ne considère pas que l'animal peut mobiliser ses réserves corporelles, peut perdre du poids et manger moins que ce qui est nécessaire pour couvrir tous les besoins métaboliques (tableau 2). L'élevage pastoral sait tirer parti de la grande qualité du fourrage des parcours pâturés de manière sélective pendant la saison humide (Ayantunde et al., 1999) pour développer et constituer des réserves de graisse que l'animal brûlera progressivement au cours de la longue saison sèche pour compenser la mauvaise digestibilité des fourrages et atténuer les pertes de poids (Ezanno et al., 2003). En outre, les restrictions alimentaires influencent le métabolisme des ruminants et la faible qualité des aliments affecte leurs performances digestives. Cela signifie qu'il peut y avoir de nouveau une surestimation de la consommation quotidienne de fourrage.

2.2.3. Mobilité des animaux

En réponse à la disponibilité hautement saisonnière de la biomasse, l'élevage pastoral est basé sur la mobilité du bétail (Turner et al., 2014). Au Sahel, la croissance de la biomasse est concentrée sur quelques mois seulement et la capacité de stockage du fourrage est limitée. La mobilité est une stratégie d'adaptation à la saisonnalité de la disponibilité en fourrage, mais elle constitue également une contrainte pour la productivité et peut constituer un goulot d'étranglement dans le système lorsqu'elle est réduite pour des raisons politiques, économiques ou sanitaires. L'expansion des terres cultivées contribue également à limiter la mobilité des troupeaux.

Cependant, les bilans fourragers sont généralement établis pour des unités administratives telles que les pays, les régions ou les provinces, voire les districts. Bien que cela présente des avantages en termes de collecte des données et de planification, cette approche masque les mouvements saisonniers des animaux, qui sont souvent transfrontaliers (Figure 4), ce qui peut conduire à des surestimations ou sous-estimations dans le bilan fourrager. Pour résoudre ce problème, de Haan *et al.* (2016) ont défini des unités géographiques transfrontalières spécifiques, autonomes en termes de mobilité des animaux et des aliments (Figure 5), appelées «bassins de pâturage» (grazing sheds en anglais). Bien que cette approche se soit révélée pertinente pour des bilans fourragers à grande échelle, elle sera difficilement applicable aux bilans sous-nationaux, qui nécessiteraient des informations détaillées sur les mouvements des animaux.

2.2.4. Importance du broutage des ligneux et de la substitution entre différents fourrages

Dans le Sahel, les études portant sur le comportement des animaux au pâturage ont montré que les bovins, les ovins et les caprins passent respectivement 38, 59 et 57 pour cent de leur temps à s'alimenter pendant la saison sèche et 72, 73 et 65 pour cent pendant la saison des pluies (Sanon, 2007). En saison sèche, la recherche de pailles mais aussi des feuilles d'arbres et de buissons, de fruits tombés à terre ou de gousses peut atteindre 4,5 pour cent du temps pour les bovins, 28 pour cent pour les ovins et 51 pour cent du temps pour les caprins. La supplémentation en feuillage (=distribution de feuillage collectés) est également connue pour améliorer la productivité et les taux de croissance des animaux (Sanon *et al.*, 2008). Ainsi, le broutage des fourrages ligneux constitue un élément important du bilan

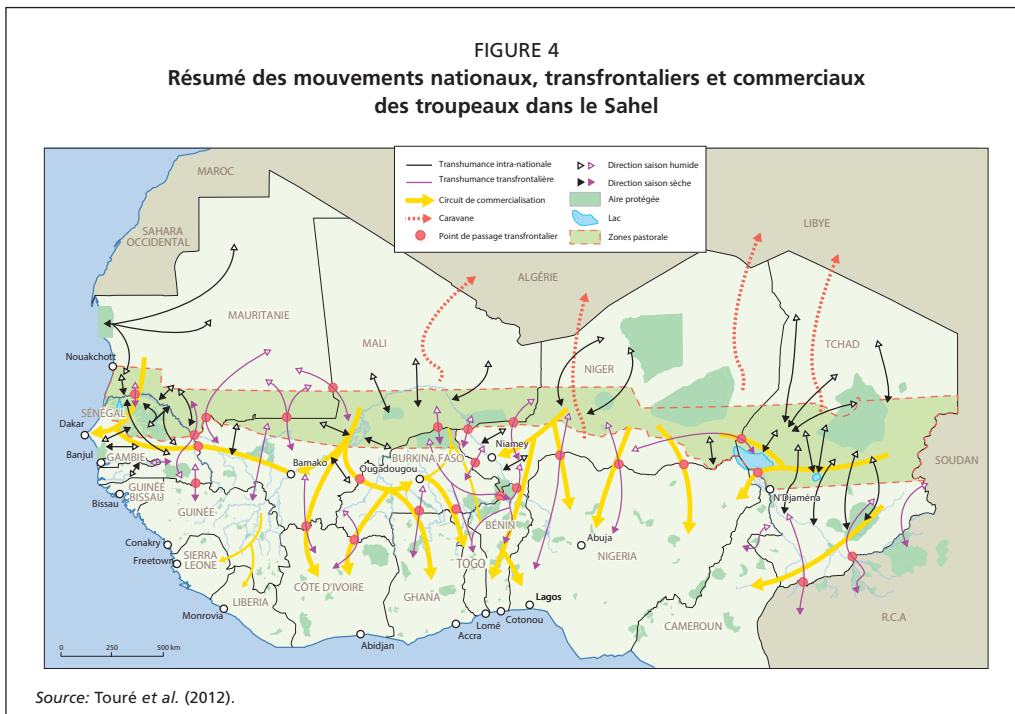
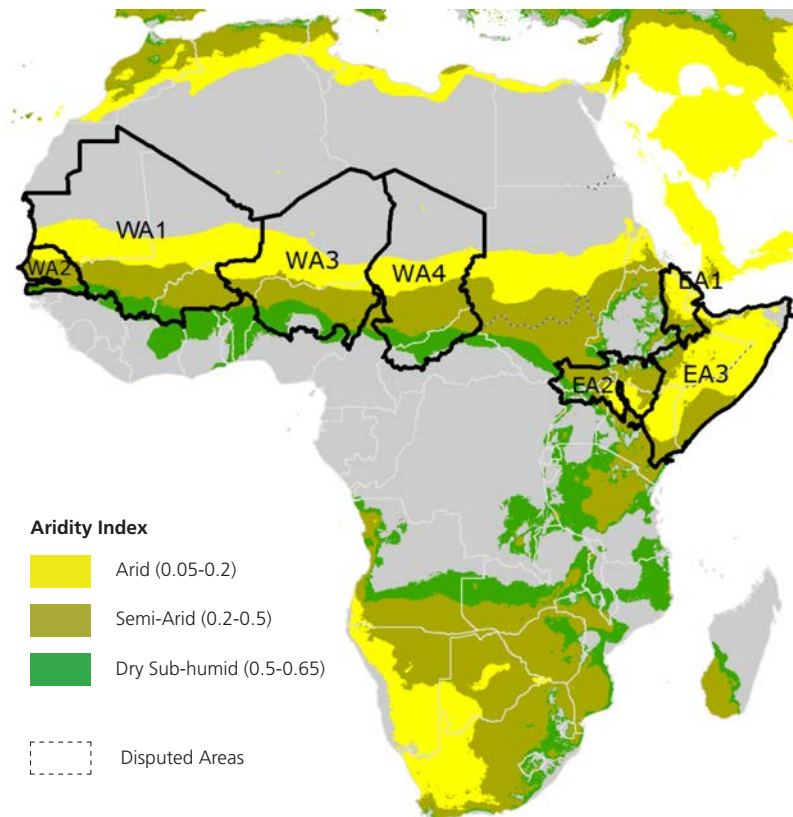


FIGURE 5
«Bassins de pâturage» ou unités géographiques permettant
de prendre en compte la mobilité



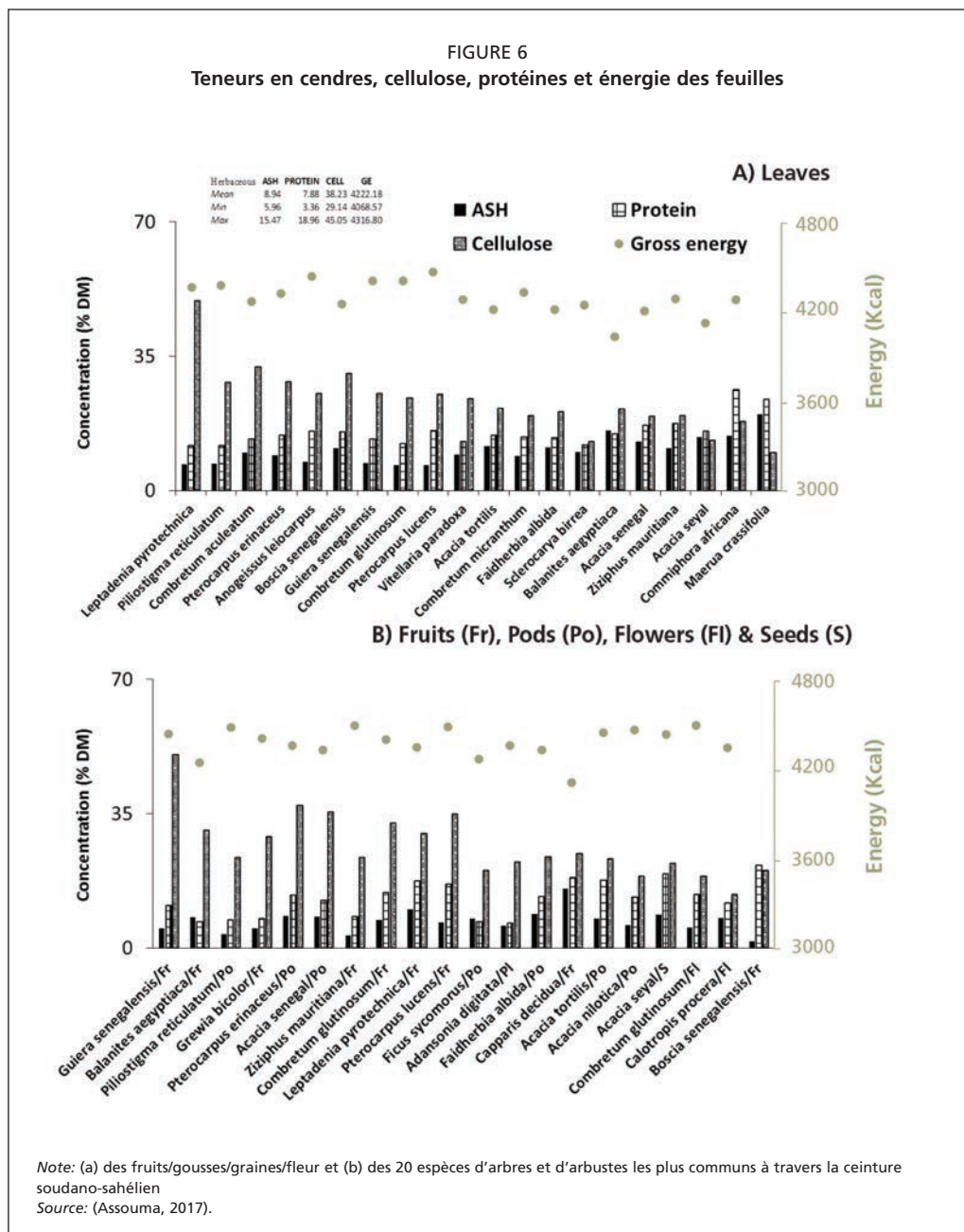
Source: Haan *et al.* (2016).

fourrager pour les ruminants des zones tropicales sèches, en particulier pendant la saison sèche et chaude, lorsque les herbacées ne sont pas de qualité ou en quantités suffisantes pour répondre aux besoins du cheptel (Ouédraogo-Koné *et al.*, 2008).

Les principales contributions des espèces ligneuses à la subsistance des populations humaines et animales de la zone sahélienne ont été décrites dans la revue *Browse in Africa* par Le Houérou (1980) pour l'Afrique occidentale et australe, par Lamprey *et al.* (1980) pour l'Afrique de l'Est, par Walker (1980) pour l'Afrique australe et par Lawton (1980) pour le miombo. Cependant, les connaissances sur la saisonnalité et la valeur nutritive de ces espèces sont encore limitées et ne font pas l'objet d'une enquête systématique (Ouédraogo-Koné *et al.*, 2008; Zampaligré *et al.*, 2013). Une étude récente menée au Sénégal par Assouma (2016) à partir d'observations de terrain et de collecte de déjections, ainsi qu'un document de référence établi par la FAO avec le soutien du CIRAD (FAO, non publié) contribuent à combler cette lacune.

Les principales caractéristiques des plantes ligneuses broutées sont leur teneur élevée en protéines brutes (CP) et en minéraux (Speedy et Pugliese, 1992). Toutefois, la teneur élevée en lignine et la présence de facteurs antinutritionnels, potentiellement toxiques pour les ruminants, peuvent en limiter la consommation.

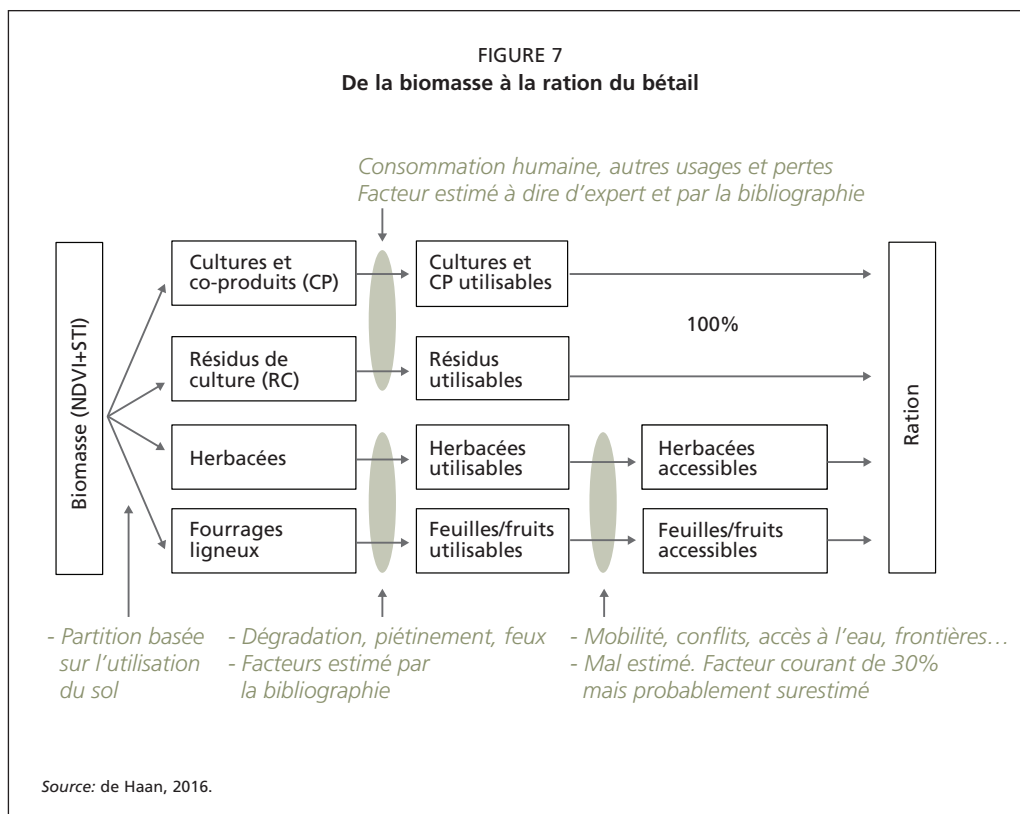
Assouma (2016) a montré que, dans le nord du Sénégal, le feuillage et les fruits des arbres représentaient en moyenne 13 pour cent de l'alimentation du bétail sur la base de la



matière sèche, mais cette part varie de près de 0 pour cent pendant la saison des pluies à 40 pour cent pendant la saison chaude et sèche. Le même auteur a mesuré que l'ingestion de différentes espèces d'arbres allait de 50 g de matière sèche (MS) par kg de poids vif (PV)0,75/ jour à plus de 80 g pour les feuilles et les fruits/gousses/fleurs/graines. Il a également mesuré que la digestibilité de leurs feuilles allait de 50 pour cent à plus de 80 pour cent, selon les essences. Ces valeurs sont similaires pour les fruits/gousses/fleurs/graines. La même observation s'applique à la digestibilité ou à la teneur en protéines (Figure 6).

Comme expliqué à la section 2.1, les bilans fourragers utilisent généralement des moyennes annuelles pour décrire la composition des fourrages et ses valeurs nutritionnelles. Ils ne distinguent généralement pas les différentes catégories de ressources fourragères disponibles dans les pâturages (notamment les herbacées et les légumineuses, mais aussi les feuilles des arbres, les fruits, les gousses, les fleurs et les graines) et ne prennent pas en compte les substitutions que les animaux effectuent entre ces différentes ressources d'une saison à l'autre. La conséquence de ces limitations peut être une surestimation significative de l'ingestion, comme le montrent Assouma *et al.* (2018).

Le même auteur a estimé que le bilan des feuilles d'arbres, calculé comme le rapport entre ce qui est consommé et ce qui est disponible comme masse de feuillage, variait de 0 pour cent à 10,3 pour cent selon les mois de l'année. Ces résultats montrent que même lorsque le broutage de feuilles d'arbres est à son maximum, le prélèvement fourrager réel reste très modeste.



2.2.5. Utilisation réelle et accessibilité de la biomasse

La biomasse produite pendant la saison des pluies est généralement estimée à partir de l'indice NDVI, après séparation des cultures et des parcours, ainsi que des herbacées et des ligneux. La quantité réelle de fourrage utilisable et accessible dépend d'hypothèses faites sur d'autres utilisations de la biomasse, les pertes, la distance à l'eau et un certain nombre d'autres facteurs (Figure 7). Le manque d'informations permettant d'estimer les coefficients pour le calibrage de la biomasse disponible avant de la comparer à la consommation animale constitue un obstacle important à l'établissement de bilans fourragers précis. De Haan *et al.* (2016) ont montré que l'application du classique taux d'utilisation maximale par le bétail de 30 pour cent de la biomasse naturelle issue de pâturages dans les terres arides subsahariennes permettait d'obtenir un bilan annuel moyen de 75 pour cent sur la période 1998-2011. Cela signifie qu'un excédent systématique de 25 pour cent en végétation naturelle aurait dû exister au cours de cette période, alors que des déficits se sont effectivement produits. En revanche, des estimations faites à l'échelle de terroir par Diawara *et al.* (2018) donnent des taux plus faibles. Ces résultats montrent la nécessité d'affiner ces facteurs de calibrage sur la base d'observations locales. Les études réalisées par la FAO (FAO 2012 et 2018) suggèrent également d'utiliser des facteurs locaux. Comme l'ont souligné les participants à un atelier sur les bilans fourragers tenu à Niamey (Niger) en mars 2019, il est également nécessaire d'affiner les coefficients appliqués aux résidus de culture, qui sont souvent des coefficients par défaut établis de longue date et qui n'ont jamais été revus.



©FAO/Anne Mottet

Tétée des veaux avant la traite dans le Ferlo, Province de Saint-Louis au Sénégal

3. Proposition d'une approche méthodologique améliorée pour les bilans fourragers au Sahel

L'approche méthodologique proposée dans les présentes Directives vise à répondre aux limites décrites dans la section précédente et est alignée sur les conclusions de l'atelier sur les bilans fourragers organisé par la FAO à Niamey (Niger) en mars 2019. Elle complète les approches par étapes existantes, telles que celles de la FAO (2012) et de Hann *et al.* (2016).

En accord avec les conclusions de l'atelier de Niamey, ces Directives ont été présentées aux pays du CILSS dans le but d'identifier par la suite le personnel à former au sein des ministères en charge des questions pastorales et d'appuyer ces pays dans l'application de ces Directives afin d'améliorer les dispositifs existants pour l'établissement de Feed balance sheet.

3.1. COLLECTER DES INFORMATIONS SUR LA DISPONIBILITÉ SAISONNIÈRE DES ALIMENTS POUR ANIMAUX

Un minimum de deux saisons doit être pris en compte pour estimer les aliments disponibles et les besoins des animaux: une saison sèche d'une durée de huit à dix mois (de octobre-novembre à juin-juillet) et une saison des pluies de deux à quatre mois selon les années.

Cependant, les résultats présentés dans la section précédente montrent que la prise en compte de trois saisons constitue au Sahel une meilleure approche pour couvrir la variété des régimes alimentaires des animaux et leurs changements au cours de l'année. La saison sèche peut être divisée en deux saisons de quatre à cinq mois chacune, la première étant la saison sèche froide, de novembre à février, et la seconde la saison sèche chaude, de mars à juillet.

Cette approche saisonnière nécessite de collecter des données pour chacune des saisons, en commençant par la masse fourragère des parcours et jachères. Bien que l'indice NDVI soit un indicateur relativement simple et disponible pour estimer la biomasse pendant la saison des pluies, il est inutile en saison sèche, car le signal de la végétation sèche et de la litière, également consommée par les animaux, devient nul avec le NDVI. Les indices existants pour estimer la matière sèche doivent être utilisés pendant les saisons sèches, tels que l'indice de travail du sol (soil tillage index, ou STI) (Sonmez & Slater, 2016). Cet indice permet de déterminer avec une bonne précision les masses herbacées en saison sèche (Jacques *et al.*, 2014, Kergoat *et al.*, 2015) à partir de données satellitaires. Comme pour le NDVI, les valeurs doivent être calibrées à partir des données observées sur le terrain. L'utilisation du STI est très récente et en est encore au stade de la recherche.

Cependant, on espère que cela permettra de mieux suivre en temps réel l'évolution de la disponibilité en fourrage pendant la saison sèche (paille, litière, chaume dans les champs, surfaces brûlées). Cela permettra une meilleure évaluation des ressources fourragères disponibles au Sahel en tenant compte de la forte saisonnalité quantitative et qualitative de l'offre fourragère.

L'estimation de la disponibilité saisonnière des résidus et sous-produits de cultures est plus simple car elle dépend directement de la production agricole, qui est généralement quantifiée et suivie (voir par exemple le bulletin AGRHYMET qui suit la saison agropastorale sur la base du NDVI et de données de terrain). L'estimation du STI pourrait aussi être utilisée pour le suivi saisonnier des ressources au champ au cours de la saison sèche.

3.2. ESTIMER LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES ALIMENTS ET LES BESOINS NUTRITIONNELS DES ANIMAUX

La valeur nutritionnelle des ressources alimentaires peut être caractérisée par leur teneur en protéines brutes (CP) et leur teneur en énergie (énergie métabolisable, ME). Cependant, la teneur en Protéines digestibles dans l'intestin (PDI) proposée par l'Institut national de la recherche agronomique en France (INRA, 1988) est une meilleure estimation de la quantité de protéines réellement utilisée par l'animal. Une fois la liste de tous les types d'aliments pour animaux établie, ces informations peuvent être obtenues à partir des tables de référence internationales ou régionales existantes telles que Feedipedia¹, un système commun d'information de l'INRA, du CIRAD et de la FAO sur les ressources en aliments pour animaux, ou la base de données sur la composition des aliments pour animaux en Afrique subsaharienne développée par l'ILRI.

Alors qu'une caractérisation standard en DPI et ME convient pour les aliments pour animaux tels que ceux distribués en supplémentation et en stabulation, il n'en est pas de même pour le fourrage des parcours dont la qualité est très dynamique dans le temps et hétérogène dans l'espace, et compliquée ultérieurement par une palatabilité spécifique. Les références spécifiques à l'Afrique de l'Ouest et au Sahel ne sont pas facilement identifiables dans ces bases de données internationales. Il est donc recommandé d'utiliser les tableaux produits par les différents pays et centres de recherche agronomique compilés par l'INRA pour la conversion de la matière sèche en énergie et en protéines^{2; 3}.

Dans les régions chaudes, les besoins alimentaires des animaux sont influencés par un certain nombre de spécificités (INRA, 2018). Tout d'abord, les animaux produisent davantage de chaleur corporelle liée aux activités physiques de pâturage et d'ingestion des ressources alimentaires. Ils fournissent également un intense travail de mastication pour valoriser les fourrages pauvres. Étant donné que l'énergie métabolisable (ME) est un intermédiaire commun à tous les systèmes d'alimentation, les besoins des animaux doivent être estimés en ME, mais aussi en protéines (DPI) et pas seulement en matière sèche. Pour ce faire, les effectifs par catégories d'animaux (âge et sexe) doivent être connus ou estimés à partir d'enquêtes ou de la modélisation. Les équations pour estimer les besoins de

¹ <https://www.feedipedia.org>

² <http://agritrop.cirad.fr/584103/1/ID584103.pdf>

³ <https://feedtables.com>

chaque catégorie peuvent être obtenues par des études locales ou par des méta-références comme celles proposées par INRA (2018). Elles dépendent d'un certain nombre de paramètres qu'il convient donc de connaître pour chaque système de production existant. Tout d'abord, les besoins d'entretien dépendent du poids métabolique des animaux (poids vif élevé à la puissance 0,75 ou $PV^{0,75}$). Les besoins pour le gain de poids doivent être calculés uniquement pour la saison durant laquelle les animaux prennent du poids et dépendent de la prise de poids quotidienne. Les besoins pour la gestation dépendent du stade et du poids à la naissance de l'animal. Ils ne sont significatifs qu'en fin de gestation (les 3 derniers mois pour les bovins par ex.). Les besoins pour la lactation dépendent de la productivité laitière quotidienne. Enfin les besoins pour l'activité dépendent des distances parcourues.

Les références suivantes (INRA, 2018, basées sur plusieurs méta-analyses en région chaude) peuvent être utilisées en l'absence de référence spécifique dans le pays considéré.

Besoins énergétiques:

[Page 458] Les besoins d'entretien en ME sont de 129,7 et 150,9 kcal ME/kg de $PV^{0,75}$ respectivement pour les petits ruminants (ovins et caprins) et les bovins.

[Page 458] L'énergie nécessaire pour un gain de poids de 1 g a été estimée à 5,81 Kcal ME, quelle que soit l'espèce.

[Équation 17.12] Les besoins d'énergie pour la gestation sont de $0,000695 \times \text{poids vif à la mise bas} \times \exp(0,116 \times \text{semaine de gestation})$ exprimés en Unité fourragère lait (UFL). L'équivalence 1UFL=1,7 Mcal peut être utilisée dans ce cas. La répartition des mises bas entre les différentes saisons de l'année doit être considérée pour additionner les besoins à l'échelle du troupeau pour chaque saison.

[Équation 17.11] Les besoins en UFL pour la lactation sont de $\text{Production laitière} \times [0,42 + [0,0053 \times (\text{taux butyreux} - 40)] + [0,0032 \times (\text{taux protéique} - 31)]$

[Page 131] Les besoins pour l'activité peuvent être estimés avec l'équation $0,54 \text{ cal/kg PV/mètre}$.

[Page 458] Les besoins spécifiques pour la mastication peuvent être estimés comme une hausse de 10 pour cent des besoins d'entretien du fait de la pauvreté des fourrages.

Besoins en protéines:

[Page 460] Les besoins en PDI pour l'entretien sont estimés avec l'équation $3,53 \pm 0,32 \text{ g/kg } PV^{0,75}$ (quelle que soit l'espèce) et pour la croissance avec l'équation $0,30 \text{ g MAD/g GMQ}$ (gain moyen quotidien). Le taux de 16 pour cent d'azote par kg de protéine est utilisé pour convertir les besoins exprimés en MAD en PDI.

[Page 461] Les besoins en PDI pour les fonctions non productives (pertes fécales, urinaires et production de phanères) sont estimés, respectivement, avec l'équation $3,74 \pm 0,63 \text{ g PDI/kg de } PV^{0,75}$ pour les bovins; $2,8 \pm 0,57 \text{ g PDI/kg de } PV^{0,75}$ pour les ovins, et $2,52 \pm 0,57 \text{ g PDI/kg de } PV^{0,75}$ pour les caprins.

[Équation 17.12] Les besoins en protéines pour la gestation sont de $0,0448 \times \text{poids vif à la mise bas} \times \exp(0,1161 \times \text{semaine de gestation})$ /efficacité de l'utilisation des protéines. L'efficacité de l'utilisation des protéines doit être estimée. En absence d'études spécifiques, une valeur moyenne de 0,67 peut être utilisée.

[Équation 17.19] Les besoins en protéines pour la production de lait dépendent de la

quantité de protéines exportées dans le lait, égale au produit de la production de lait par la teneur en protéines du lait: production de lait x taux protéique /efficacité de l'utilisation des protéines.

3.3 RÉVISER ET/OU COLLECTER LES FACTEURS POUR CALIBRER LES MASSES FOURRAGÈRES ET ESTIMER LES BESOINS

Les facteurs existants employés pour calibrer la biomasse disponible comme ressource utilisable et accessible et estimer la part des résidus de cultures et des sous-produits utilisés comme aliments pour animaux, et les paramètres de performance employés pour estimer les besoins des animaux sont souvent obsolètes. Les facteurs nationaux moyens qui n'ont pas été révisés depuis de nombreuses années devraient être évités. Par exemple, les bilans fourragers réalisés au Niger utilisent les paramètres nationaux suivants depuis de nombreuses années:

- coefficient moyen d'utilisation des résidus de culture et des sous-produits: paille 7,5 pour cent; feuilles horticoles 23 pour cent; son 22 pour cent;
- coefficient moyen d'utilisation de la biomasse herbacée des parcours en saison sèche: 35 pour cent en zone sahéenne et 25 pour cent en zone soudanienne;
- apport moyen par unité de bovin tropical (UBT): $6,25 \times 270 \text{ j}$ (9 mois de saison sèche) = 1,7 tonne de MS

Ces paramètres peuvent se révéler être exacts, mais ils doivent être rediscutés avec les organisations pastorales et comparés aux informations plus récentes afin d'être confirmés ou révisés. Des études de cas, des enquêtes auprès des pasteurs et des consultations des acteurs de l'industrie de transformation peuvent permettre de réexaminer ces paramètres ou en recueillir de nouveaux.

Les paramètres devraient également tenir compte de la saisonnalité de l'utilisation des sous-produits et résidus de culture qui peuvent être stockés après la récolte et distribués plus tard.

Pour les paramètres de performance, il est recommandé d'intégrer la structure du troupeau et le poids des différents types d'animaux (vaches, génisses, jeunes bovins, veaux, brebis, agneaux, etc.) Les autres paramètres zootechniques à collecter sont les variations de poids saisonnières (afin d'estimer le poids et donc les besoins des animaux à chaque saison), les taux protéiques et butyreux du lait, la production laitière journalière moyenne, le gain moyen de poids annuel pour les animaux en croissance et les distances moyennes journalières parcourues à chaque saison. Ces paramètres doivent être collectés de manière régulière (dispositifs de suivi des performances par ex.) et par type de système de production (pastoral, agropastoral et péri-urbain).

3.4. TENIR COMPTE DE LA MOBILITÉ DES ANIMAUX

La mobilité est bien décrite dans divers rapports régionaux (voir par exemple Touré *et al.*, 2012). Mais il est difficile de l'inclure dans les bilans fourragers car elle dépend de l'échelle à laquelle on travaille. Les informations concernant la mobilité des animaux sont pour la plupart dispersées et disponibles à différentes échelles. Dans le contexte sécuritaire actuel du Sahel, ces données doivent être mises à jour pour identifier les nouveaux axes de mobilité et de reconfiguration des principales zones saisonnières de départ, de transit et d'accueil des pasteurs. Au Niger, par exemple, il existe des facteurs permettant de quantifier au niveau

départemental le pourcentage d'animaux qui partent chaque année pour la transhumance. Malheureusement, cela ne prend pas en compte les animaux en provenance d'autres pays.

Compte tenu de l'impact considérable que la mobilité peut avoir sur le bilan fourrager, il est recommandé de renforcer la collecte de données relatives à la transhumance aux points d'entrée dans le pays et, plus généralement, de données concernant la mobilité du bétail au niveau national. Cela doit se faire en collaboration avec les organisations de pasteurs et peut être facilité par l'utilisation de technologies GPS ou de drones et la modélisation spatialisée des zones de concentration saisonnière des animaux.

3.5 RECOMMANDER ET SOUTENIR DES RECENSEMENTS SYSTÉMATIQUES DES ANIMAUX

L'un des paramètres les plus importants dans un bilan fourrager est le nombre d'animaux et sa répartition spatio-temporelle. Au Sahel, le nombre d'animaux est difficile à quantifier chaque année pour diverses raisons, la mobilité étant un facteur important. Les recensements systématiques des animaux sont rares et souvent anciens et les effectifs sont estimés sur la base d'un taux de croit annuel par espèce et appliqué à l'échelle nationale qui occulte les événements extérieurs influençant fortement la dynamique et la production du cheptel (sécheresses, épizooties, etc.). Ce taux de croit n'est généralement pas revu ni réévalué régulièrement. Au Niger, par exemple, le dernier recensement date de 2007 et un taux de croit de 6 pour cent est appliqué chaque année. Ce taux n'a pas été réévalué depuis plus de 30 ans.

Ce constat a amené les participants à l'atelier sur les bilans fourragers qui s'est tenu à Niamey en mars 2019 à recommander la réalisation d'enquêtes régulières sur le bétail afin de réviser/valider les chiffres officiels. Un premier recensement complet et systématique



©FAO/Dilla Karabeve

Collecte de fourrage à Ati, Province de Batha au Tchad

devrait également être réalisé afin de disposer d'une situation de référence fiable pouvant ensuite être mise à jour selon des méthodologies connues et déjà appliquées, avec un taux de croit validé chaque année et tenant compte des impacts éventuels de sécheresses, maladies animales etc. Les données du recensement des animaux devraient être ventilées entre les trois principaux systèmes de production (pastoral, agropastoral et périurbain). La collaboration avec les éleveurs pour collecter des données concernant le nombre et la composition du cheptel sur une base locale et saisonnière est également un élément clé permettant une meilleure estimation des effectifs.

3.6. UTILISER LES MODÈLES EXISTANTS POUR ÉVALUER L'IMPACT DE DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Un bilan fourrager établi pour l'année en cours fournit des informations pour une action immédiate. À court terme c'est l'ampleur des variations inter-annuelles qui domine les tendances et qu'il faut donc anticiper. Cependant, prévoir les bilans futurs pour anticiper l'impact du changement climatique à plus long terme peut fournir des informations permettant de construire des stratégies de résilience.

Dans les pays sahéliens, les scénarios climatiques et leur impact sur la productivité des cultures ne sont pas systématiquement disponibles. Leur impact sur la productivité des parcours est encore moins connu. Le modèle PHYGROW (*Phytomass-Growth Simulator Model*) développé par Texas A & M est utilisé dans le Système d'alerte précoce prédictif pour le bétail (PLEWS) de la FAO en Afrique de l'Est, en particulier au Kenya. Ce modèle simule la quantité de fourrage disponible et sa consommation par le bétail au cours du temps. Chaque site est paramétré en fonction des espèces végétales, des données relatives aux sols, des informations sur la gestion des pâturages et des données météorologiques en temps quasi réel. Le modèle fournit des résultats relatifs, entre autres, à la disponibilité et à la consommation de fourrage, à la biomasse végétale totale, au ruissellement de l'eau et à l'humidité du sol.

Le modèle recommandé par les présentes Directives est le modèle sahélien d'évapotranspiration et de productivité STEP (Sahelian Transpiration Evaporation and Production model) développé par Mougin *et al.* (1995) qui est spécifique aux parcours sahéliens, à leurs espèces végétales, aux conditions du sol et au climat.

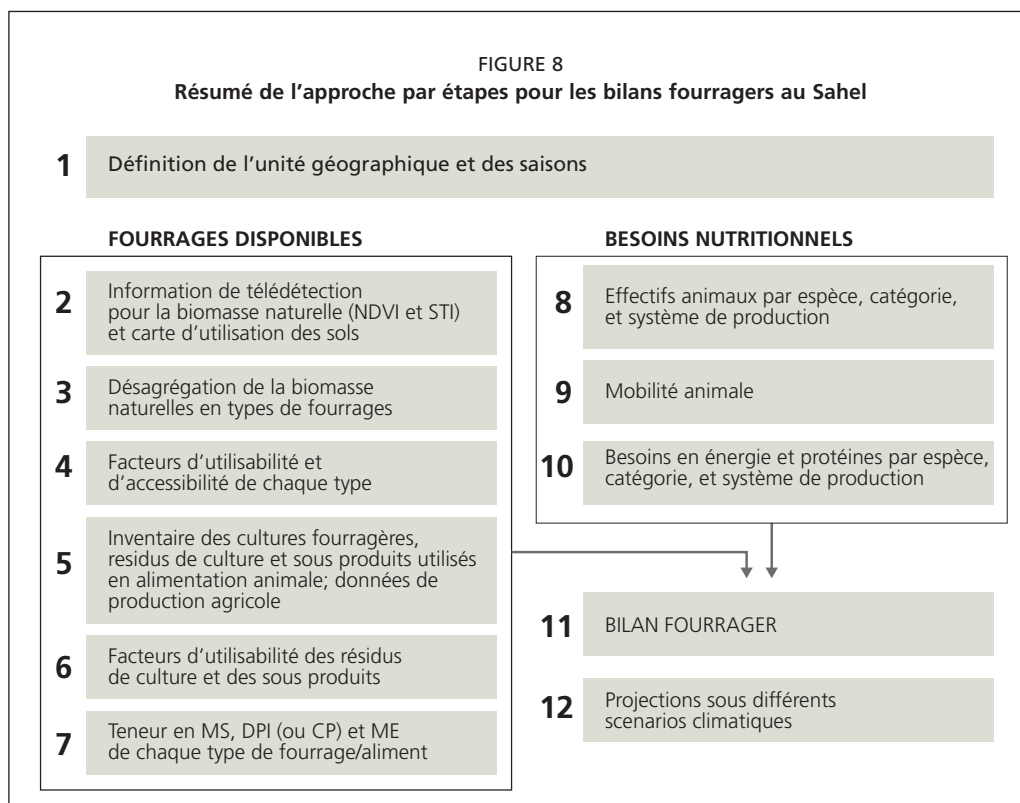
3.7. RÉSUMÉ DES ÉTAPES POUR LA RÉALISATION DES BILANS FOURRAGERS AU SAHEL

Une étape préalable devrait être la constitution d'un comité national de suivi de la campagne agropastoral, dans la continuité des efforts du PRAPS et du CILSS afin de dérouler ensuite les étapes de l'approche méthodologique énumérées dans cette section et résumées par la figure 8.

1. Définir l'unité géographique (nationale, sous-nationale, etc.) et les saisons à prendre en compte (2 ou 3 ou plus si nécessaire et si la disponibilité des données le permet).

Pour chaque unité géographique et saison considérées, les ressources fourragères disponibles sont estimées en procédant comme suit:

2. Collecter des informations de télédétection sur la production saisonnière de biomasse (NDVI et STI) auprès des centres d'information régionaux et nationaux



(AGRHYMET, par exemple) ou d'ONG (ACF, par exemple), ainsi que des cartes d'utilisation des sols pour définir les zones de pâturage et de parcours.

3. Estimer la répartition de la biomasse en herbacées, feuilles d'arbres et autres matériaux sur la base des études existantes sur les sites de suivis au sol (par exemple via le réseau de sites du PRAPS).
4. Estimer les coefficients d'utilisabilité et d'accessibilité des différentes ressources fourragères issues de la biomasse des parcours et jachères pour chaque saison, à partir d'évaluations et d'études de cas existants, de documents règlementaires pastoraux, de cartes des points d'eau et de consultations d'experts.
5. Dresser un inventaire de toutes les ressources fourragères, des résidus de cultures et sous-produits utilisés comme aliments pour animaux et collecter des données sur les diverses productions végétales à partir des statistiques agricoles.
6. Estimer les coefficients d'utilisabilité pour chaque résidu de culture et sous-produit afin de calculer la quantité pouvant être utilisée pour l'alimentation du bétail. Cela peut être déduit des ratios moyens des plantes (paille/grain, feuilles/tiges de canne à sucre, feuilles de manioc ou de niébé, par exemple) et des taux d'extraction de l'industrie de transformation (pour le son, la mélasse, les tourteaux de graines oléagineuses, par exemple). Cette étape devrait également inclure des informations relatives au commerce afin de prendre en compte les ressources pouvant être importées ou exportées de l'unité géographique considérée (par exemple, la paille de riz).

Il convient également de prendre en compte les saisons au cours desquelles chaque produit est mis à disposition.

7. En utilisant les bases de données recommandées dans la section 3.2, estimer la teneur en matière sèche, la teneur en protéines brutes et la teneur en énergie métabolisable de tous les aliments et fourrages identifiés dans les étapes précédentes.

Pour chaque unité géographique et saison considérées, les besoins des animaux sont estimés en procédant comme suit:

8. Recueillir des données sur le nombre d'animaux pour chaque espèce à partir des recensements et, si possible/disponible, à partir des données des éleveurs et organisations de pasteurs. Estimer les effectifs pour chaque catégorie (vaches adultes, taureaux, génisses, veaux, etc.) et chaque système de production, soit à partir des données disponibles auprès des éleveurs, soit par modélisation à partir des paramètres démographiques (âges, fertilités, mortalités, taux de remplacement, etc.).
9. Collecter des informations sur la mobilité des animaux en identifiant les principales zones de concentration tout au long de l'année afin d'ajuster les chiffres par unité géographique et par saison.
10. Estimer les besoins en énergie et en protéines pour chaque saison et pour chaque espèce et chaque catégorie animale, pour l'entretien, la gestation, la production et l'activité si l'animal déplace beaucoup ou est utilisé pour le travail ou le transport. Cette estimation peut être effectuée à l'aide des références disponibles dans INRA (2018) pour les milieux chauds, à partir de paramètres par défaut comme ceux fournis par FAO (2012) et FAO (2018) et basés sur les publications du NRC⁴, ou en adoptant l'approche utilisée pour le Modèle de comptabilité environnementale pour le secteur de l'élevage applicable à l'échelle mondiale (GLEAM)⁵. Les paramètres de production nécessaires pour calculer ces besoins tels que le poids, le rendement en lait et les taux de fertilité peuvent être obtenus à partir des systèmes de suivi de performances existants, des publications et des connaissances d'experts. Il est recommandé, si possible, d'utiliser le poids métabolique des animaux.
11. Calculer le bilan fourrager en comparant la disponibilité totale des aliments en DPI (ou CP) et ME aux besoins totaux des animaux en DPI (ou CP) et en ME.
12. Si besoin, identifier les scénarios climatiques existants pour le pays et leur impact sur la productivité agricole afin d'estimer la disponibilité future des fourrages et la comparer aux besoins futurs des animaux en utilisant les taux de croissance existants pour les troupeaux. L'impact des scénarios climatiques sur la biomasse naturelle (pâturée et broutée) peut être obtenu en première estimation à l'aide de modèles existants tels que STEP (Mougin *et al.*, 1995).

Les questionnaires de collecte de données sont disponibles en annexe. Ils sont adaptés de ceux utilisés pour le PLEWS (Matere *et al.*, 2019) au Kenya, par la FAO (2019) et Guérin *et al.* (1994) pour la fréquence et l'appétibilité des espèces broutées dans le Sahel ouest-africain. Ils devraient être revus et adaptés au contexte national avant la collecte des données afin de garantir leur pertinence.

⁴ <https://www.nap.edu/collection/63/nutrient-requirements-of-animals>

⁵ http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf

Principales références

- ACF.** 2020. *Bimensuel de la Surveillance Pastorale au Sahel*. Accessible à ACF, 2020. Bimensuel de la Surveillance Pastorale au Sahel. Accessible à <http://sigsahel.info/index.php/pays-2/sahel-regional/>
- Achard, F., et Chanono, M.** 2006. *Exemple d'une gestion pastorale réussie au Sahel: la station d'élevage de Toukounous (Niger)*. John Libbey Eurotext, Montrouge (France).
- Agrhymet.** 2020. *Bulletins de suivi de la campagne agropastorale en Afrique de l'Ouest*. Accessible à <http://agrhymet.cilss.int/index.php/bulletins/>
- Ali, A., Lebel, T., et Amani, A.** 2003. «Invariance in the spatial structure of Sahelian rain fields at climatological scales», *Journal of hydrometeorology*, N° 4, p. 996-1011.
- Assouma, M.H.** 2016. *Approche écosystémique du bilan des gaz à effet de serre d'un territoire sylvo-pastoral sahélien: contribution de l'élevage*. AgroParisTech. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Montpellier (France).
- Assouma, M.H., Mottet, A., Lecomte, P., Velascogil, G., Hiernaux, P., Vayssières, J.,** 2017. Browsed trees and shrubs fodder by pastoral herds efficiency in the sahelian rangeland, *Colloque sur le Pastoralisme dans le courant des changements globaux (P2CG 2017)*. PPZS, Dakar, Sénégal, p. 235-236.
- Assouma, M.H., Lecomte, P., Hiernaux, P., Ickowicz, A., Corniaux, C., Decruyenaere, V., Diarra, A.R., et Vayssières, J.** 2018. «How to better account for livestock diversity and fodder seasonality in assessing the fodder intake of livestock grazing semi-arid sub-Saharan Africa rangelands» *Livestock Science*, N° 216, p. 6-23.
- Ayantunde, A.A., Hiernaux, P., Fernández-Rivera, S., van Keulen, H., et Udo, H.M.J.** 1999. «Selective grazing by cattle on spatially and seasonally heterogeneous rangeland in Sahel», *Journal of Arid Environments*, N° 42, p. 261-279.
- Chirat, G., Groot, J.C.J., Messad, S., Bocquier, F., et Ickowicz, A.** 2014. «Instantaneous intake rate of free-grazing cattle as affected by herbage characteristics in heterogeneous tropical agro-pastoral landscapes», *Applied Animal Behaviour Science*, N° 157, p. 48-60.
- CPS/SDR.** 2016. *Résultats définitifs de la campagne agro pastorale 2015/2016*. Accessible à http://mali.countrystat.org/fileadmin/user_upload/countrystat_fenix/congo/docs/Rapport%20Bilan%20Campagne%20Agropastorale%202015%20%20et%20Perpectives%20Alimentaires.pdf
- De Haan, C., Cervigni, R., Mottet, A., Conchedda, G., Gerber, P., Msangi, S., Lesnoff, M., Ham, F., Fillol, E., et Nigussie, K.** 2016. «Vulnerability and resilience in livestock systems in the drylands of Sub-Saharan Africa» in **De Haan, C.** (dir. pub.) *Prospects for livestock-based livelihoods in Africa's drylands*. Banque mondiale, Washington (USA), p. 79-122.
- Ezanno, P.** 2005. «Dynamics of a tropical cattle herd in a variable environment: a modelling approach in order to identify the target period and animals on which concentrating management efforts to improve productivity», *Ecological Modelling*, vol. 188, n° 2-4, p. 470-482.
- Ezanno, P., Ickowicz, A., et Bocquier, F.** 2003. «Factors affecting the body condition score of

- N'Dama cows under extensive range management in Southern Senegal», *Animal Research*, N° 52, p. 37-48.
- FAO.** 2014. «La conduite d'évaluations nationales des aliments pour animaux», *Manuel de Production et santé animales FAO*, N° 15, Rome.
- FAO.** 2018. *Ethiopia: Report on feed inventory and feed balance*, Rome.
- FAO.** 2019. *Ethiopia. Availability and utilization of agroindustrial by-products as animal feed 2018*, Rome.
- FAO et NZAGRC.** 2019. *Soutenir un développement à basses émissions des secteurs laitiers pastoraux et agropastoraux en Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina-Faso, Mali, Niger & Sénégal)*, Rome.
- Fernández-Rivera, S., Hiernaux, P., Williams, T., Turner, M., Schlecht, E., Salla, A., Ayantunde, A., et Sangaré, M.** 2005. «Nutritional constraints to grazing ruminants in the millet-cowpea-livestock farming system of the Sahel» in **Ayantunde, A., Fernández-Rivera, S., et McCrabb, G.** (dir. pub.) *Coping With Feed Scarcity in Smallholder Livestock Systems in Developing Countries*, ILRI, Nairobi, p. 157-182.
- Garba, I., Djaby, B., Salifou, I., Boureima, A., Touré, I., & Tychon, B. (2015).** *Evaluation des ressources pastorales au sahel nigérien à l'aide des données NDVI issues de Spot-Végétation et Modis. Photo interprétation European Journal of Applied Remote Sensing*, N° 1(1), p. 13-26.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Faluccci, A., et Tempio, G.** 2013. *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*, FAO, Rome.
- Guérin, H.** 1994. *Valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et occidentale*, Cirad-emvt, Maisons-Alfort (France).
- Guérin, H., Richard, D., Friot, D., et Mbaye, N.** 1986. «Les choix alimentaires des bovins et ovins sur pâturages sahéliens», *Reproduction Nutrition Development*, N° 26, p. 269-270.
- Guichard, F., Kergoat, L., Mougín, E., Timouk, F., Baup, F., Hiernaux, P., et Lavenu, F.** 2009. «Surface thermodynamics and radiative budget in the Sahelian Gourma: Seasonal and diurnal cycles», *Journal of Hydrology*, N° 375, p. 161-177.
- Hiernaux P., Botoni E.Y., Garba I., Touré I., et Djaby B.** 2017. *Guide pratique pour l'harmonisation des dispositifs de suivi-évaluation des ressources pastorales dans les pays du PRAPS*, CILSS, Ouagadougou.
- Hiernaux P.** 2016. *Note de synthèse sur les outils disponibles pour le suivi-évaluation des ressources fourragères et l'établissement de bilans fourragers*, PRAPS/CILSS, Ouagadougou.
- Hiernaux, P., Ayantunde, A., Kalilou, A., Mougín, E., Gérard, B., Baup, F., Grippa, M., et Djaby, B.,** 2009a. «Trends in productivity of crops, fallow and rangelands in Southwest Niger: Impact of land use, management and variable rainfall», *Journal of Hydrology*, N° 375, p. 65-77.
- Hiernaux, P., Diarra, L., Trichon, V., Mougín, E., Soumaguel, N., et Baup, F.** 2009b. «Woody plant population dynamics in response to climate changes from 1984 to 2006 in Sahel (Gourma, Mali)», *Journal of Hydrology*, N° 375, p. 103-113.
- Hiernaux, P., et Le Houerou, H.N.** 2006. «Les parcours du Sahel», *Sécheresse*, vol. 17, n° 1-2, p. 51-71.
- INRA.** 2018. *Alimentation des ruminants*, Éditions Quæ, Versailles (France).
- INRA.** 1988. *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, sous la direction de Jarrige, R., Versailles (France).

- Jacques, D. C., Kergoat, L., Hiernaux, P., Mougin, E., et Defourny, P.** 2014. «Monitoring dry vegetation masses in semi-arid areas with MODIS SWIR bands», *Remote sensing of environment*, N° 153, p. 40-49. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425714002764>
- Kergoat, L., Hiernaux, P., Dardel, C., Pierre, C., Guichard, F., et Kalilou, A.** 2015. «Dry-season vegetation mass and cover fraction from SWIR1. 6 and SWIR2. 1 band ratio: Ground-radiometer and MODIS data in the Sahel», *International journal of applied earth observation and geoinformation*, N° 39, p. 56-64. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243415000434>
- Lamprey, H., Herlocker, D., et Field, C.** 1980. «Report on the state of knowledge on browse in East Africa in 1980» in Le Houérou, H. (dir. pub.), *Browse in Africa*, ILCA, Addis Abeba, p. 33-54.
- Lawton, R.** 1980. «Browse in miombo woodland» in **Le Houérou, H.** (dir. pub.), *Browse in Africa*, ILCA, Addis Abeba, p. 25-31.
- Lebel, T. et Ali, A.** 2009. «Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990–2007)», *Journal of Hydrology*, N° 375, p. 52-64.
- Le Houérou, H.** 1980. «The role of browse in the Sahelian and Sudanian zones» in **Le Houérou, H.** (dir. pub.), *Browse in Africa*, ILCA, Addis Abeba, p. 83-100.
- Lesnoff, M.** 1999. «Dynamics of a sheep population in a Sahelian area (Ndiagne district in Senegal): a periodic matrix model», *Agricultural Systems*, vol. 61, n° 3, p. 207-221.
- Matere, J., Simpkin, P., Angerer, J., Olesambu, E., Ramasamy, S., et Fasina, F.** 2019, in press. «Predictive Livestock Early Warning System (PLEWS): Monitoring forage condition and implications for animal production in Kenya», *Weather and Climate Extremes*, 100209.
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., et Gerber, P.** 2017. «Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate», *Global Food Security*, N° 14, p. 1-8.
- Mougin, E., Seena, D. L., Rambal, S., Gaston, A., et Hiernaux, P.** 1995. «A regional Sahelian grassland model to be coupled with multispectral satellite data. I: Model description and validation», *Remote Sensing of Environment*, vol 52, n° 3, p. 181-193.
- Nicholson, S.E.** 2013. «The West African Sahel: A review of recent studies on the rainfall regime and its interannual variability», *ISRN Meteorology* 2013, p. 1-32.
- OSS.** 2019. *Sahel and West Africa - Atlas of land cover maps – Strengthening Resilience through services related to innovation, communication and knowledge - BRICKS (Benin, Burkina Faso, Chad, Ethiopia, Ghana, Mali, Mauritania, Niger, Nigeria, Senegal, Sudan and Togo)*. Tunis
- Ouédraogo-Koné, S., Kaboré-Zoungana, C.Y., et Ledin, I.** 2008. «Intake and digestibility in sheep and chemical composition during different seasons of some West African browse species», *Tropical Animal Health and Production*, N° 40, p. 155-164.
- PRAPS.** 2017. *Atelier de formation sur le suivi des ressources pastorales au PRAPS-Mauritanie*. Information disponible à <https://praps.cilss.int/index.php/2017/05/04/atelier-de-formation-sur-le-suivi-des-ressources-pastorales-au-praps-mauritanie/>
- Sanon, H.O.,** 2007. «Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area», *Small Ruminant Research*, vol. 67, n° 1, p. 64-74.
- Sanon, H.O., Kaboré-Zoungana, C., et Ledin, I.** 2008. «Nutritive value and voluntary feed intake by goats of three browse fodder species in the Sahelian zone of West Africa», *Animal Feed Science and Technology*, vol. 144, n° 1-2, p. 97-110.

- Schlecht, E., Hiernaux, P., Kadaouré, I., Hülsebusch, C., et Mahler, F.** 2006. «A spatio-temporal analysis of forage availability and grazing and excretion behaviour of herded and free grazing cattle, sheep and goats in Western Niger», *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 113, n° 1-2, p. 226-242.
- Speedy, A., et Pugliese, P.-L. (dir. pub.)**. 1992. «Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock», *FAO Animal Production and Health Paper*, N° 102, FAO, Kuala Lumpur.
- Touré, I., Ickowicz, A., Wane, A., Garba, I., & Gerber, P. (dir. pub.)**. 2012. *Information system on pastoralism in the Sahel. Atlas of trends in pastoral systems in the Sahel, 1970-2012*, FAO, Rome et CIRAD, Paris
- Colin de Verdière, P.** 1994. *Investigation sur l'élevage pastoral. Rapport final du projet STD 2*, Université d'Hohenheim, Stuttgart (Allemagne) et CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort (France)
- Wagenaar, K.T., Diallo A., et Sayers, A.R.** 1986. «Productivity of transhumant Fulani cattle in the inner Niger delta of Mali», *ILCA Research Report*, N° 13, ILCA, Addis Abeba
- Wilson, R.T.** 1986. «Livestock production in central Mali: Long-term studies on cattle and small ruminants in the agropastoral system», *ILCA Research Report*, N° 14, ILCA, Addis Abeba.
- Wilson, R.T.** 1989. «Livestock production in central Mali: economic characters and productivity indices for Sudanese Fulani cattle in the agro-pastoral system», *Tropical Agriculture (Trinidad and Tobago)*, vol. 66, n° 1, p. 49-53.
- Walker, B.** 1980. A review of browse and its role in livestock production in southern Africa. in Le Houérou, H. (dir. pub.), *Browse in Africa*, ILCA, Addis Abeba, p. 7-24.
- Zampaligré, N., Dossa, L.H., Schlecht, E.** 2013. «Contribution of browse to ruminant nutrition across three agro-ecological zones of Burkina Faso», *Journal of arid environments*, N° 95, p. 55-64.
- Zemmelink, G.** 1980. Effect of selective consumption on voluntary intake and digestibility of tropical forages, Pudoc, Wageningen (Pays-Bas).

Références pour identifier les ressources fourragères au Sahel

- ACF.** 2018. Bulletin sur la production de biomasse et l'eau de surface sur le Sahel, mi-saison d'hivernage 2018 — Septembre 2018. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/acf-bulletin-sur-la-production-de-biomasse-et-eau-de-surface-sur-le-sahel-mi-saison-hivernage-2018_0-2.pdf
- Bechir, A. B., et Kabore-Zougrana, C.** 2012. «Fourrages ligneux des savanes du Tchad: État actuel des peuplements et utilisation pastorale», *Cameroon Journal of Experimental Biology*, vol. 8, n° 1, p. 35-46. <https://www.ajol.info/index.php/cajeb/article/view/71401>
- Chaibou, M., Faye, B., Ali, M., et Vias, G. F.** 2012. «Évaluation du potentiel fourrager aérien du bassin laitier d'Agadez au Niger en Afrique de l'Ouest», *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, N° 71, p. 1-12. <http://agritrop.cirad.fr/566999/>
- Direction de développement pastoral.** 2011. *Synthèse des Résultats de la Campagne Pastorale 2011-2012*, version provisoire, Rapport du Ministère de l'élevage du Niger. http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/Resultats_provisoires_Campasto__2011_26_10_CorVF.pdf
- FAO.** 2014. *Résidus agricoles et sous-produits agro-industriels en Afrique de l'ouest. État des lieux et perspectives pour l'élevage*, Bureau régional pour l'Afrique de la FAO, Accra. <http://www.fao.org/docrep/019/i3562f/i3562f.pdf>
- Garba, I.** 2017. *Modélisation spatiale de la production fourragère en zone pastorale nigérienne*, Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences, Université de Liège, Liège (Belgique). <https://orbi.uliege.be/handle/2268/210934a>
- Ickowicz, A. et Friot, D., et Guérin, H.** 2005. «*Acacia senegal*, arbre fourrager sahélien?», *Bois et forêts des tropiques*, n° 284 (2), p. 59-69. http://agritrop.cirad.fr/526122/1/document_526122.pdf
- Lambaré, P.** 2015. Potentiel de sous-produits agro-industriels en Afrique de l'Ouest: cas du Sénégal, du Mali et du Niger. Rapport stage CIRAD-PPZS. http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/Rapport_de_stage_Lambare.pdf
- Lawal, A. M., Chaibou, M., Garba, M. M., Mani, M., et Gouro, A. S.** 2017. «Gestion et utilisation des résidus de cultures pour l'alimentation animale en milieu urbain et périurbain: cas de la communauté urbaine de Niamey», *Journal of Applied Biosciences*, N° 115, p. 11423-11433. http://m.elewa.org/Journals/wp-content/uploads/2017/07/2.Lawal_.pdf
- Mahaman, M. M. O., Chaibou, M., Abdou, D., Abdou IDE, B. ; Issoumane Sitou, M. et Mani, M.** 2017. «Évaluation de l'ingestibilité des bouchons alimentaires à base des sous-produits de niébé utilisés pour l'engraissement des ovins», *Revue des BioRessources*, vol. 7, n°2, p. 1-11. <https://revues.univ-ouargla.dz/index.php/volume-7-numero-2-dec-2017/4188-70201>

Annexe 1

Aperçu des feuilles de calcul de bilans fourragers

Annexe 2

Questionnaires pour la collecte de données

7.1. EFFECTIFS D'ANIMAUX, STRUCTURES DES TROUPEAUX ET PARAMÈTRES DE PERFORMANCE

Les données devraient être collectées auprès des autorités nationales telles que les services de statistique et / ou le ministère chargé de l'élevage, mais également auprès des zootechniciens et des organisations de producteurs.

7.1.1. Bovins

Nombre total de bovins =

Nombre total de bovins mâles =

Nombre total de bovins femelles =

Nombre total de bovins âgés de moins de 6 mois =

Nombre total de bovins âgés de plus de 6 mois et moins d'un an =

Nombre total de bovins âgés de plus d'un an et moins de trois ans =

Nombre total de bovins de plus de 3 ans =

Nombre de vaches en lactation =

Nombre de vaches tarées =

Nombre de bovins de trait mâles =

Nombre de bovins de trait femelles =

Nombre d'heures de travail par animal de trait par jour =

Nombre d'animaux de boucherie =

Nombre de bovins femelles =

Nombre de taureaux reproducteurs =

Ratio taureau / vache (entre 0 et 1) =

Taux de mortalité des veaux femelles (pour cent) =

Taux de mortalité des veaux mâles (pour cent) =

Taux de mortalité des animaux autres que les veaux (pour cent) =

Taux de remplacement des femelles (pour cent) =

Taux de fécondité des femelles adultes (pour cent) =

Taux de fécondité de remplacement des femelles (pour cent) =

Âge au premier vêlage =

Poids vif moyen à la naissance (kg) =

Poids vif moyen de l'animal à 6 mois (kg) =

Poids vif moyen des femelles adultes (kg) =

Poids vif moyen des mâles adultes (kg) =

Gain moyen quotidien de poids jusqu'à l'âge de 6 mois (g/jour) =

Gain moyen quotidien de poids de l'âge 6 mois jusqu'à la maturité (g/jour) =

Variation saisonnière du poids par rapport à la moyenne annuelle =

Rendement laitier (kg lait/vache/jour) =

Teneur moyenne en protéines dans le lait (pour cent) =

Teneur moyenne en matières grasses dans le lait (pour cent) =

Combien de km de pâturage les bovins parcourent-ils par jour par saison?

Combien de jours et d'heures par jour les bovins travaillent-ils?

7.1.2. Ovins

Nombre total d'ovins =

Nombre total d'ovins mâles =

Nombre total d'ovins femelles =

Nombre d'ovins âgés de moins 6 mois =

Nombre d'ovins âgés de plus de 6 mois et moins d'un an =

Nombre d'ovins âgés de plus d'un an =

Nombre d'ovins producteurs de laine =

Production moyenne de laine par ovin (kg/an) =

Nombre d'ovins producteurs de lait =

Production moyenne de lait par ovin (kg/j) =

Teneur moyenne en protéines dans le lait (pour cent) =

Teneur moyenne en matières grasses dans le lait (pour cent) =

Poids moyen à la naissance (kg) =

Poids moyen à un an (kg) =

Poids moyen à 90 jours (sevrage) (kg) =

Gain moyen quotidien de poids jusqu'à l'âge de 6 mois (g/jour) =

Gain moyen quotidien de poids de l'âge de 6 mois jusqu'à la maturité (g/jour) =

Poids moyen des animaux matures (kg) =

Variation saisonnière du poids par rapport à la moyenne annuelle =

Combien de km de pâturage les ovins parcourent-ils par jour par saison?

7.1.3. Caprins

Nombre de caprins âgés de moins de 6 mois =

Nombre de caprins âgés de plus de 6 mois et moins d'un an =

Nombre de caprins matures, âgés de plus d'un an =

Production moyenne de lait par chèvre (kg / an) =

Poids moyen à la naissance (kg) =

Poids moyen à 6 mois (kg) =

Poids moyen à un an (kg) =

Poids moyen des animaux matures (kg) =

Gain moyen quotidien de poids jusqu'à l'âge de 6 mois (g / jour) =

Gain moyen quotidien de poids de l'âge 6 mois jusqu'à la maturité (g / jour) =

Variation saisonnière du poids par rapport à la moyenne annuelle =

Nombre de caprins producteurs de lait =

Production moyenne de lait par caprin (kg/j) =

Teneur moyenne en protéines dans le lait (pour cent) =

Teneur moyenne en matières grasses dans le lait (pour cent) =

Combien de km de pâturage les caprins parcourent-ils par jour?

7.1.4. Camelins

Nombre total de chameaux =

Poids moyen des chameaux adultes =

Poids moyen des chameaux jeunes =
 Variation saisonnière du poids par rapport à la moyenne annuelle =
 Production moyenne de lait par chamelle (kg/j) =
 Teneur moyenne en protéines dans le lait (pour cent) =
 Teneur moyenne en matières grasses dans le lait (pour cent) =
 Nombre de km parcourus par jour =
 Nombre d'heures de travail quotidiennes =

7.1.5. Chevaux

Nombre total de chevaux =
 Poids adulte (kg) =
 Poids jeunes (kg)=
 Variation saisonnière du poids par rapport à la moyenne annuelle =
 Nombre de km parcourus par jour =
 Nombre d'heures de travail quotidiennes =

7.1.6. Ânes

Nombre total d'ânes =
 Poids adulte (kg) =
 Poids jeunes (kg)=
 Variation saisonnière du poids par rapport à la moyenne annuelle =
 Nombre de km parcourus par jour =
 Nombre d'heures de travail quotidiennes =

7.1.7. Mules

Nombre total de mules =
 Poids adulte (kg) =
 Poids jeunes (kg)=
 Variation saisonnière du poids par rapport à la moyenne annuelle =
 Nombre de km parcourus par jour =
 Nombre d'heures de travail quotidiennes =

7.2. RÉSIDUS DE CULTURE, SOUS-PRODUITS ET INGRÉDIENTS POUR L'ALIMENTATION ANIMALE

Les données doivent être collectées auprès de producteurs et des fournisseurs d'ingrédients d'aliments pour animaux ainsi qu'auprès des usines de l'industrie agroalimentaire telles que moulins à céréales, entreprises de transformation des graines oléagineuses, des cannes à sucre, des fruits et légumes, brasseries, etc..

Nom de l'entreprise:

Adresse de contact, courriel et numéro de téléphone:

Produit principal:

Capacité (tonnes/an):

Capacité de production (en pourcentage), c'est-à-dire le taux de capacité auquel elle fonctionne en un an:

Raisons pour lesquelles la pleine capacité n'est pas atteinte:

Teneur en humidité des sous-produits:

Période de production dans l'année:

Utilisations actuelles des sous-produits, avec indication du pourcentage brûlés, et utilisés comme matériau de construction, comme combustible, comme engrais vert, etc.

Qui sont les principaux utilisateurs actuels des sous-produits?

Ampleur du gaspillage des sous-produits agro-industriels en pour cent, s'il a lieu:

À quel moment le gaspillage se produit-il?

Comment réduire le gaspillage (avis du secteur)?

Comment transformer le gaspillage en aliment pour animaux (avis du secteur)?

Etes-vous intéressé à investir dans la transformation d'un sous-produit agro-industriel en aliment pour animaux?

Production annuelle de résidus de récolte (tonnes):

Pailles de céréales (maïs, sorgho), de riz et de canne à sucre:

Feuilles de légumineuses (arachides, niébé ou haricots):

Paille de mil :

Épluchures de racines (manioc) et tubercules (igname):

Parties aériennes de légumes (laitue, tomates, choux, etc.):

Autre:

Production annuelle de sous-produits (tonnes):

Son de céréales:

Mélasse de canne à sucre:

Résidus de brasseries:

Tourteaux de graines oléagineuses:

Tourteaux d'arachides:

Autres tourteaux:

Résidus + blocs de mélasse:

Blocs multi-nutriments à la mélasse et urée:

Granulés ou cubes (+ composition):

Aliment complet (+ composition):

Farine pour volaille (type + composition):

Farine pour porc (type + composition):

Autre:

Importez-vous des aliments? Si oui quoi et combien.

Avez-vous un laboratoire d'analyse des aliments au sein de l'entreprise?

Avez-vous accès au laboratoire d'analyse des aliments pour animaux?

Toute information pertinente supplémentaire:

7.3. LISTE DES PRINCIPALES PLANTES BROUÏTES AU SAHEL (GUÉRIN *et al.*, 1994)

Espèces	Nom 'commun'	Famille	Saison 1	Espèce animale 2	Organe consommé
<i>Acacia dudgeoni</i>	Gomme arabique	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, gousses
<i>Acacia gourmaensis</i>	Kaamaa mu rabaa	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	G, S	Feuilles
<i>Acacia laeta</i>	Épine à crochet noir	Mimosaceae	RS, HDS	G	Feuilles
<i>Acacia macrostachya</i>	Bakin gumbi , ciidi,	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, gousses
<i>Acacia nilotica</i>	Gomme arabique	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	G, S	Feuilles
<i>Acacia polyacantha</i>	Épine blanche	Mimosaceae	RS, CDS	G, S	Gousses
<i>Acacia senegal</i>	Gomme du Sénégal	Mimosaceae	RS	G	Feuilles
<i>Acacia seyal</i>	Soif d'épine	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Acacia Sieberiana</i>	Fausse écorce de papier	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, gousses
<i>Acacia tortilis</i>	Épine-parapluie	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	G, S	Feuilles
<i>Adansonia digitata</i>	Baobab	Bombacaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Azvelia africana</i>	Acajou d'Afrique	Caesalpiniaceae	CDS, HDS	C	Feuilles
<i>Albizia lebeck</i>	Siris Tree	Mimosaceae	RS	G, S	Feuilles
<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardier	Anacardiaceae	HDS	S	Fruits
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Bouleau africain	Combretaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Anona senegalensis</i>	Pomme anglaise	Annonaceae	RS	G	Feuilles
<i>Azadirachta indica</i>	Arbre neem	Méliacées	HDS	G	Feuilles
<i>Baïssia multifolia</i>	-	Apocynaceae	CDS	C	Feuilles
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Date du désert	Zygophyllaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, fruits
<i>Bauhinia rufescens</i>	Kharroub	Caesalpiniaceae	RS	C	Feuilles
<i>Bombax costatum</i>	Coton de soie rouge	Bombacaceae	CDS	G, S	Feuilles, fleurs
<i>Caloptropis procera</i>	Asclépiade géante	Asclepiadaceae	RS	G	Feuilles
<i>Capparis tomentosa</i>	Câpres laineuses	Capparidaceae	CDS	C	Feuilles
<i>Cassia siberiana</i>	Baguette	Caesalpiniaceae	CDS, HDS	G, S, C	Gousses
<i>Combretum fragans</i>	Bushwillow à quatre feuilles	Combretaceae	RS, CDS, HDS	G, S	Feuilles

(cont.)..

Espèces	Nom 'commun'	Famille	Saison 1	Espèce animale 2	Organe consommé
<i>Combretum glutinosum</i>	Kantakara	Combretaceae	CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Combretum micranthum</i>	Kinkeliba	Combretaceae	RS, HDS	G, S	Feuilles
<i>Combretum molle</i>	Velours Bushwillow	Combretaceae	RS	G	Feuilles
<i>Combretum nigricans</i>	Bushwillow	Combretaceae	CDS	G, S, C	Feuilles
<i>Dalbergia boehmii</i>	Dalbergia à grandes feuilles	Fabaceae	RS, HDS	S	Feuilles
<i>Daniela Oliviera</i>	Sapin baumier africain	Caesalpiniaceae	CDS	G	Feuilles
<i>Detarum microcarpum</i>	Doux dattock	Caesalpiniaceae	HDS	G	Gousses
<i>Dichrostachys cinera</i>	Sicklebush	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, gousses
<i>Diospyros mespiliiformis</i>	Ébène d'Afrique de l'Ouest	Ebenaceae	CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Faidherbia albida</i>	Épine d'hiver	Mimosaceae	RS, CDS	G, S, C	Feuilles, gousses
<i>Feretia apodentera</i>	Tiôbi	Rubiacées	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Ficus sur Forssk</i>	Cape Fig	Moraceae	CDS, HDS	C	Feuilles, fruits
<i>Ficus sycomorus</i>	Figue de Sycomore aux gros fruits	Moraceae	CDS, HDS	S, G	Feuilles, fruits
<i>Gardenia aquala</i>	KUSAL dazunga	Rubiacées	RS, HDS	G, C	Feuilles
<i>Gardenia erubescens</i>	Tâkâ Muso	Rubiacées	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, fruits
<i>Gardenia ternifolia</i>	Gardenia sauvage	Rubiacées	CDS	C	Feuilles
<i>Grewia bicolor</i>	Raisin d'Argent	Tiliaceae	RS, CDS	G	Feuilles
<i>Grewia flavescens</i>	Raisin de papier de verre	Tiliaceae	RS	G, S	Feuilles
<i>Grewia Mollis</i>	-	Tiliaceae	RS, CDS	S, C	Feuilles
<i>Guiera senegalensis</i>	N'guere	Combretaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Khaya senegalensis</i>	Caïlcédrat	Méliacées	RS, HDS	C, G	Feuilles
<i>Lannea Acida</i>	Bembey	Anacardiaceae	RS, HDS	G, S, C	Feuilles, fruits
<i>Lannea microcarpa</i>	A ngeula	Anacardiaceae	CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, fruits
<i>Leptadenia hastata</i>	Anu	Asclepiadaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Maerua Crassifolia</i>	Atil	Capparidaceae	CDS, HDS	S, G	Feuilles
<i>Manguifera indica</i>	Mangue	Anacardiaceae	CDS, HDS	C	Feuilles, fruits

(cont.)..

Espèces	Nom 'commun'	Famille	Saison 1	Espèce animale 2	Organe consommé
<i>Maytenus senegalensis</i>	Épine à pointes commune	Celastraceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Parkia biglobosa</i>	Criquet d'Afrique	Mimosaceae	RS, CDS	G, S, C	Feuilles, fruits
<i>Piliostigma reticulatum</i>	Babèl	Caesalpiniaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, gousses
<i>Piliostigma thonningii</i>	Pied de chameau	Caesalpiniaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, gousses
<i>Prosopis africana</i>	Ironwood	Mimosaceae	RS, CDS, HDS	C	Fruits
<i>Prosopis juliflora</i>	Miel mesquite	Mimosaceae	CDS	C	Fruits
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Barwood	Fabaceae	HDS	G, C	Feuilles
<i>Pterocarpus lucens</i>	Mukwa	Fabaceae	HDS	G	Feuilles
<i>Pterocarpus santalinoides</i>	Mututi	Fabaceae	HDS	G	Feuilles
<i>Saba comorensis</i>	Mabungo	Apocynaceae	CDS	C	Fruits
<i>Saba senegalensis</i>	Sénégal saba	Apocynaceae	CDS, HDS	G, S	Feuilles
<i>Sclerocaria birrea</i>	Marula	Anacardiaceae	RS, HDS	G, S, C	Feuilles, fruits
<i>Securinea virosa</i>	Arusit	Phyllanthacée	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Stereospermum kunthianum</i>	Jacaranda rose	Bignoniaceae	CDS, HDS	C	Feuilles
<i>Strichnos spinosa</i>	Singe épineux-orange	Loganiaceae	CDS, HDS	C, G	Feuilles
<i>Tamarandus indica</i>	Tamarin	Caesalpiniaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Tapinanthus sp.</i>	-	Loranthaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Terminalia laxifolia</i>	Baguri	Combretaceae	RS	G	Feuilles
<i>Terminalia macroptera</i>	Kwandari	Combretaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Karité	Sapotaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Ximenia americana</i>	Prune de porc	Olacaceae	RS, CDS, HDS	G, S, C	Feuilles, fruits
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	Sénégal épineux	Rutacée	CDS, HDS	G, S, C	Feuilles
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Jujube Indien	Rhamnaceae	RS, CDS, HDS	G, C	Feuilles
<i>Ziziphus sp</i>	Jujube	Rhamnaceae	RS	G	Feuilles

1 SR = saison des pluies, CDS = saison sèche fraîche, HDS = saison sèche et chaude

2 C = Bovins, S = Ovins et G = Caprins

7.4. FRÉQUENCE ET PALATABILITÉ DES ARBRES ET DES ARBUSTES BROUTÉS DANS LA CEINTURE SOUDANO-SAHÉLIENNE DE L'AFRIQUE (GUÉRIN, 1994)

Espèces	Nom 'commun'	Famille	Saison 1
Organes	Gomme arabique	Mimosaceae	RS, CDS, HDS
Fréquence	Kaamaa mu rabaa	Mimosaceae	RS, CDS, HDS
Palatabilité	Épine à crochet noir	Mimosaceae	RS, HDS
<i>Acacia macrostachya</i>	Bakin gumbi, ciidi	Mimosaceae	RS, CDS, HDS
<i>Acacia nilotica</i>	Gomme arabique	Mimosaceae	RS, CDS, HDS
<i>Acacia polyacantha</i>	Épine blanche	Mimosaceae	RS, CDS
<i>Acacia senegal</i>	Gomme du Sénégal	Mimosaceae	RS
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	Feuilles	xxxx	X
<i>Piliostigma reticulatum</i>	Feuilles	xxxx	X
<i>Combretum aculeatum</i>	Feuilles	xxxx	xxx
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Feuilles	xxxx	xxxx
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Feuilles	xxxx	xx
<i>Boscia senegalensis</i>	Feuilles	xxxx	xx
<i>Guiera senegalensis</i>	Feuilles	xxxx	xx
<i>Combretum glutinosum</i>	Feuilles	xxxx	xx
<i>Pterocarpus lucens</i>	Feuilles	xxxx	xxxx
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Feuilles	xxxx	X
<i>Acacia tortilis</i>	Feuilles	xxxx	xxxx
<i>Combretum micranthum</i>	Feuilles	xxxx	0
<i>Faidherbia albida</i>	Feuilles	xxxx	xxxx
<i>Sclerocarya birrea</i>	Feuilles	xxxx	xx
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Feuilles	xxxx	xxxx
<i>Acacia senegal</i>	Feuilles	xxxx	xxx
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Feuilles	xxxx	xx
<i>Acacia seyal</i>	Feuilles	xxxx	xxxx
<i>Commiphora africana</i>	Feuilles	xxxx	xxxx
<i>Maerua Crassifolia</i>	Feuilles	xxxx	xxxx
<i>Terminalia avicennioides</i>	Feuilles	xxx	xxx
<i>Khaya senegalensis</i>	Feuilles	xxx	xxx
<i>Lannea microcarpa</i>	Feuilles	xxx	X
<i>Combretum nigricans</i>	Feuilles	xxx	xxx
<i>Dichrostachys cinerea</i>	Feuilles	xxx	xx
<i>Annona senegalensis</i>	Feuilles	xxx	xx
<i>Salvadora persica</i>	Feuilles	xxx	xxx
<i>Grewia bicolor</i>	Feuilles	xxx	xx

(cont.)..

Espèces	Nom 'commun'	Famille	Saison 1
<i>Prosopis africana</i>	Feuilles	xxx	xxx
<i>Acacia nilotica</i>	Feuilles	xxx	xx
<i>Diospyros mespiliformis</i>	Feuilles	xxx	xx
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	Feuilles	xxx	xxx
<i>Tamarix gallica</i>	Feuilles	xx	X
<i>Terminalia macroptera</i>	Feuilles	xx	X
<i>Tamarindus indica</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Stereospermum kunthianum</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Parkia biglobosa</i>	Feuilles	xx	xx
<i>Acacia macrostachya</i>	Feuilles	xx	xx
<i>Gardenia ternifolia</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Acacia Sieberiana</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Combretum collinum</i>	Feuilles	xx	X
<i>Detarium microcarpum</i>	Feuilles	xx	X
<i>Ximenia americana</i>	Feuilles	xx	0
<i>Feretia apodanthera</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Maytenus senegalensis</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Calotropis procera</i>	Feuilles	xx	X
<i>Bombax costatum</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Boscia angustifolia</i>	Feuilles	xx	xxxx
<i>Acacia laeta</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Adansonia digitata</i>	Feuilles	xx	xxxx
<i>Mitragyna inermis</i>	Feuilles	xx	xxxx
<i>Bauhinia rufescens</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Hyphaene thebaica</i>	Feuilles	xx	X
<i>Leptadenia hastata</i>	Feuilles	xx	xxx
<i>Guibourtia copallifera</i>	Feuilles	X	X
<i>Vitex doniana</i>	Feuilles	X	X
<i>Blighia sapida</i>	Feuilles	X	X
<i>Cassia siamea</i>	Feuilles	X	X
<i>Albizzia zygia</i>	Feuilles	X	X
<i>Ficus exasperata</i>	Feuilles	X	xx
<i>Gardenia triacantha</i>	Feuilles	X	xx
<i>Hexalobus monopetalus</i>	Feuilles	X	X
<i>Daniellia oliveri</i>	Feuilles	X	X
<i>Gardenia erubescens</i>	Feuilles	X	xxx
<i>Pericopsis laxiflora</i>	Feuilles	X	X
<i>Ficus sycomorus</i>	Feuilles	X	xxxx

(cont.)..

Espèces	Nom 'commun'	Famille	Saison 1
<i>Pteleopsis suberosa</i>	Feuilles	X	X
<i>Parinari curatellifolia</i>	Feuilles	X	xx
<i>Spondias Mombin</i>	Feuilles	X	xx
<i>Baisea multiflora</i>	Feuilles	X	xx
<i>Acacia ataxacantha</i>	Feuilles	X	xxx
<i>Ozoroa insignis</i>	Feuilles	X	X
<i>Afzelia africana</i>	Feuilles	X	xxx
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Feuilles	X	X
<i>Oxytenanthera abyssinica</i>	Feuilles	X	X
<i>Securidaca longipedunculata</i>	Feuilles	X	X
<i>Ceiba pentandra</i>	Feuilles	X	xx
<i>Cassia Sieberiana</i>	Feuilles	X	X
<i>Acacia dudgeoni</i>	Feuilles	X	xxx
<i>Strychnos spinosa</i>	Feuilles	X	0
<i>Pterocarpus santalinoïdes</i>	Feuilles	X	xx
<i>Cadaba farinosa</i>	Feuilles	X	xxxx
<i>Albizzia chevalieri</i>	Feuilles	X	xxx
<i>Ziziphus mucronata</i>	Feuilles	X	0
<i>Saba senegalensis</i>	Feuilles	X	X
<i>Kigelia africana</i>	Feuilles	X	xx
<i>Crateva adansonii</i>	Feuilles	X	xxxx
<i>Cordia sinensis</i>	Feuilles	X	xx
<i>Cadaba glandulosa</i>	Feuilles	X	xxx
<i>Sesbania rostrata</i>	Feuilles	X	xxxx
<i>Acacia cyanophylla</i>	Feuilles	xx	X
<i>Acacia linearioides</i>	Feuilles	X	X
<i>Morinda Lucida</i>	Feuilles	xx	xx
<i>Mangifera indica</i>	Feuilles	xxx	0
<i>Prosopis juliflora</i>	Feuilles	xxxx	X
<i>Gmelina arborea</i>	Feuilles	X	0
<i>Leucaena leucocephala</i>	Feuilles	X	xx
<i>Gliricidia sepium</i>	Feuilles	xx	xx
<i>Carica Papaya</i>	Feuilles	xx	X
<i>Combretum glutinosum</i>	Fleurs	xxxx	0
<i>Bombax costatum</i>	Fleurs	xx	X
<i>Daniellia oliveri</i>	Fleurs	X	0
<i>Guiera senegalensis</i>	Fruits	xxxx	0
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Fruits	xxxx	xx

(cont.)..

Espèces	Nom 'commun'	Famille	Saison 1
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Fruits	xxxx	xxxx
<i>Combretum glutinosum</i>	Fruits	xxxx	0
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	Fruits	xxxx	X
<i>Pterocarpus lucens</i>	Fruits	xxxx	X
<i>Grewia bicolor</i>	Fruits	xxx	0
<i>Boscia senegalensis</i>	Fruits	xxx	X
<i>Hyphaene thebaica</i>	Fruits	xx	0
<i>Terminalia macroptera</i>	Fruits	X	0
<i>Ficus sycomorus</i>	Fruits	X	xxxx
<i>Capparis decidua</i>	Fruits	X	X
<i>Piliostigma reticulatum</i>	Gousses	xxxx	xxx
<i>Acacia senegal</i>	Gousses	xxxx	0
<i>Faidherbia albida</i>	Gousses	xxxx	xxxx
<i>Acacia tortilis</i>	Gousses	xxxx	xxxx
<i>Acacia seyal</i>	Gousses	xxxx	xxxx
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Gousses	xxx	0
<i>Prosopis africana</i>	Gousses	xxx	xx
<i>Acacia nilotica</i>	Gousses	xxx	xx
<i>Bauhinia rufescens</i>	Gousses	xx	xx
<i>Parkia biglobosa</i>	Gousses	xx	xxx
<i>Sesbania rostrata</i>	Gousses	X	xx
<i>Cassia Sieberiana</i>	Gousses	X	0
<i>Adansonia digitata</i>	Les pulpes	xxx	0
<i>Daniellia oliveri</i>	Des graines	X	0
<i>Ceiba pentandra</i>	Des graines	X	0

DIRECTIVES FAO: PRODUCTION ET SANTÉ ANIMALES

1. Collection of entomological baseline data for tsetse area-wide integrated pest management programmes, 2009 (En)
2. Préparation de Stratégies et de plans d'action nationaux pour les ressources zoogénétiques, 2009 (En, Fr, Es, Ru, Zh)
3. Stratégies d'amélioration génétique pour la gestion durable des ressources zoogénétiques, 2010 (En, Fr, Es, Ru, Ar, Zh)
4. A value chain approach to animal diseases risk management – Technical foundations and practical framework for field application, 2011 (En, Zh, Fr**)
5. Guidelines for the preparation of livestock sector reviews, 2011 (En)
6. Mise en place de cadres institutionnels pour la gestion des ressources zoogénétiques, 2012 (En, Fr, Es, Ru)
7. Réalisation d'enquêtes et de suivi pour les ressources zoogénétiques, 2012 (En, Fr, Es)
8. Guide de bonnes pratiques en production laitière, 2012 (En, Fr, Es, Ru, Ar, Zh, Pt^e)
9. Molecular genetic characterization of animal genetic resources, 2011 (En, Zh**)
10. Designing and implementing livestock value chain studies, 2012 (En)
11. Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales, 2013 (En, Fr^e, Zh^e)
12. Cryoconservation of animal genetic resources, 2012 (En)
13. Handbook on regulatory frameworks for the control and eradication of HPAI and other transboundary animal diseases – A guide to reviewing and developing the necessary policy, institutional and legal frameworks, 2013 (En)
14. *In vivo* conservation of animal genetic resources, 2013 (En, Zh**)
15. The feed analysis laboratory: establishment and quality control – Setting up a feed analysis laboratory, and implementing a quality assurance system compliant with ISO/IEC 17025:2005, 2013 (En)
16. Decision tools for family poultry development, 2014 (En)
17. Guide de biosécurité pour les marchés de volailles vivantes, 2015 (En, Fr^e, Zh^e, Vi)
18. Economic analysis of animal diseases, 2016 (En, Zh)
19. Development of integrated multipurpose animal recording systems, 2016 (En, Zh)
20. Les Champs-écoles des producteurs pour les petits éleveurs – Un guide pour améliorer les moyens d'existence à l'intention des décideurs, 2019 (En, Fr^e)
21. Developing sustainable value chains for small-scale livestock producers, 2019 (En)
22. Estimation des bilans fourragers dans la région du Sahel d'Afrique de l'Ouest et Centrale, 2020 (Fr)

Disponibilité: Mai 2020

Ar – Arabe
En – Anglais
Es – Espagnol
Fr – Français
Pt – Portugais
Ru – Russe
Vi – Vietnamien
Zh – Chinois

Multil – Multilingue
* Épuisé
** En préparation
^e Publication électronique

On peut se procurer les *Directives FAO de production et santé animales* auprès des points de vente des publications de la FAO, ou en s'adressant directement au Groupe des ventes et de la commercialisation, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie.



Un bilan fourrager évalue les ressources en aliments pour animaux, y compris les fourrages, et les compare aux besoins des animaux d'élevage. Il fournit des informations aux décideurs politiques, aux producteurs et aux acteurs du secteur de l'élevage en général afin d'améliorer leur planification et leur évaluation du secteur. Dans la région du Sahel, le bilan fourrager est un outil essentiel pour les systèmes d'alerte précoce. Il est conçu et utilisé par les services techniques des pays sahéliens comme outil prospectif établi en fin d'année pour couvrir la saison sèche à venir.

Ces directives pour établir des bilans fourragers tiennent compte des spécificités des systèmes pastoraux et agropastoraux du Sahel que sont la saisonnalité des disponibilités fourragères et des performances animales, la part majoritaire des fourrages grossiers dans les rations et la mobilité des animaux et des pasteurs.

ISBN 978-92-5-132636-7 ISSN 1810-0716



9 789251 326367

CA9111FR/1/05.20