



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

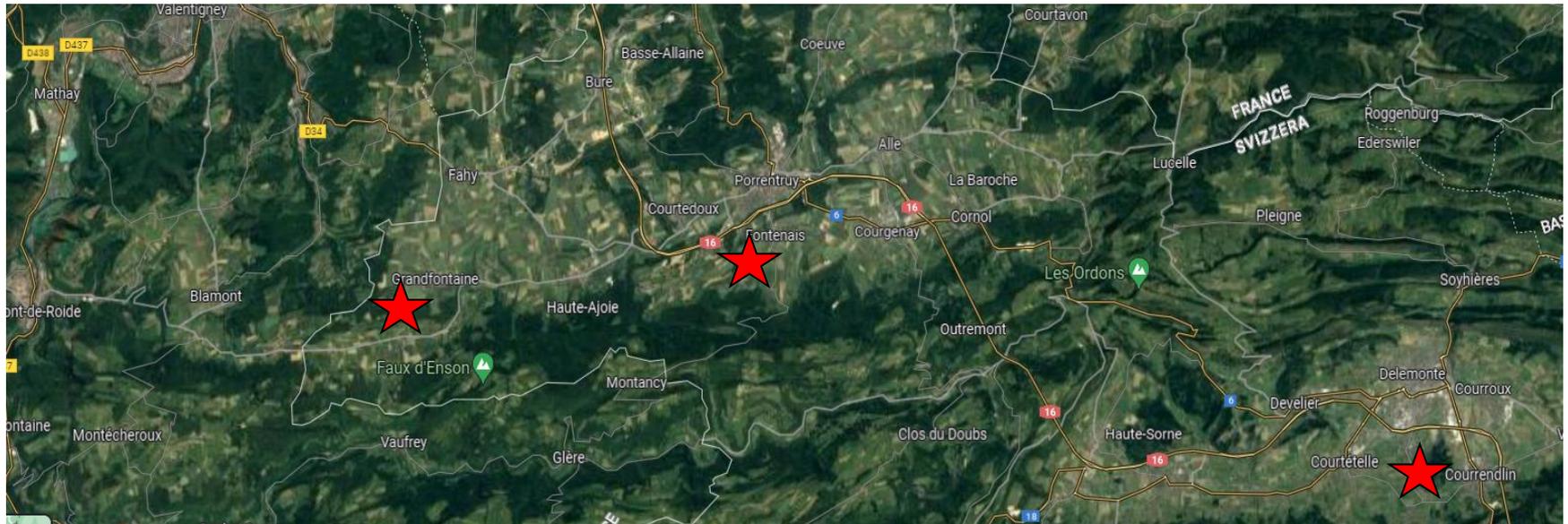
Rendement et qualité fourragère des cultures dérobées résistantes à la sécheresse dans des conditions climatiques contrastées

Massimiliano Probo, Rainer Frick, Edwige Dereuder, David Frund, Bastien Raymond, Pierre Mariotte



Interreg SPAD: essais Agroscope 2021-2022

- **Objectif** : tester des espèces potentiellement plus résistantes aux conditions climatiques sèches que les dérobées généralement utilisées en Suisse (Avoine-Pois-Poisette, Mst 106 avec Raygrass Westerworld-trèfle de Perse-trèfle d'Alexandrie)
- Conduite des essais en bandes chez 3 exploitations (**essais «on-farm»**)
- **Lieux d'essais** : Courrendlin, Fontenais, Grandfontaine (JU)
- **Aspects examinés** : vitesse de levée, notations visuelles, composition botanique, rendements, valeur nutritive du fourrage, qualité des ensilages



Belfort – 8 Mars 2023
Massimiliano Probo



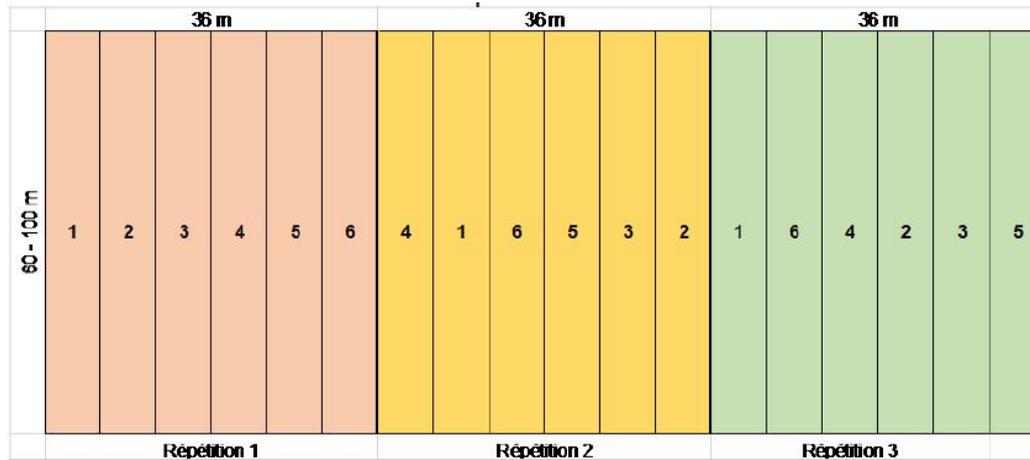
2021 et 2022 : deux étés contrastés

	Précipitations moyennes mensuelles (mm)								
	1991-2020			2021			2022		
	Juillet	Août	Septembre	Juillet	Août	Septembre	Juillet	Août	Septembre
Delémont	94	96	72	234	46	41	48	80	116
Fahy	93	103	88	190	55	34	22	76	154
Moyenne	94	100	80	212	51	37	35	78	135
Somme Jul-Sep	273			300			248		
	Températures moyennes mensuelles (°C)								
	1991-2020			2021			2022		
	Juillet	Août	Septembre	Juillet	Août	Septembre	Juillet	Août	Septembre
Delémont	18.7	18.2	14.1	17.7	17.1	15.6	20.5	19.7	13.8
Fahy	18.2	18.0	13.9	17.2	16.3	15.8	20.5	20.5	13.8
Moyenne	18.5	18.1	14.0	17.5	16.7	15.7	20.5	20.1	13.8
Moyenne Jul-Sep	16.9			16.6			18.1		

- **2021** : très humide au printemps et jusqu'au début Août, après très sec. Mois de Juillet et Août froids, Septembre chaud
- **2022** : très sec et chaud en Juillet et Août, Septembre humide

Conduite des essais

- Essai en bandes avec **3 répétitions**
- Précédent cultural: **orge d'automne**
- Préparation de la parcelle: déchaumage, herse rotative
- Fumure: apport de **lisier 30 m³/ha**
- Période de semis: 23-30/07/2021, 7-13/07/2022
- Technique de semis: semoir à céréales, **interlignes 12,5 cm (sorgho 25 cm)**
- Fumure azotés après levée: 30 unités N (2021), pas en 2022 (sécheresse)
- Date de récolte: 10-11/10/2021, 22/09/2022
- Utilisation du fourrage: **ensilage en balles rondes**



Combinaison herse rotative et semoir 3 m

Procédés testés

Provenance des semences: OH-semences, Orbe

N°	Procédé	Composantes	Densité de semis (kg/ha)
1	Mst 101 (APP)	Avoine fourrager - pois fourrager - poisette (vesce d'été)	175
2	Sorgho + trèfles ¹⁾	Sorgho multi-coupe (Sudan x Bicolor), variété Pacific Graze + trèfle d'Alexandrie et trèfle de Perse	45
3	Sorgho en pur	Sorgho multi-coupe (Sudan x Sudan), variété Piper	15
4	Avoine rude + trèfle	Avoine rude + trèfle incarnat	80
5	Moha		25
6	Millet perlé		25

1) Semis des trèfles dans un 2^{ème} passage avec le rouleau-semoir Krummenacher



Caractéristiques des espèces testées

Sorgho multi-coupes

- Supporte bien la sécheresse, à condition d'avoir suffisamment d'eau pour la levée
- Système racinaire très puissant
- Variétés multi-coupes : forte capacité de repousse
- Utilisation en culture dérobée : éviter un semis tardif (avant mi-juillet)
- Utilisation : fauche ou pâture (*Sudangrass*)
- Valeur nutritive : plante fibreuse, moyenne en énergie, assez élevée en protéine et sucres
- Teneur élevée en acide cyanhydrique





Caractéristiques des espèces testées

Moha (*Setaria italica*)

- Plante bien résistante à la sécheresse
- Se développe sur tous les types de sol
- Plante mono-coupe
- Utilisation : uniquement pour la fauche; peu apprécié par le bétail pour la pâture
- Faible valeur nutritive; la qualité du fourrage chute fortement à l'épiaison (privilégier les variétés tardives)



Millet perlé (*Pennisetum glaucum*)

- Culture peu exigeante
- Système racinaire puissant (jusqu'à 1.6 m de profondeur)
- Adapté aux sols légers et acides
- Forte capacité de tallage, bonne repousse
- Tiges plus fines que le sorgho
- Peut être élevé en teneurs en nitrates (premiers 15 cm)
- Utilisation : fauche ou pâture (hauteur minimale 40-50 cm)





Caractéristiques des espèces testées

Avoine rude (*Avena strigosa*)

- Culture peu exigeante, pousse sur tous les sols
- Moins sensible aux maladies foliaires (rouille)
- Il existe de grandes différences variétales (précocité, rendement, résistance aux maladies)
- Eviter les variétés précoces pour les semis de printemps pour éviter qu'il vienne trop vite à l'épiaison
- Teneurs comparables à l'avoine fourrager, très bon équilibre protéine/énergie, bonne digestibilité
- S'associe bien à des trèfles annuels





Caractéristiques des espèces testées

Trèfles d'Alexandrie, de Perse et incarnat (*Trifolium alexandrinum*, *Trifolium resupinatum*, *Trifolium incarnatum*)

- Trèfle de Perse : teneurs élevés en eau, fournit des rendements en matière fraîche plus élevés que le trèfle d'Alexandrie, mais pas en matière sèche
- Trèfle de Perse : teneurs plus élevés en énergie et protéines que le trèfle d'Alexandrie
- Trèfle d'Alexandrie : teneurs en fibres plus élevés, il se lignifie plus rapidement après la floraison
- Trèfle incarnat : résiste à l'hivernation, rendements légèrement inférieurs à ceux du trèfle d'Alexandrie et du trèfle de Perse



Trèfle incarnat



Interreg SPAD : Relevés de la levée

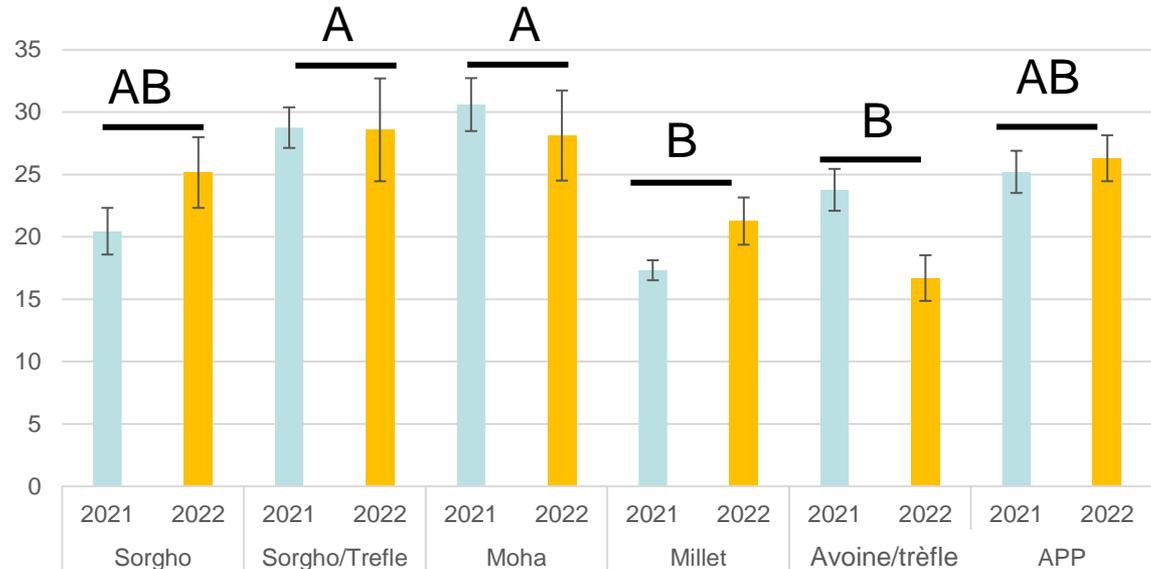
Vitesse de levée (nombre de jours entre le semis et la levée) :
2022 avec une levée anticipée par rapport au 2021 -> chaleur du mois de Juillet

Lieu Date de semis Procédé	Fontenais	Grandfontaine	Courendlin	Moyenne des 3 lieux 2022	Moyenne des 3 lieux 2021
	13.07	11.07	7.07		
	Nombre de jours				
APP	15	10	11	12	12
Sorgho + trèfles	15	13	10	12	18
Sorgho	15	13	10	12	18
Avoine + trèfle incarnat	15	17	14	15	13
Moha	15	15	12	14	17
Millet perlé	15	15	11	13	20



Interreg SPAD : rendements en MS (dt)

Procédé ***
Année n.s.
Interaction m.s.



- **Sorgho + trèfles et Moha** : meilleurs rendements
- **Sorgho + trèfles** : en 2021 le 55% de la biomasse était constituée par les trèfles, en 2022 seulement le 5% (-> sorgho trop compétitif, il a poussé rapidement avec les températures élevées de Juillet et Août)
- **Sorgho Sudangrass et Millet perlé** : ils ont souffert des températures froides et de l'humidité en 2021
- **APP et Avoine/trèfle** : en 2021 problème de rouilles sur l'avoine et l'avoine rude
- **2022** : beaucoup de repousses d'orge sur 2 sites (Fontenais et Grandfontaine)



Sorgho + trèfles, le 29.09.2021



Avoine avec rouille, le 8.09.2021



Sorgho + trèfles, le 15.09.2022



Millet perlé, le 8.09.2021

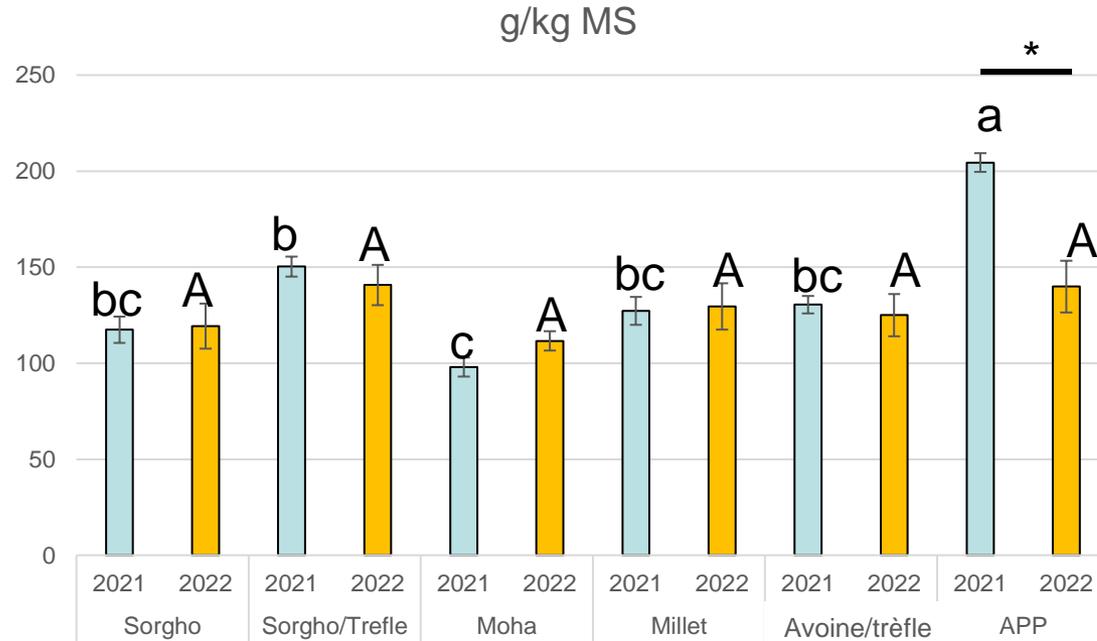


Teneurs en matière azotée

Procédé ***

Année *

Interaction ***



- **APP** : teneurs plus élevées en 2021, comme il y avait surtout des pois et des poisettes dans le mélange
- **Sorgho + trèfles** : bonne teneur en matière azotée en 2021 (liée à la proportion élevée de trèfles dans le mélange), mais réduction pas significative en 2022
- **Moha** : teneurs les plus faibles, surtout en 2021

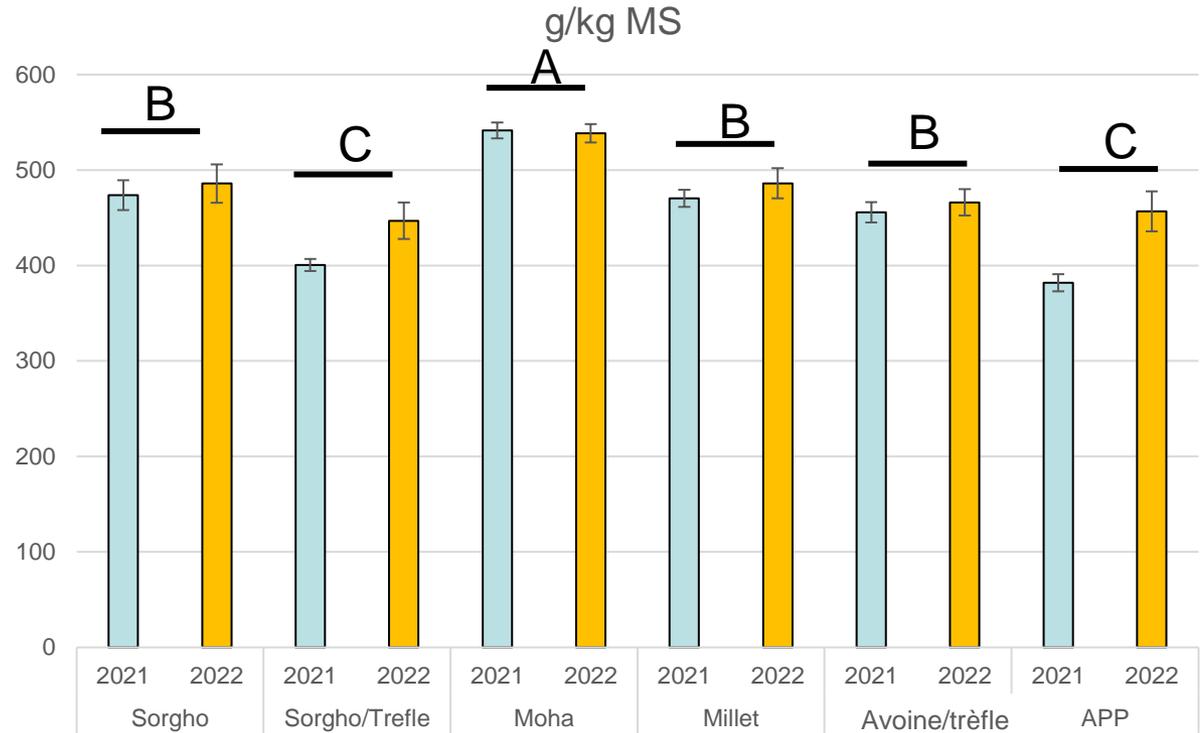


Teneurs en parois (NDF)

Procédé ***

Année **

Interaction m.s.

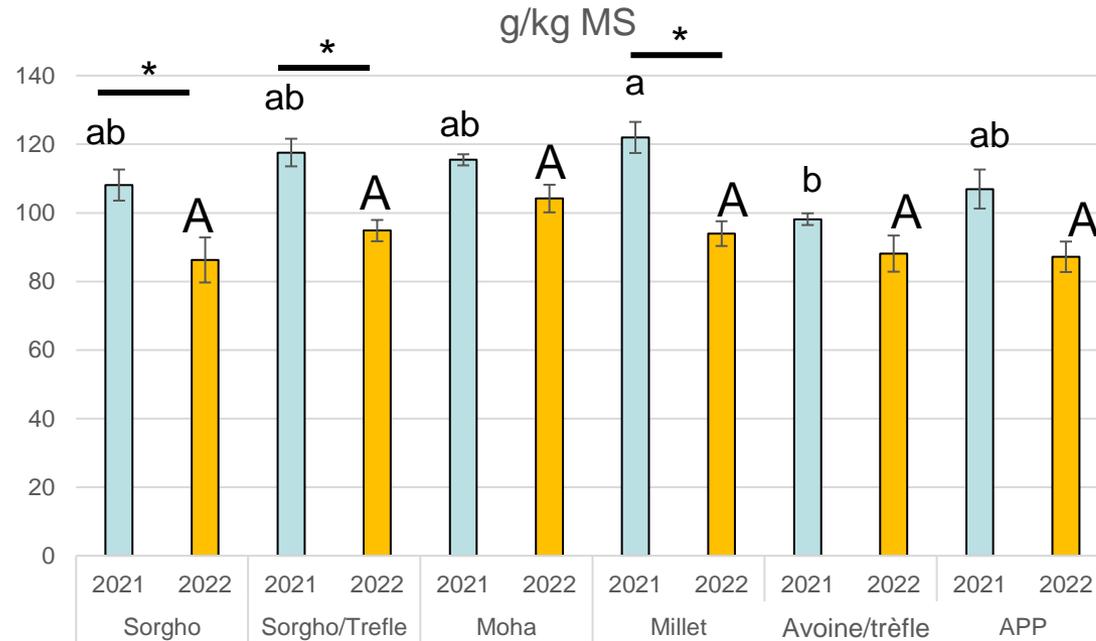


- **Moha** : teneur plus élevée
- **Sorgho + trèfles et APP** : teneurs moins élevées



Teneurs en cendres

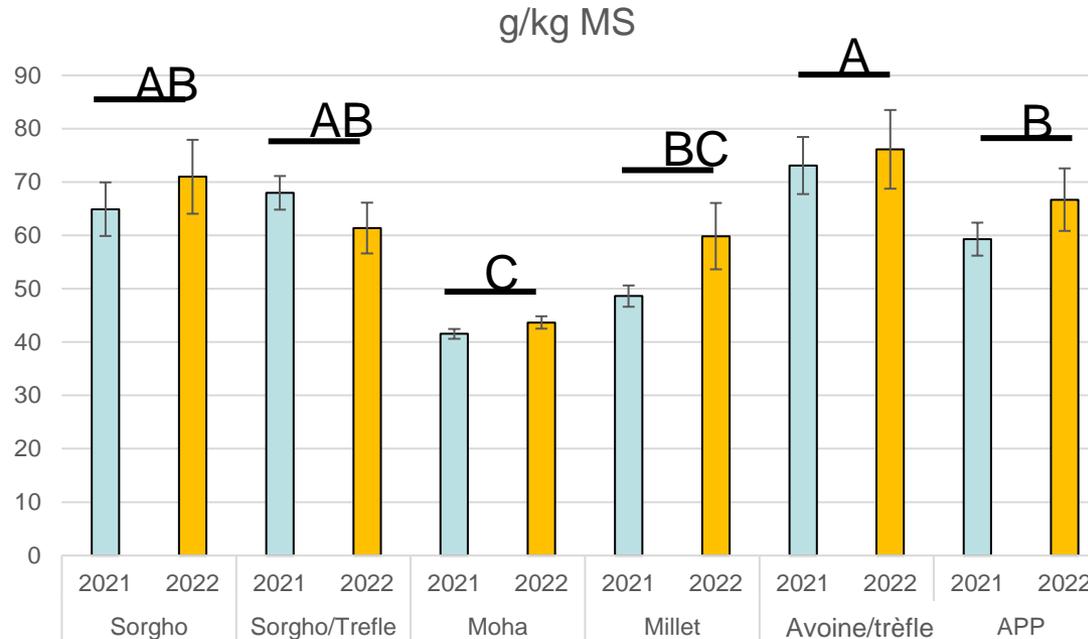
Procédé ***
Année ***
Interaction *



- Teneurs plus élevées en 2022 par rapport au 2021

Teneurs en sucres solubles (WSC)

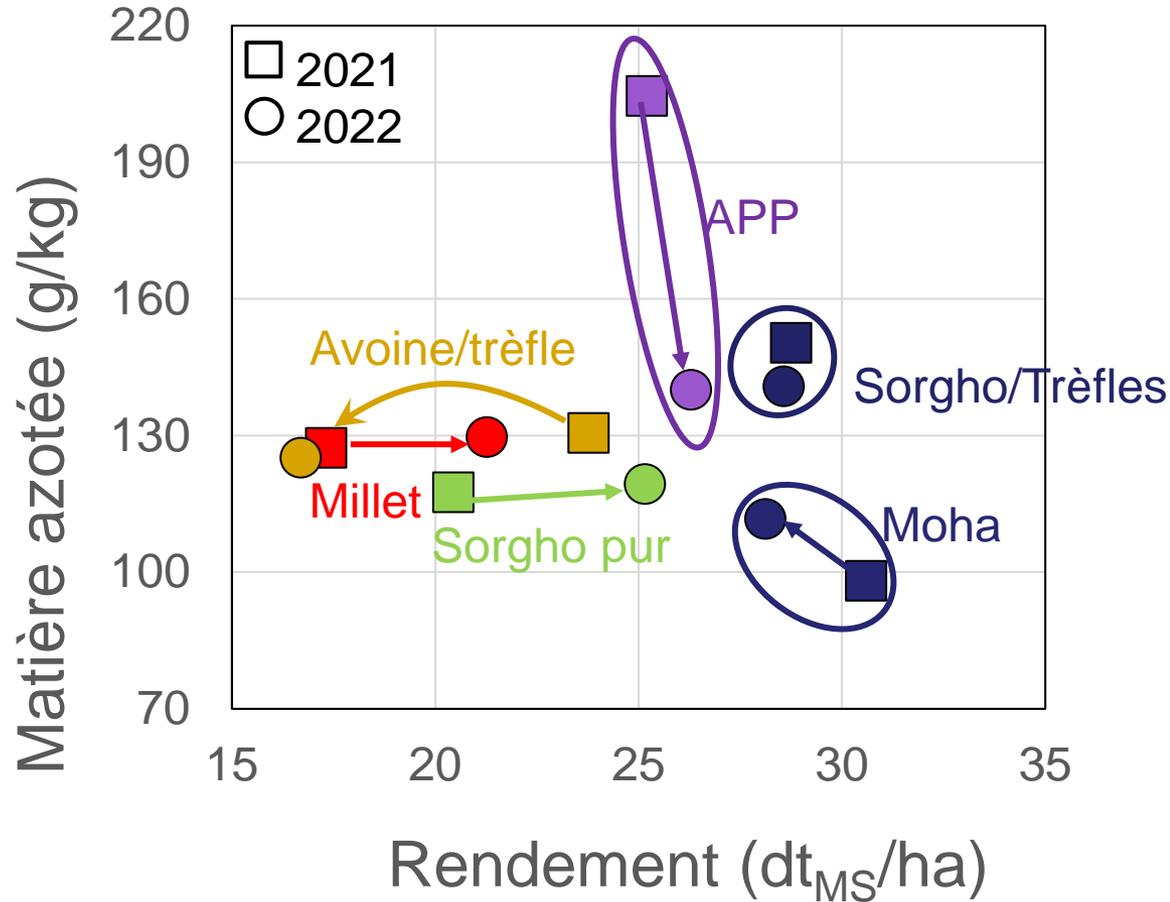
Procédé ***
Année m.s.
Interaction n.s.



- Teneurs plus élevées en 2022 par rapport au 2021 : déséquilibre entre assimilation avec la photosynthèse et la croissance des plantes avec le sec
- Teneurs généralement faibles
- **Moha** : teneurs moins élevées
- **Avoine rude – trèfle incarnat** : teneurs plus élevées



Relations rendement – matière azotée 2021-2022

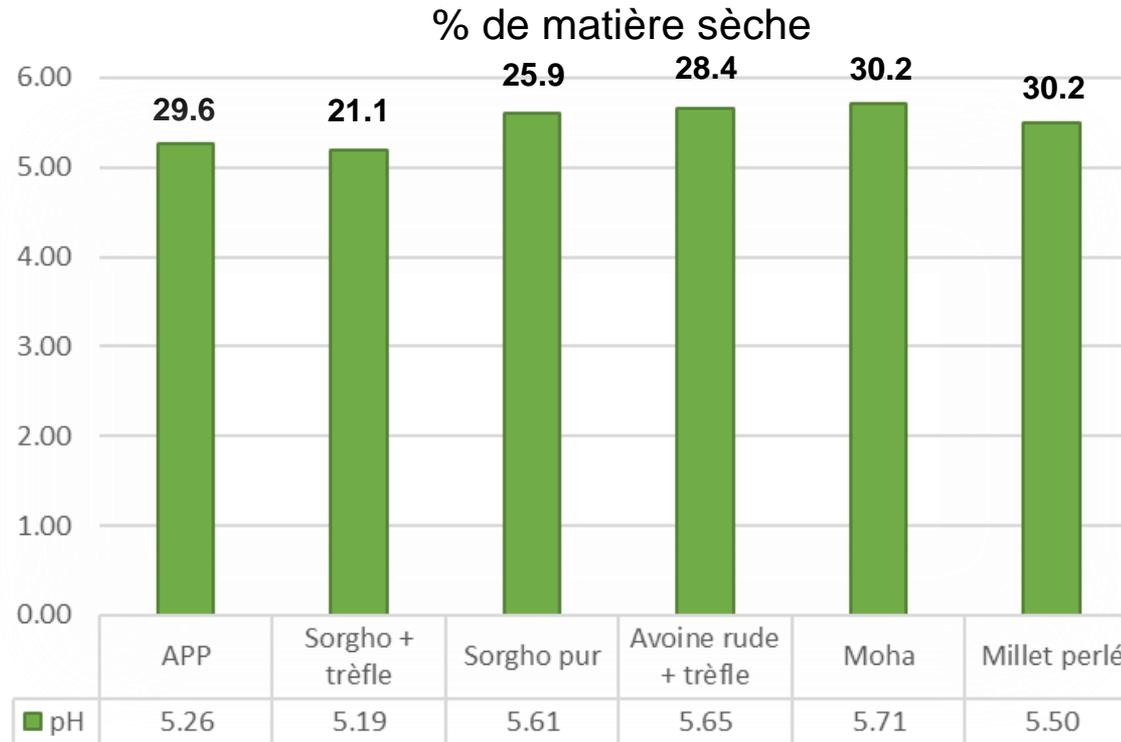


- **Sorgho + trèfles** : procédé qui a garanti le meilleur compromis entre rendement et teneur protéique du fourrage



pH et teneurs en MS de l'ensilage

Fontenais, année 2021, récolte du 8 octobre
Moyenne des 3 répétitions



- Valeurs analysées du pH **plutôt élevées** pour tous les fourrages
- **APP et sorgho + trèfles** : pH légèrement inférieur par rapport aux autres procédés.



Valeurs nutritives du fourrage vert

Fontenais, année 2021, récolte du 8 octobre

Type de fourrage	ADF	NDF	Cendres	Fibres brutes	Sucres	Nitrates	Protéine brute	MS
	g/Kg MS	g/Kg MS	g/Kg MS	g/Kg MS	g/Kg MS	g/Kg MS	g/Kg MS	%
APP	239.4	356.1	121.7	214.9	58.8		197.5	16.2
Millet perlé	259.6	475.0	130.0	229.2	48.7		111.8	17.7
Moha	312.5	565.9	116.3	286.7	41.0		80.3	17.7
Avoine rude + TI	258.5	480.9	101.6	239.6	54.4		127.4	15.6
Sorgho Sudangrass	297.7	522.7	105.1	259.6	73.6	0.9	93.0	18.0
Sorgho + TA/TP	267.7	403.0	126.2	217.9	66.7	1.0	131.9	18.5

- Teneurs en matière sèche inférieures à 20 %
- Très peu de nitrates dans le fourrage récolté
- Sucres solubles : teneurs faibles; valeur optimale: 80 à 90 g pour une fermentation optimale (Nussbaum, 1998)



Paramètres d'ensilage:

pH, acides, alcool, ammoniac, point DLG

Fontenais, année 2021, récolte du 8 octobre
Date d'échantillonnage 7 décembre 2021

Type de fourrage	MS	pH	Acide acétique	Acide propionique	Acide lactique	Acide butyrique	Ethanol	NH3-N/N tot	Points DLG
	%		g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	%	
APP = avoine-pois-poisette	30.5	5.26	12.1	0.0	51.4	4.7	10.9	12.3	76
Sorgho + trèfles	22.0	5.19	22.0	0.0	60.1	0.0	10.2	7.2	85
Sorgho	26.5	5.61	6.9	0.0	24.8	0.0	13.7	3.9	85
Avoine rude + trèfle incarnat	29.2	5.65	10.6	0.0	36.3	1.2	11.7	11.1	85
Moha	30.7	5.50	7.3	0.0	26.3	0.0	7.4	4.7	90
Millet perlé	30.7	5.71	6.3	0.0	22.4	0.0	6.8	7.3	90

- Les valeurs pour le pH sont plutôt élevées
- Acide lactique: valeurs correctes pour APP et sorgho+trèfles
- Pas d'acide propionique et butyrique, à l'exception de l'APP
- Ethanol : valeurs correctes
- Ammoniac: valeurs plus élevées dans APP et avoine rude, mais qui restent correctes
- Points DLG : bonne qualité d'ensilage



Valeur nutritive de l'ensilage

Fontenais, année 2021, récolte du 8 octobre

Date d'échantillonnage 7 décembre 2021

Moyenne de deux balles rondes des 3 répétitions

Type de fourrage	MS	Cendres brutes	Protéine brute	Céllulose brute	ADF	NDF	Sucres WSC	Nitrate NO3	MOD	NEL	NEV	APDE	APDN
	%	g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS	%	MJ/kg MS	MJ/kg MS	g/kg MS	g/kg MS
APP	29.6	155	226	242	258	358	37	0.01	76.4	6.0	6.2	79	141
Sorgho + trèfles	21.2	136	165	247	279	422	29	0.19	73.3	5.6	5.7	75	104
Sorgho	25.9	128	116	298	319	575	36	0.19	66.0	4.9	4.8	66	73
Avoine rude + TI	28.5	114	146	272	289	501	44	0.09	71.8	5.6	5.6	75	92
Moha	30.2	142	141	258	272	471	51	0.08	72.6	5.5	5.5	73	89
Millet perlé	30.3	121	108	306	325	583	46	0.03	64.9	4.9	4.8	65	68

- La MS a bien augmentée grâce au préfanage d'environ 24 h
- Par rapport au fourrage vert, les sucres ont diminués en moyenne de 30 %
- NEL et APD: peu de différences entre l'ensilage et le fourrage de base
- L'APP et le sorgho avec 50 % de trèfles sont les ensilages les plus riches en protéine
- Sorgho Sudangrass et millet perlé donnent des ensilages très fibreux



Grâce à un préfanage réussi, la qualité d'ensilage du fourrage est assez bonne, mais la valeur nutritive du fourrage reste médiocre (énergie, protéine, MOD)



Conclusions

- Les deux étés 2021 et 2022 ont **été** climatiquement **contrastés** (phases humides et sèches opposées) et caractérisés par des valeurs souvent extrêmes (loin des moyennes historiques de la période, aussi pour les températures)
- En considérant à la fois le rendement et la qualité du fourrage sur 2 ans, le procédé qui a donné les **meilleurs résultats** a été la combinaison de **sorgho multi-coupe avec les trèfles d'Alexandrie et de Perse**, grâce à la croissance alternée du sorgho (favorisé par des conditions sèches et chaudes) ou des trèfles (favorisés par des conditions plus fraîches et humides)



Conclusions

- Le **Moha** a montré une bonne capacité à produire de la biomasse dans des conditions climatiques contrastées, mais sa valeur nutritionnelle reste modeste. Il conviendrait de l'améliorer à l'avenir en essayant de l'associer à des légumineuses
- L'**APP** a donné des résultats aussi intéressants, mais les autres procédés ont donné des résultats globalement insatisfaisantes
- Malgré les teneurs relativement modestes en sucres solubles, la **qualité de l'ensilage était assez bonne**, grâce à un préfanage réussi, mais la valeur nutritionnelle du fourrage était médiocre (énergie, protéines, DMO). L'application d'un agent d'ensilage est en tous cas à conseiller pour ces fourrages d'automne difficiles à conserver

Merci pour votre attention

Massimiliano Probo
massimiliano.probo@agroscope.admin.ch

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain
www.agroscope.admin.ch

