

Comparaison de différentes cultures fourragères soumises à deux régimes d'approvisionnement en eau : effets sur les prélèvements de minéraux et la fertilité du sol

M. Meisser¹, C. Deléglise¹, J. Michaud¹, R. Charles², S. Sinaj², E. Mosimann¹

1 : Agroscope, Institut des sciences en production animale IPA, CH-1260 Nyon ; marco.meisser@agroscope.admin.ch

2 : Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, CH-1260 Nyon

Au cours des 50 prochaines années, les épisodes de sécheresse vont augmenter sur une grande partie du continent européen (CH2011). Depuis 2014, la nouvelle politique agricole suisse octroie des primes aux exploitants qui affouragent leur bétail essentiellement avec de l'herbe. Les systèmes herbagers sont cependant connus pour être sensibles au déficit hydrique (LEMAIRE et PFLIMLIN, 2007).

Un essai a été conduit par Agroscope de 2009 à 2013 pour étudier l'aptitude de différentes cultures fourragères à valoriser l'eau. Il s'agissait en particulier d'évaluer l'effet de la disponibilité en eau sur le rendement et la concentration en minéraux des cultures. Les teneurs en éléments minéraux du sol ont été analysées à la fin de la période de l'essai. Cet essai livre quelques clés intéressantes pour une fertilisation raisonnée des cultures fourragères, en particulier des herbages.

1. Dispositif expérimental

L'essai a été réalisé à Prangins (Suisse), à 385 m d'altitude, sur un sol brun riche en calcaire (pH 8,0 ; 3,0% de matière organique ; 31% d'argile) d'une profondeur utile de 90 cm. Les précipitations annuelles au cours des 5 ans d'essai (2009–2013) ont varié de 700 à 1 200 mm. Le dispositif expérimental, de type split-plot, comprenait 4 variantes culturales : les 2 premières (V1 et V2) étaient composées de cultures en rotation sur 2 ans [maïs – orge – dérobée (luzerne et ray-grass d'Italie)], avec un décalage temporel d'une année entre elles. Les 2 autres variantes (V3 et V4) étaient des prairies temporaires qui se distinguaient par la fréquence d'utilisation (respectivement 8 et 5 coupes, correspondant à la fréquence de pâturage et de fauche). Ces 4 variantes étaient subdivisées en 2 sous-traitements : régime limité en eau (pluviométrie naturelle) et régime non limité en eau (pluviométrie naturelle + apports d'eau). Le déficit hydrique était mesuré à l'aide de tensiomètres et l'eau supplémentaire apportée au goutte à goutte. En 2010 et 2011, années particulièrement sèches, les apports d'eau ont représenté entre 300 et 500 mm selon les variantes culturales. La fertilisation a été apportée conformément aux normes suisses de fumure (SINAJ *et al.*, 2009), de manière identique entre sous-traitements.

Lors de chaque récolte, la biomasse a été pesée et le matériel végétal analysé relativement à ses teneurs en éléments minéraux. Les éléments minéraux dans le sol ont été analysés à la fin de l'essai sur l'ensemble des variantes culturales. L'effet du régime hydrique sur les teneurs des minéraux dans les végétaux et le sol a été mis en évidence à l'aide d'un test de Student t pour échantillons appariés.

2. Résultats

Le rendement moyen des cultures annuelles (V1 et V2) est plus stable face aux variations de disponibilité en eau que celui des prairies temporaires (V3 et V4 ; tableau 1). Ces dernières ont mieux valorisé l'irrigation que les cultures annuelles : augmentation moyenne de rendement de 34 % pour les variantes 3 et 4, contre un peu plus de 6 % pour les variantes 1 et 2. Pour la réponse à l'irrigation, les différences de rendement sont cependant significatives pour les 4 variantes.

Les **exportations d'éléments minéraux** figurent dans le tableau 1. Pour les situations V1 et V2, les prélèvements d'azote (N) et de magnésium (Mg) n'ont pas été influencés par le régime hydrique, alors que les prélèvements de potassium (K) et de phosphore (P) ont été plus importants dans les sous-variantes 'non-limité'. Pour les prairies temporaires (V3 et V4), les exportations ont systématiquement été plus élevées dans les sous-variantes 'non-limité'. En l'absence de stress hydrique, les exportations de N et de K des variantes 3 et 4 étaient supérieures à celles des variantes 1 et 2.

Chez les principales cultures des variantes 1 et 2 (orge et maïs plante entière), le régime hydrique n'a pas entraîné de différences dans les **teneurs en minéraux**, à l'exception du Mg pour le maïs : les concentrations de cet élément dans la plante étaient un peu plus faibles en conditions non limitantes en eau.

En ce qui concerne les prairies temporaires (V3 et V4), les teneurs en N étaient plus basses dans la sous-variante 'non-limité', mais l'écart était marginalement significatif ($P = 0,09$ pour V3 et $P = 0,06$ pour V4). Les teneurs en P et K dans cette même sous-variante étaient au contraire plus élevées, mais uniquement pour V3 ($P = 0,02$ pour P ; $P = 0,02$ pour K).

Tableau 1 – Rendement annuel en MS (t/ha) et exportations des minéraux pour les 4 variantes culturales (V1 à V4) ; moyennes 2009-2013 ; li = régime hydrique limité ; non-li = régime hydrique non limité.

		MS (t/ha)			N (kg/ha)			P (kg/ha)			K (kg/ha)			Mg (kg/ha)		
		li	non-li	P	li	non-li	P	li	non-li	P	li	non-li	P	li	non-li	P
Cér. + Maïs	V1	19.1	20.2	0.008	264	271	0.431	47.5	51.8	0.055	226	264	0.006	26.1	27.2	0.222
Maïs + Cér.	V2	15.7	16.7	0.015	235	236	0.661	39.2	42.6	0.039	204	232	0.010	21.3	21.2	0.907
Pâture	V3	7.7	10.3	0.004	216	286	0.006	30.4	42.8	0.005	246	359	0.002	19.5	26.3	0.009
Fauche	V4	9.7	13.0	0.001	252	315	0.021	33.8	46.6	< 0.001	283	400	0.000	25.6	33.8	0.003

En l'absence de stress hydrique, les plantes tendent à une consommation de luxe de K. Enfin, les teneurs en Mg n'ont pas été influencées par le régime hydrique. Au final, le régime hydrique n'a entraîné que peu de différences dans les concentrations en minéraux de l'herbe, l'essentiel des effets de l'irrigation se reportant sur le rendement. Les écarts dans les exportations de N et K entre variantes (tableau 1) s'expliquent donc avant tout par les différences de rendement.

Les teneurs en minéraux dans le sol à la fin de l'essai sont présentées au tableau 2. L'irrigation n'a eu aucun effet sur les teneurs en N, P et K des sols des variantes 1 et 2. Les seules différences observées concernent les teneurs en Mg, qui étaient un peu plus élevées en régime hydrique 'non-limité'. Pour les prairies temporaires, l'absence de stress hydrique a entraîné une baisse de N-total ($P < 0,10$) et surtout du K-échangeable, qui a été consommé en excès par les plantes (tableau 1). L'irrigation a vraisemblablement favorisé la libération du K dans les argiles. Tout comme pour les cultures annuelles, les teneurs en Mg-échangeable étaient plus élevées dans la sous-variante 'non-limité'. Cela pourrait s'expliquer par un effet d'antagonisme : la nature très calcaire du sol (teneurs élevées en CaO_3) limite probablement l'absorption du Mg, cet antagonisme étant plus marqué quand les conditions hydriques sont favorables.

Tableau 2 – Teneurs en éléments minéraux dans le sol à la fin de l'essai, pour N (g/kg MS) ainsi que P, K et Mg (mg/kg MS) pour les 4 variantes culturales (V1 à V4) ; valeurs pour l'horizon 0 – 20 cm ; li = régime hydrique limité ; non-li = régime hydrique non limité.

		N (g/kg MS)			P éch. (mg/kg MS)			K éch. (mg/kg MS)			Mg éch. (mg/kg MS)		
		li	non-li	P	li	non-li	P	li	non-li	P	li	non-li	P
Cér. + Maïs	V1	2.58	2.56	0.69	18.1	18.0	0.93	180.4	167.8	0.22	95.0	106.0	0.00
Maïs + Cér.	V2	2.63	2.56	0.24	20.5	20.7	0.95	188.0	181.5	0.53	95.7	108.5	0.01
Pâture	V3	2.72	2.67	0.07	18.9	15.8	0.14	183.4	149.8	0.06	101.3	110.0	0.02
Fauche	V4	2.79	2.73	0.10	18.9	17.2	0.19	146.6	131.5	0.01	99.9	108.7	0.02

Conclusions

En termes de rendement, les prairies temporaires ne parviennent pas à concurrencer les cultures annuelles + dérobée. Les résultats de cet essai confirment que les systèmes fourragers basés sur le maïs et la luzerne sont très productifs et que leur rendement n'est que peu affecté par les années sèches. Même en l'absence de stress hydrique, le rendement des prairies temporaires n'est jamais parvenu à égaler celui des cultures annuelles.

Les exportations des prairies sont plus élevées que celles des cultures annuelles. Ce constat, qui s'applique tout particulièrement à N et K, se traduit par une valeur azotée bien supérieure (moyenne de 265 g/kg MS pour les variantes en herbe contre seulement 140 g/kg MS pour les cultures annuelles). Dans l'ensemble, les valeurs observées dans cet essai correspondent aux prélèvements et aux rendements moyens qui figurent dans les normes de fumure suisses (SINAJ *et al.*, 2009). L'approche basée sur le calcul des besoins à partir du rendement (et qui présuppose que les teneurs en minéraux sont plus ou moins stables) est donc pertinente.

Les prairies profitent grandement des apports d'eau, avec des gains de rendement moyens de 30 à 40 %. L'irrigation, en tant que mesure d'intensification, doit cependant être raisonnée par rapport à la fertilité du sol à long terme. En effet, nos résultats suggèrent que l'irrigation accroît la minéralisation de la matière organique du sol par les microorganismes. Cet effet peut être préjudiciable lorsque les sols sont pauvres en matière organique. L'effet du rythme de coupe sur l'exportation des minéraux se manifeste essentiellement au travers des différences de rendement.

Références bibliographiques

- CH2011 (2011) : "Swiss Climate Change Scenarios CH2011", published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate and OcCC, Zurich, Switzerland, 88 pp, ISBN : 978-3-033-03065-7.
- LEMAIRE G., PFLIMLIN A. (2007) : "Les sécheresses passées et à venir : quels impacts et quelles adaptations pour les systèmes fourragers ?", *Fourrages*, 190, 163-180.
- SINAJ S., RICHNER W., FLISCH R., CHARLES R. (2009) : "Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages", *Revue suisse Agric.*, 41 (1), 2009.