

Qualité fourragère et productivité de dérobées pour conditions sèches

Rainer Frick, Edwige Dereuder, Cédric Coudry, Bastien Raymond, Sébastien Dubois, Pierre Mariotte et Massimiliano Probo, Agroscope, 1725 Posieux, Suisse
Ulrich Wyss, 1723 Marly, Suisse

Renseignements: Rainer Frick, e-mail: rainer.frick@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs15-191> Date de publication: 4. Juillet 2024



Essai comparatif avec des dérobées dans le Jura (Fontenais, 2021).
(Photo: Rainer Frick, Agroscope)

Résumé

Dans les régions où les sécheresses estivales sont fréquentes, l'intérêt pour les dérobées tolérantes à la sécheresse pour la production fourragère augmente. Dans le cadre d'un projet Interreg SPAD, Agroscope a réalisé en 2021 des essais chez trois agriculteurs du canton du Jura avec cinq cultures alternatives de dérobées: sorgho multicoupes en pur, sorgho multicoupes avec trèfles, avoine rude avec trèfle incarnat, moha et millet perlé en pur. Un mélange «APP»

composé d'avoine, de pois et de poisette (vesce d'été) a servi de culture de référence. Sur un des trois sites d'essai, l'exploitant a ensilé séparément le fourrage des six variantes en balles rondes qui ont servi à analyser la qualité de l'ensilage conservé (teneurs, valeur nutritive, qualité de fermentation). En raison des conditions très humides du mois de juillet 2021 et des difficultés de semis qui en ont résulté, les rendements ont été généralement faibles, avec une moyenne de 24 dt MS par ha. Il en résulte également des rendements en protéines brutes modestes. Seul le sorgho associé aux trèfles annuels a permis d'obtenir un rendement en protéines de 500 kg/ha grâce à la forte proportion de trèfles dans le mélange. Les ensilages de moha, de millet perlé et de sorgho en culture pure ont obtenu des résultats peu satisfaisants en termes de teneurs et de valeur nutritive, avec 4,6 à 5,2 MJ NEL (énergie nette lait) et 63 à 71 g PAIE (protéines absorbables dans l'intestin) par kg de MS. Pour l'avoine rude avec trèfle incarnat ainsi que pour le mélange sorgho-trèfles, les teneurs et les valeurs nutritives sont meilleures grâce aux légumineuses dans le fourrage. En revanche, la qualité de fermentation du fourrage ensilé s'est avérée bonne grâce à un degré de préfanage suffisant et à une faible contamination de terres dans le fourrage. Malgré des valeurs de pH plutôt élevées, les teneurs en acides acétique et lactique se situent dans la fourchette normale. L'acide butyrique n'était présent que dans les ensilages d'APP et d'avoine rude. De manière générale, il est recommandé d'utiliser un agent d'ensilage lors de la conservation de ce type de fourrage afin de garantir une qualité d'ensilage suffisamment bonne même dans des conditions moins optimales.

Key words: catch crops, forage quality, silage, dry conditions.

Introduction

Pour assurer un approvisionnement suffisant en fourrage, les cultures de dérobées occupent une place importante dans la production fourragère suisse. Les sécheresses fréquentes des dernières années rendent leur mise en place et leur maintien de plus en plus difficile. Dans le cadre du projet Interreg SPAD (Systèmes de Production Agricole Durables), Agroscope a réalisé pendant deux ans des essais de cultures de dérobées fourragères. Le but était de tester des espèces potentiellement plus résistantes aux sécheresses estivales par rapport à des dérobées classiques. Les cultures examinées ont été le sorgho multicoups, l'avoine rude, le moha, le millet perlé et l'APP (avoine-pois-poïsette). L'étude s'est concentrée sur l'aptitude de ces cultures alternatives comme dérobée, le potentiel de rendement et la qualité du fourrage. Dans le cadre d'un essai supplémentaire effectuée en 2021, on voulait en outre examiner de plus près les aspects qualitatifs du fourrage conservé sous forme d'ensilage. Cet article présente les résultats de cette expérimentation.

Matériel et méthodes

Cultures testées

Outre l'APP (avoine, pois, poïsette), mélange souvent utilisé dans la pratique comme dérobée, les cultures alternatives suivantes ont été utilisées dans l'essai:

- **Sorgho fourrager multicoups** (*Sorghum sudanense*, *Sorghum sudan* × *bicolor*, *sorghum bicolor* × *bicolor*): cette culture originaire des régions tropicales fait partie, comme le maïs, des plantes C4. Celles-ci se distinguent des plantes C3 par le fait qu'elles produisent davantage de biomasse en cas de manque d'eau et de températures élevées. Le sorgho a un besoin en chaleur plus important que le maïs. Grâce à ses racines profondes, il présente une grande tolérance au stress hydrique. Le sorgho multicoups dispose d'une forte capacité de repousse. Le sorgho peut être utilisé de différentes manières: alors que les variétés de type «Bicolor» conviennent surtout pour la fauche (fourrage vert, ensilage), les variétés de type «Sudanense» conviennent également pour le pâturage. Les jeunes plantes de sorgho produisent beaucoup de dhurrine (métabolite précurseur de l'acide cyanhydrique) qui est dangereux pour les ruminants (Zeise und Fritz 2012).
- **Avoine rude** (*Avena strigosa*): cette plante ancienne et robuste, qui n'est plus guère cultivée aujourd'hui, est

peu exigeante en termes de climat et de sol et devrait donc également être intéressante pour les semis en situation de sécheresse. Les rendements et les teneurs sont comparables à ceux de l'avoine normale. La sensibilité aux maladies de la rouille est moindre que celle de l'avoine fourrager. Le fourrage a une bonne digestibilité. Pour les semis de printemps, il convient de choisir des variétés à maturité tardive.

- **Moha** (*Setaria italica*) (fig. 1): comme le sorgho, c'est une plante C4 qui est exigeante en chaleur et qui s'adapte bien à la sécheresse. Elle est très sensible au froid et au gel. Le moha est monocoupe et ne convient que pour la fauche. En vert, le fourrage n'est pas très apprécié par le bétail. En culture fourragère, il convient d'utiliser des variétés à maturité tardive. Le moha présente une qualité fourragère faible.
- **Millet perlé** (*Pennisetum glaucum*) (fig. 2): il s'agit également d'une plante C4, peu exigeante, qui pousse bien sur les sols acides. Même si son système racinaire est moins puissant que celui du sorgho, il résiste également très bien à la sécheresse. Les conditions humides et l'eau stagnante ne lui conviennent pas. Les tiges sont plus fines que celles du sorgho. Le millet perlé convient pour la fauche et le pâturage et peut fournir jusqu'à trois récoltes. Les plantes ne contiennent pas de dhurrine.

Tableau 1 | Dérobées testées dans les essais Interreg: composition et densité au semis

Procédé	Composantes (espèces et variétés)	Densité (g/are)	Densité de semis (kg/ha)
1 APP (avoine-pois-poïsette)	Avoine fourrager	1000	175
	Pois fourrager	450	
	Vesce d'été	350	
2 Sorgho «Bicolor» + TA ¹ /TP ²	Sorgho MC	200	45
	Trèfle d'Alexandrie	150	
	Trèfle de Perse	100	
3 Sorgho «Sudanense» en pur	Sorgho MC	150	15
4 Avoine rude + TI ³	Avoine rude, variété Cadence	640	80
	Trèfle incarnat	160	
5 Moha	Variété Rucus	250	25
6 Millet perlé	Variété Alberto	250	25

¹TA = Trèfle d'Alexandrie

²TP = Trèfle de Perse

³TI = Trèfle incarnat

⁴MC = multicoups

Procédés et densités de semis

Le tableau 1 donne une vue d'ensemble des six procédés étudiés avec les recettes et les quantités de semences correspondantes. Le mélange APP (avoine-pois-poïsette) est équivalent au mélange standard (Mst) 101 et a servi de référence. Pour le sorgho, deux types et variétés différentes ont été utilisées: une variété de sorgho hybride «Bicolor» (variété Pacific Graze) en mélange avec du trèfle d'Alexandrie (TA) et du trèfle de Perse (TP), et une variété «Sudanense» (variété Piper) en semis pur. L'avoine rude a été semée en mélange avec du trèfle incarnat (TI). Le moha et le millet perlé ont été semés en culture pure, tout comme le sorgho de type «Sudanense».

Mise en place de l'essai

L'essai a été mis en place comme essai en bandes chez l'agriculteur Clément Daucourt à Fontenais dans le canton du Jura. La parcelle se trouve à une altitude de 460m. Les bandes placées côte à côte avaient une largeur de 6m et une longueur de 50m. Chaque procédé a été répété trois fois. Le semis a été effectué le 23 juillet 2021 après de l'orge d'automne. Avant le semis des dérobées, la parcelle a reçu un apport de lisier de 30m³/ha avant d'être déchaumée avec un chisel. Les bandes de dérobée ont été semées avec une combinaison herse rotative-semoir Sulky de 3m, suivi d'un passage au rouleau de Cambridge. Dans le procédé 2 (sorgho avec trèfles), les trèfles d'Alexandrie et de Perse ont été semés dans un deuxième passage à la volée avec un rouleau-semoir pneumatique. Après la levée, les procédés sorgho en pur, moha et millet perlé ont en outre été fertilisés



Figure 1 | Le moha semé en pur a bien résisté aux conditions humides au semis et est resté propre sans adventices et maladies foliaires. (Photo: Rainer Frick, Agroscope)

avec 30 unités d'azote minéral. Cet essai a également été reproduit 8 jours plus tard chez Sylvain Quiquerez à Grandfontaine et chez Stéphane Wüthrich à Courrendlin, deux communes proches de Fontenais, mais seules les données de rendement sont incluses dans cet article.

Relevés effectués

Suite au semis, des notations visuelles (échelle de 1 à 9) de l'aspect général (vigueur, densité, homogénéité) ont été effectuées deux fois jusqu'à la récolte. Un jour avant la fauche, les rendements en matière sèche (MS) ont été relevés dans toutes les bandes avec une motofaucheuse et une balance mobile. Pour ce faire, une bande de 4 à 5m de long a été récoltée dans toutes les parcelles et le fourrage a été pesé sur place. Un échantillon a été prélevé afin de déterminer les taux de MS et les rendements en MS de tous les procédés. De plus, un échantillon de chaque procédé a été pris pour les analyser en termes de teneurs et valeurs nutritives. Dans les dérobées à plusieurs espèces (procédés 1, 2 et 4), la composition botanique de la biomasse a été estimée par un tri botanique. Dans les semis purs (sorgho, moha et millet), la part des plantes indésirables a été estimée visuellement. Pour examiner la qualité de conservation, les dérobées ont été récoltées par l'agriculteur le 8 octobre avec une faucheuse rotative. Le fourrage a été préfané pendant 24 heures sur le champ avant d'être ramassé avec la presse à balles rondes. Aucun additif d'ensilage n'a été ajouté lors de l'enrubannage. L'agriculteur a enrubanné les trois répétitions de chaque type de dérobée dans le même lot afin de disposer de deux balles rondes de chaque procédé avec le même fourrage. Les balles rondes



Figure 2 | Le millet perlé, contrairement au moha, peut aussi être pâture et repousse après une première utilisation. Dans l'essai à Fontenais, il a été fortement atteint d'une maladie foliaire. (Photo: Edwige Dereuder)

ont été stockées à la ferme jusqu'au mois de décembre avant d'être données au bétail pour l'affouragement. Le 7 décembre, après 61 jours de stockage, nous avons échantillonné les balles rondes avec la sonde jusqu'à une profondeur d'environ 70 cm (fig. 3). Un échantillon par balle ronde a été prélevé et ensuite analysé au laboratoire de chimie des aliments pour animaux (Agroscope), au niveau des teneurs et des paramètres d'ensilage (pH, acides, éthanol et ammoniac). Les points DLG sur la qualité de l'ensilage ont été calculés selon la méthode de la DLG (2006). Les valeurs nutritives dans le fourrage frais et dans les ensilages ont été calculées selon les régressions pour composition botanique inconnue (Agroscope 2015). L'effet des procédés sur le rendement (moyennes des trois sites) a été testé avec un modèle linéaire mixte prenant en compte le site comme facteur aléatoire. L'effet des procédés sur le rendement en protéines brutes a été testé avec une analyse de variance (Anova). Les différences significatives entre les procédés ont été évaluées à l'aide d'un test de Tukey. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R.

Résultats

Conditions difficiles au semis

Toutes les dérobées semées se sont installées très lentement et ont mis entre 10 et 20 jours à lever. La levée des plantes a été extrêmement lente et retardée, surtout pour le moha et les deux variantes de sorgho. Cette mauvaise levée est sans doute liée aux conditions extrêmement humides qui ont précédé le semis. En effet, le mois de juillet 2021 a été caractérisé par des

précipitations exceptionnelles, avec une quantité mensuelle de 300 mm, alors que la moyenne de ce mois est de 93 mm (données 1991–2020, moyenne de la station de Delémont) (Probo *et al.*, 2023). Ceci a rendu la préparation du lit de semences particulièrement difficile. Le mois d'août a été marqué par des températures plutôt fraîches avec peu de précipitations. Le mois de septembre, en revanche, a été plus sec et chaud par rapport à la moyenne pluriannuelle, ce qui a permis aux cultures de rattraper en partie leur retard de croissance.

Développement des dérobées

Le développement des dérobées après le semis a été perturbé d'une part par les conditions humides du sol et d'autre part par des maladies foliaires sur certaines cultures. L'avoine dans l'APP a été fortement attaquée par la rouille, une maladie foliaire. Ceci est très probablement dû au semis relativement précoce fin juillet. L'APP servant de référence était donc peu représentatif pour cet essai car l'absence de l'avoine fourragère a considérablement affecté le rendement de cette dérobée. L'avoine rude (fig. 4) a également été atteinte par la rouille, mais de manière moins grave que l'avoine de printemps dans l'APP. Le millet perlé a également été touché par une maladie foliaire (fig. 2). Les cultures de sorgho ont particulièrement souffert des conditions humides au semis et des températures relativement fraîches du mois d'août. Le développement juvénile fortement ralenti, la faible densité de plantes levées et les couverts hétérogènes ont conduit à une productivité modeste. Le moha semble mieux s'accommoder des conditions humides que le millet et le sorgho. De plus, il a été épargné

Tableau 2 | Composition chimique et valeur nutritive du fourrage vert (tab. 2a) et du fourrage ensilé (tab. 2b) après 61 jours de fermentation

Procédé	MS	CB	ADF	NDF	CE	MA	Sucres	Nitrate	NEL	PAIE	PAIN	
	%	g/kg MS	MJ/kg MS	g/kg MS	g/kg MS							
Matière fraîche (tab. 2a)												
1 APP	16,2	243	270	402	137	223	66	1)	6,0	109	149	
2 Sorgho + TA/TP	15,6	247	303	457	143	149	76	1,1	5,5	94	101	
3 Sorgho en pur	17,7	291	334	587	118	104	83	1,1	4,9	78	68	
4 Avoine rude + TI	18,1	270	291	542	114	144	61	1)	5,5	93	96	
5 Moha	18,5	321	350	633	130	90	46	1)	4,4	69	58	
6 Millet perlé	18,0	258	293	536	147	126	55	1)	5,1	82	74	
Ensilage (tab. 2b)												
1 APP	30,5	242	258	358	155	226	37	0,01	5,9	79	141	
2 Sorgho + TA/TP	22,0	247	279	422	136	165	29	0,19	5,6	76	104	
3 Sorgho en pur	26,5	298	319	575	128	116	36	0,19	4,8	64	73	
4 Avoine rude + TI	29,2	272	289	501	114	146	44	0,09	5,3	74	93	
5 Moha	30,7	306	325	583	121	108	46	0,03	4,6	63	68	
6 Millet perlé	30,7	258	272	471	142	137	51	0,08	5,2	71	86	

MS = Matière sèche
CB = Cellulose brute (fibres)
ADF = Lignocellulose
NDF = Parois
CE = Cendres

MA = Matière azotée (protéines brutes)
NEL = énergie nette lait
PAIE = protéines absorbables dans l'intestin synthétisées à partir de l'énergie disponible
PAIN = protéines absorbables dans l'intestin synthétisées à partir de la matière azotée dégradée
1) pas analysé



Figure 3 | Échantillonnage des balles rondes après 61 jours de stockage. (Photo: Rainer Frick, Agroscope)

par les maladies foliaires. Les différences dans le développement des cultures se reflètent également dans les notations visuelles de l'aspect général (fig. 5). Ainsi, les procédés 2 (sorgho avec trèfles) et 5 (moha) ont été nettement mieux notés que les autres cultures.

Rendements et composition botanique

La figure 6 présente les rendements en MS obtenus en 2021 pour les six dérobées. Ils correspondent à la moyenne des trois sites de Fontenais, Grandfontaine et Courrendlin. La moyenne de tous les procédés et de tous les sites a donné un rendement d'un peu plus de 24 dt MS/ha. Normalement, avec des dérobées installées en été, on peut obtenir 30 à 40 dt MS/ha si les conditions de croissance sont favorables.

Le plus faible rendement en MS a été obtenu avec le millet perlé (17 dt MS/ha). Le rendement du sorgho en pur a également été faible (21 dt MS/ha). Les deux cultures

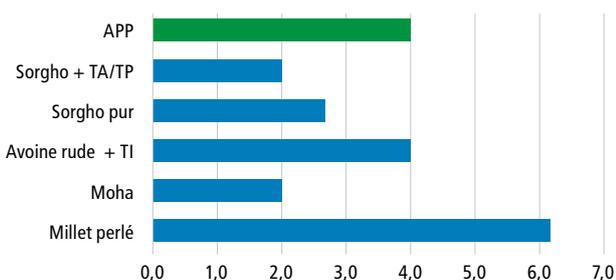


Figure 5 | Aspect général des cultures installées. Moyenne des deux notations du 8 septembre et du 1^{er} octobre. Notes: 1 = très bien; 5 = moyen; 9 = très mauvais.



Figure 4 | Mélange avoine rude et trèfle incarnat. Comme l'avoine de printemps dans l'APP, la rouille a également touché l'avoine rude. (Photo: Edwige Dereuder, Agroscope)

ont manifestement mal supporté les conditions trop humides suite au semis ainsi que les températures du mois d'août. L'avoine rude avec trèfle incarnat s'en est un peu mieux sorti avec un rendement moyen de 24 dt MS/ha. Pour l'APP, les rendements modestes sont dus aux attaques de rouille sur l'avoine. Elles ont été particulièrement fortes à Fontenais où le semis a eu lieu 8 jours plus tôt que dans les deux autres lieux. Dans le procédé 2 (sorgho avec trèfle d'Alexandrie et trèfle de Perse), le rendement a été meilleur. Grâce à la forte proportion

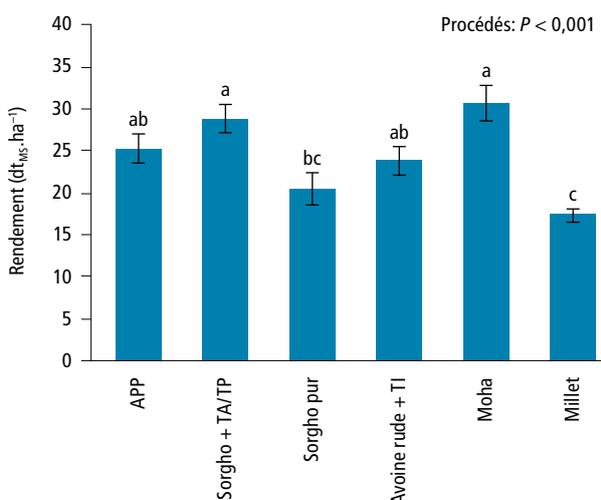


Figure 6 | Rendements en matière sèche en 2021, moyenne des trois sites (Fontenais, Grandfontaine et Courrendlin) et des trois répétitions. Deux procédés sont statistiquement différents lors de leurs moyennes ne partagent pas de lettre commune (probabilité d'erreur = 1%).

de légumineuses dans le mélange (environ 50 %), le rendement a augmenté de 25 à 30 % par rapport au sorgho semé en pur (fig. 7). Les deux trèfles annuels ont profité des conditions humides et des nombreuses lacunes dans la culture, compensant ainsi la mauvaise croissance du sorgho. Le rendement le plus élevé, avec près de 31 dt de MS/ha, a été obtenu avec le moha. Bien que ses besoins en chaleur soient similaires, il semble mieux supporter les conditions humides du sol que le sorgho et le millet perlé. Il a également été favorisé par l'absence de maladies et de mauvaises herbes (fig. 1).

Les différences de rendement s'expliquent en outre par les proportions des espèces (fig. 8). Dans le procédé 1 (APP), l'avoine, importante pour le rendement, était en grande partie absente, et dans le procédé 2 (sorgho avec trèfles), le sorgho représentait moins de 50 % de la biomasse. On constate également une proportion plus élevée d'autres plantes dans le millet perlé comparé aux deux procédés 3 et 5 (sorgho en pur et moha).

Rendements en protéines brutes

Si l'on considère les teneurs en matière azotée (protéine brute) dans le fourrage initial (tab. 2a), on constate des différences considérables. Les teneurs les plus élevées se retrouvent dans l'APP avec 223 g/kg MS (22 %), ceci grâce à la présence importante de vesce et de pois. Dans le procédé 2 (sorgho avec trèfles), la forte proportion de légumineuses dans le couvert (50 %) a également permis d'obtenir une teneur en matière azotée assez éle-



Figure 7 | Sorgho multicoups «bicolor» (variété Pacific Graze) avec du trèfle d'Alexandrie et du trèfle de Perse. La culture associée a largement compensé le développement du sorgho, qui avait du mal à s'installer. (Photo: Rainer Frick, Agroscope)

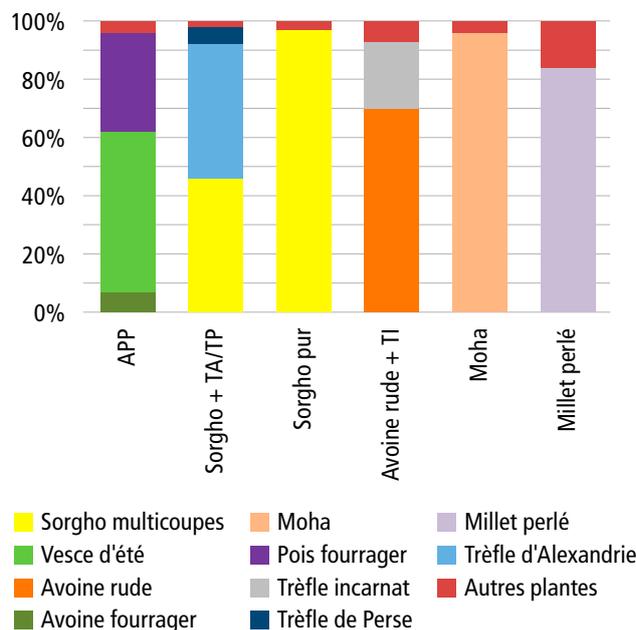


Figure 8 | Composition botanique de la biomasse quelques jours avant la récolte. Les valeurs dans les cultures pures (procédés 3, 5 et 6) ne proviennent pas d'une analyse botanique mais d'une estimation visuelle lors de la croissance.

vée de 149 g/kg MS (15 %), et dans le procédé 4 (avoine rude avec trèfle incarnat), la teneur en protéines brutes n'était que légèrement inférieure avec 144 g/kg MS (14 %). Dans les autres procédés, les teneurs en matière azotée sont plutôt modestes: pour le moha 90 g/kg MS (9 %), pour le sorgho en pur 104 g/kg MS (10 %) et pour le millet perlé 126 g/kg MS (13 %).

La figure 9 illustre les rendements en protéines brutes par hectare qui résultent des teneurs en matière azotée. Dans le procédé 2, la forte proportion de légumineuses a fait augmenter la matière azotée par rapport au semis pur de sorgho (procédé 3). Grâce à un rendement plutôt favorable, le mélange de sorgho et trèfles a aussi donné le rendement protéique le plus élevé (515 kg par ha). Même si celle-ci n'est pas excellente et si la différence n'est pas significative, elle a tout de même pu dépasser en moyenne celle de l'APP (430 kg/ha), dont le rendement en MS fut modeste. En revanche, avec une valeur au-dessous de 300 kg/ha, aucune des quatre autres cultures n'a pu s'approcher du rendement protéique des deux premiers procédés. Dans le cas du millet perlé, il n'est que de 200 kg par ha.

Teneurs et valeur nutritive du fourrage vert

L'analyse des composants du fourrage prélevé lors de la coupe est donnée dans le tableau 2a (matière fraîche). Le fourrage vert des six procédés présentait des teneurs

en MS très faibles, de l'ordre de 15 à 19 %. En raison de ces valeurs de matière sèche assez basses, il est impératif de préfaner la matière fauchée pour obtenir un bon ensilage. Les teneurs en cendres (CE) se sont situées dans une fourchette de 114 à 147 g. Ces teneurs plutôt élevées sont assez représentatives des fourrages de dérobée récoltés en automne. Cependant, aucune contamination visible du fourrage n'a été constatée. Le moha et le sorgho présentent des valeurs élevées en cellulose brute (CB), en lignocellulose (ADF) et parois (NDF). Il en résulte des fourrages riches en fibres et en lignine, ce qui peut être considéré comme un inconvénient pour l'alimentation du bétail en raison d'une mauvaise appétibilité. Les sucres solubles ont varié dans une fourchette de 46 à 83 g/kg MS selon le fourrage. Pour une fermentation optimale, il faut 80 à 90 g de sucres dans la matière sèche (Nussbaum, 1998), ce qui n'a été atteint que dans le procédé de sorgho en pur. Les valeurs de nitrate dans le sorgho sont faibles (environ 1 g).

Les trois dernières colonnes du tableau 2 indiquent d'ailleurs les valeurs calculées pour les teneurs en NEL (énergie nette lait), PAIE (protéines absorbables intestin énergie) et PAIN (protéines absorbables intestin matière azotée). Bien qu'elles doivent être interprétées avec prudence en raison de l'absence de régression pour ces types de fourrage, elles montrent que le fourrage de moha, de millet et de sorgho, avec 4,4 à 4,9 MJ NEL et 69 à 82 g PAIN, présentent des teneurs nettement plus faibles que l'avoine rude avec trèfle incarnat, le sorgho avec trèfle et l'APP. Les valeurs NEL et PAI des plantes fourragères C4 (moha, millet et sorgho) se situent dans la fourchette des valeurs du foin obtenu à partir d'une prairie riche en graminées et exploitée de manière extensive (Daccord *et al.*, 1995).

Valeur nutritive du fourrage ensilé

La composition chimique et les valeurs nutritives des différents **ensilages** sont indiquées dans le tableau 2b. La fermentation a particulièrement réduit les sucres

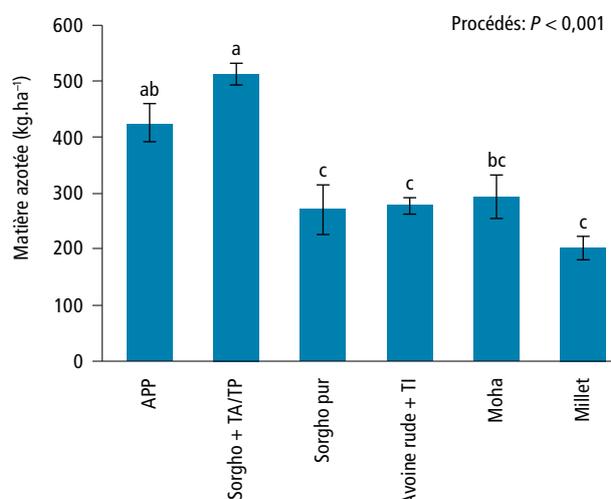


Figure 9 | Rendement en protéines brutes en kg par ha, calculé sur la base des rendements en matière sèche et de la matière azotée analysée dans le fourrage vert. Deux procédés sont statistiquement différents lorsque leurs moyennes ne partagent pas de lettre commune (probabilité d'erreur = 1 %).

solubles dans le fourrage. Celui-ci représentait encore en moyenne 63 % de la valeur initiale du fourrage vert. Les teneurs en fibres et en protéines brutes sont restées quasiment inchangées. De même, les valeurs en NEL n'ont guère changé dans l'ensilage, tandis que les valeurs en PAI sont partout inférieures à celles du fourrage initial. Il s'avère que l'ensilage n'a que peu modifié la valeur nutritive du fourrage et que le processus de fermentation a dû bien se dérouler dans les balles rondes. Cela est également confirmé par l'évaluation visuelle et sensorielle de l'ensilage à l'ouverture des balles rondes: l'ensilage avait une odeur agréable, marqué par l'acide lactique. Seules l'APP et l'avoine rude avec du trèfle incarnat ont donné une impression un peu moins bonne, sans doute en raison de leur teneur plus élevée en acide butyrique et en azote ammoniacal. Les taux de nitrates sont d'ailleurs partout négligeables (moins de 0,2 g par kg de MS).

Tableau 3 | Paramètres d'ensilage du fourrage ensilé après 61 jours de fermentation

Procédé	MS	pH	Acide acétique	Acide propionique	Acide lactique	Acide butyrique	Ethanol	NH ₃ -N/N tot	Points DLG
	%		g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS		%	
1 APP	30,5	5,26	12,1	0,0	51,4	4,7	10,9	12,3	76
2 Sorgho + TA/TP	22,0	5,19	22,0	0,0	60,1	0,0	10,2	7,2	85
3 Sorgho en pur	26,5	5,61	6,9	0,0	24,8	0,0	13,7	3,9	85
4 Avoine rude + TI	29,2	5,65	10,6	0,0	36,3	1,2	11,7	11,1	85
5 Moha	30,7	5,71	6,3	0,0	22,4	0,0	6,8	7,3	90
6 Millet perlé	30,7	5,50	7,3	0,0	26,3	0,0	7,4	4,7	90

Qualité de fermentation de l'ensilage

Sur la base des paramètres de fermentation analysés (tableau 3), la qualité de l'ensilage peut généralement être considérée comme bonne. Les points DLG calculés (DLG 2006), qui se basent essentiellement sur les teneurs en acides indésirables (acide butyrique et acide acétique) et sur le pH, se situent partout entre 85 et 90 points (maximum 100 points), à l'exception de l'APP. Selon la clé DLG, tous les types de fourrage analysés présentent une «bonne» (>72–89 points) ou une «très bonne» qualité de fermentation (90–100 points). Les valeurs de pH de tous les ensilages sont toutefois relativement élevées. En revanche, ils ne présentent pas d'acide propionique ni d'acide butyrique. Seuls les procédés 1 (APP) et 4 (avoine rude avec du trèfle incarnat) en contenaient des faibles quantités. Les valeurs d'acide acétique, qui ne devraient idéalement pas dépasser 30g par kg de matière sèche (DLG 2011), se situent partout dans une fourchette favorable; elles ne dépassent 20g que dans le mélange sorgho-trèfles (procédé 2). Pour l'acide lactique, les valeurs se situent également dans la fourchette souhaitée de 25 à 50g par kg de MS (DLG 2011). Le moha, le millet perlé et le sorgho ont produit nettement moins d'acide lactique que les autres fourrages. L'éthanol (les valeurs souhaitées sont inférieures à 10g) est également présent dans des proportions tolérables. Des teneurs en éthanol modérément élevées favorisent l'appétence de l'ensilage. La part d'azote ammoniacal se situe également dans le niveau tolérable; il n'y a que pour l'APP et l'avoine rude avec du trèfle incarnat que les valeurs dépassent légèrement la valeur limite de 10%. Le fait que la qualité de la fermentation ait été généralement bonne est probablement dû aux teneurs suffisamment élevées en acide lactique et en matière sèche, obtenues grâce au préfanage, effectué dans des conditions météorologiques favorables et sans salissement à la récolte. Ce n'est que dans les procédés 2 et 3 avec du sorgho que le taux de préfanage de 30% n'a pas pu être atteint.

Bibliographie

- Agroscope, 2015. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch). Zugang; <http://www.agroscope.admin.ch/futtermitteldatenbank> (25.07.2026)
- Daccord R. et Arrigo Y, 1995. Nährwert von Heu extensiv genutzter Wiesen. *Agrarforschung Schweiz* 2 (11–12): 527–530.
- DLG-Information 2/2006. Grobfutterbewertung. Teil B – DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. www.DLG.org, 4 Seiten.
- DLG, 2011. Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. Achte vollständig überarbeitete Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Conclusions

L'essai réalisé en 2021 à Fontenais avec des dérobées pour conditions sèches permet de tirer les conclusions suivantes:

- Le potentiel de rendement des cultures utilisées dans l'essai est insuffisant. L'année 2021, caractérisée par des conditions humides en juillet et fraîches en août, montre que les plantes C4 (sorgho, moha, millet perlé), prédestinées à la sécheresse, ne sont pas fiables dans nos latitudes où le climat est marqué par des fluctuations importantes (années sèches mais aussi humides).
- En raison de la qualité moyenne du fourrage des plantes C4 (faibles valeurs nutritives, teneurs élevées en fibres brutes et en lignine), comparable à celle du foin d'une prairie extensive de première coupe, ce fourrage ne peut être recommandé que pour pallier aux pénuries de fourrage et pour les génisses d'élevage ou les petits ruminants.
- En associant le sorgho multicoups à des légumineuses annuelles (trèfle de Perse ou d'Alexandrie), les teneurs en protéines et en énergie du fourrage peuvent être améliorées à condition que la proportion de trèfle dans le mélange soit suffisamment élevée (plus de 30%). Le même effet pourrait être obtenu de cette manière pour le moha et le millet perlé.
- Les cultures testées peuvent être conservées sous forme d'ensilage comme une dérobée traditionnelle, à condition que le fourrage soit suffisamment préfané (plus de 30% de MS). En cas de conditions de récolte défavorables, l'utilisation d'un agent d'ensilage est fortement recommandée.
- Des essais plus approfondis sont nécessaires pour pouvoir évaluer le potentiel réel de telles plantes fourragères pour l'avenir. ■

Remerciement

Nous remercions les trois agriculteurs pour leur précieuse collaboration, en particulier Philippe Daucourt pour l'essai de conservation et Jocelyn Altermatt pour l'organisation des parcelles d'essai chez les agriculteurs.

- Nussbaum H., 1998. Siliereignung von Wiesenaufrüchsen verschiedenen physiologischen Alters in Verbindung mit dem Einsatz ausgewählter Silierzusatzmittel. Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart.
- Probo M., Dereuder E., Frick R., Raymond B. & Mariotte P., 2023. Yield of drought-resistant summer leys under extreme climatic conditions. Proceedings of the 22nd Symposium of the European Grassland Federation (EGF) in Vilnius, Lithuania, June 2023. EGF, Volume 28, Grassland Science in Europe.
- Wyss U. & Mosimann E., 2016. Silagequalität von Zwischenfutter. *Agrarforschung Schweiz* 7 (10): 436–441.
- Zeise K. & Fritz M., 2012. Sorghum als Energiepflanze – Optimierung der Produktionstechnik. Bericht aus dem TFZ 29, 124 Seiten.