

Quels sont les effets de la sécheresse sur la production fourragère en Suisse et quelles pratiques les agriculteurs peuvent-ils adopter pour faire face au manque d'eau ?

P. Mariotte¹, R. Frick¹, A. Vitra^{2,3}, M. Meisser⁴, M. Probo¹

1 : Agroscope, Groupe Systèmes Pastoraux, Route de Duillier 50, 1260 Nyon, Switzerland.

2 : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Faculté de l'Environnement Naturel, Architectural et Construit, Laboratoire des Systèmes Ecologiques (ECOS), Station 2, 1015 Lausanne, Switzerland.

3 : Institut Suisse de Recherche Fédérale sur la Forêt, la Neige et le Paysage (WSL), Site Lausanne, Case postale 96, 1015 Lausanne, Switzerland.

4 : Mandaterre, 1400 Yverdon-les-Bains, Switzerland.

Résumé

En Suisse, où les herbages occupent 70% des surfaces agricoles utiles avec une production laitière presque exclusivement dépendante de la production fourragère indigène, les changements climatiques actuels et à venir représentent une menace majeure pour l'économie agricole. Des recherches sur les prairies permanentes de Suisse romande, exploitées de façon extensive, mettent en évidence la bonne résistance des communautés végétales à la sécheresse en début de croissance végétale. En revanche, lorsque la sécheresse survient plus tard dans la saison, les pertes de rendement fourrager sont considérables (25 à 89 % selon les sites). Dans ces prairies, l'intensification d'utilisation ne semble pas être une option viable pour augmenter les rendements fourragers et peu d'options sont disponibles pour pallier à la sécheresse. En prairie temporaire, les possibilités d'adaptation à la sécheresse sont plus larges et principalement liées au choix de la composition botanique à installer. De nouveaux mélanges, incluant des espèces tolérantes à la sécheresse, comme la fétuque élevée, la luzerne et le sainfoin, sont prometteurs. Combinés à des cultures annuelles ou dérobées, qui incluent de nouvelles espèces comme le sorgho, ces mélanges peuvent en général assurer le maintien des rendements des prairies temporaires pendant les épisodes de sécheresse.

Introduction

La production fourragère représente une partie très importante de l'économie agricole suisse, que ce soit pour la pâture ou la production de fourrage conservé. En effet, 70% des surfaces agricoles utiles sont occupées par des herbages (730000 ha, OFS 2019), divisées entre prairies permanentes (env. 85%) et temporaires (env. 15%). En Suisse, le pourcentage de concentrés dans l'alimentation des vaches laitières est l'un des plus faible d'Europe, correspondant à environ 100 g par kilo de lait (données SwissMilk). En retour, ces pratiques assurent un lait de qualité, déterminant pour la production de produits laitiers à haute valeur économique. Ces considérations renforcent l'importance de la production fourragère suisse et la nécessité d'avoir des rendements suffisants et de qualité satisfaisante. En raison des changements climatiques actuels et à venir, principalement liés à la sécheresse, la production fourragère suisse est fortement menacée. Trouver des solutions pour maintenir la production fourragère et assurer la durabilité des exploitations agricoles est l'un des plus grands défis de ces dernières années. Les recherches scientifiques récentes se sont donc penchées sur ces problèmes et cherchent à mieux comprendre les mécanismes de résistance des prairies à la sécheresse ainsi que les différents facteurs qui peuvent influencer les pertes de rendements fourragers. Que ce soit en prairies permanentes qui occupent la majeure partie de la production ou en prairies temporaires, qui peuvent apporter des rendements supplémentaires conséquents mais nécessitent plus d'investissement en termes de main d'œuvre (travail du sol, semis, entretien) et de coûts (semences, intrants, mécanisation), les enjeux de ces recherches sont très importants et peuvent contribuer à l'amélioration des pratiques et au maintien des exploitations agricoles suisses.

1. Production fourragère des prairies permanentes en conditions de sécheresse

Les rendements des prairies permanentes peuvent être très impactés par les réductions importantes des pluies lors de la saison de croissance végétale (Mosimann et al., 2012). L'effet de la sécheresse est cependant fortement dépendant des **variations climatiques saisonnières et interannuelles** (Gilgen et Buchmann 2009), ainsi que du **stade de croissance** des plantes, de la composition botanique de la prairie (Kahmen et al., 2005) et de **l'intensité d'utilisation** (Deléglise et al., 2015). La période durant laquelle survient la sécheresse pendant la saison, ainsi que les températures pendant la période sèche, peuvent aussi jouer un rôle significatif sur la productivité des prairies. Ces facteurs qui interagissent avec la diminution des pluies ont pourtant été très peu étudiés jusqu'à présent.

1.1 Protocole expérimental de suivi des effets de la sécheresse

Pour tester l'impact de la période de sécheresse pendant la saison de végétation ainsi que les conditions climatiques sur la réponse des prairies à la sécheresse, nous avons mis en place le même protocole expérimental sur **trois prairies permanentes** le long d'un gradient altitudinal (incluant un gradient de température et précipitations) (en figure 1 la modélisation de la croissance) allant de Chésereux (CH, 540 m), à St George (SG, 940 m) et jusqu'à Trois-Chalets (TC, 1330 m), qui représente bien les différentes situations rencontrées au pied et sur la chaîne du Jura. Sur chaque site, 5 tunnels (12 m x 6 m, 3 m de hauteur) couverts sur le dessus et ouverts sur les côtés ont été installés pour intercepter les précipitations sans modifier les températures de l'air (5 répétitions par site). Sous ces tunnels, 6 placettes de 4 m x 0.9 m ont été délimitées et attribuées à un traitement expérimental parmi les choix suivant : **témoin sans sécheresse**, **sécheresse en début de saison** de végétation, **sécheresse en milieu de saison** de végétation, soit en **utilisation plutôt extensive** de la prairie (3 coupes par an, tous les 2 mois dès le début de croissance) soit en **utilisation intensive** (6 coupes par an tous les mois dès le début de croissance), suivi pendant 2 ans (2015 et 2016). Les placettes témoin ont été arrosées manuellement avec des quantités d'eau calculées selon la moyenne des précipitations des 30 dernières années. Les placettes en sécheresse ont été arrosées avec seulement 30% des précipitations données aux placettes témoins (scénario intermédiaire pour la Suisse) pendant la période de sécheresse (soit en début ou milieu de saison de croissance). Dû à la saison de croissance réduite en altitude, seulement 2 coupes en extensif et 4 coupes en intensif ont été effectuées sur le site TC. Seuls les rendements de début et milieu de saison sont indiqués dans cet article, ceux de fin de saison étant négligeables et non influencés par la sécheresse. La fertilisation était similaire pour les deux utilisations. Des informations complémentaires sur le protocole sont disponibles dans Vitra et *al.*, (2019) et Meisser et *al.*, (2019).

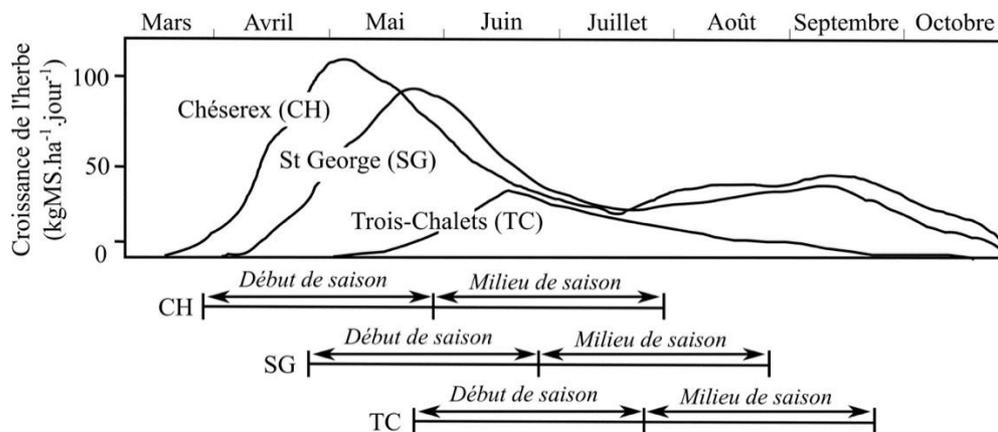


FIGURE 1 : **Modélisation de la croissance de l'herbe et périodes de simulation de sécheresse** (soit en début soit en milieu de saison de croissance) sur les trois sites expérimentaux.

1.2 Impact des variations climatiques saisonnières et interannuelles sur la réponse des prairies à la sécheresse au cours de la saison de croissance végétale

Après deux années de mesure (2015 et 2016), les résultats de notre étude montrent que la période pendant laquelle survient la sécheresse influence fortement la réponse des prairies extensives à la sécheresse. En effet, et ce pour les trois prairies sur le gradient altitudinal et les deux années, le rendement fourrager n'a pas été impacté par la sécheresse quand celle-ci survient en début de saison de végétation (Figure 2A, correspondant à la 1^{ère} coupe) mais a été fortement réduit lorsque la sécheresse survient en milieu de saison (Figure 2B, correspondant à la 2^{ème} coupe). Il est probable qu'en début de saison, des stocks d'eau accumulés dans le sol pendant l'hiver (et après la fonte des neiges) assurent une disponibilité en eau satisfaisante au départ de la croissance végétale, couplé à des températures relativement douces à cette période de l'année qui réduisent l'évapotranspiration. En revanche, les stocks d'eau semblent devenir limités plus tard dans la saison. De plus la sécheresse de milieu de saison coïncide avec des températures beaucoup plus élevées (début ou milieu de l'été). Pendant les deux années de mesures, la **diminution de rendement pendant la 2^{ème} coupe** (sécheresse en milieu de saison) variait **de 25 à 89%** (Figure 2B) avec des effets plus marqués en 2015 dans les prairies de plus faible altitude (CH et SG) ; ceci en raison des températures estivales plus élevées par rapport à 2016 sur ces deux sites (Vitra et al. 2019) qui augmentent la demande évaporative pour les plantes et donc le stress hydrique. Le site SG était le plus impacté par la sécheresse pendant les deux années de mesures, probablement en raison **d'un sol peu profond** (45 cm) par rapport aux autres sites (90 cm), ce qui limite l'accès des racines à un stock d'eau en profondeur (Meisser et *al.*, 2019).

Des mesures complémentaires ont montré que les pertes de rendement observés sur les trois sites étaient dues à des changements de **traits fonctionnels** des espèces dominantes (Vitra *et al.*, 2019), principalement liés à une baisse de la surface foliaire et une perte de conductivité hydraulique dans la tige, mais aussi à des modifications du **cycle de l'azote et du phosphore** au niveau des plantes, du sol et des microbes (Meisser *et al.*, 2018, 2019). En revanche, malgré quelques différences dans la composition botanique des trois prairies, nous n'avons observé aucun changement significatif de la composition suite à la sécheresse, que ce soit au début ou milieu de saison, ce qui est probablement lié à la durée assez courte de l'expérience (2 ans).

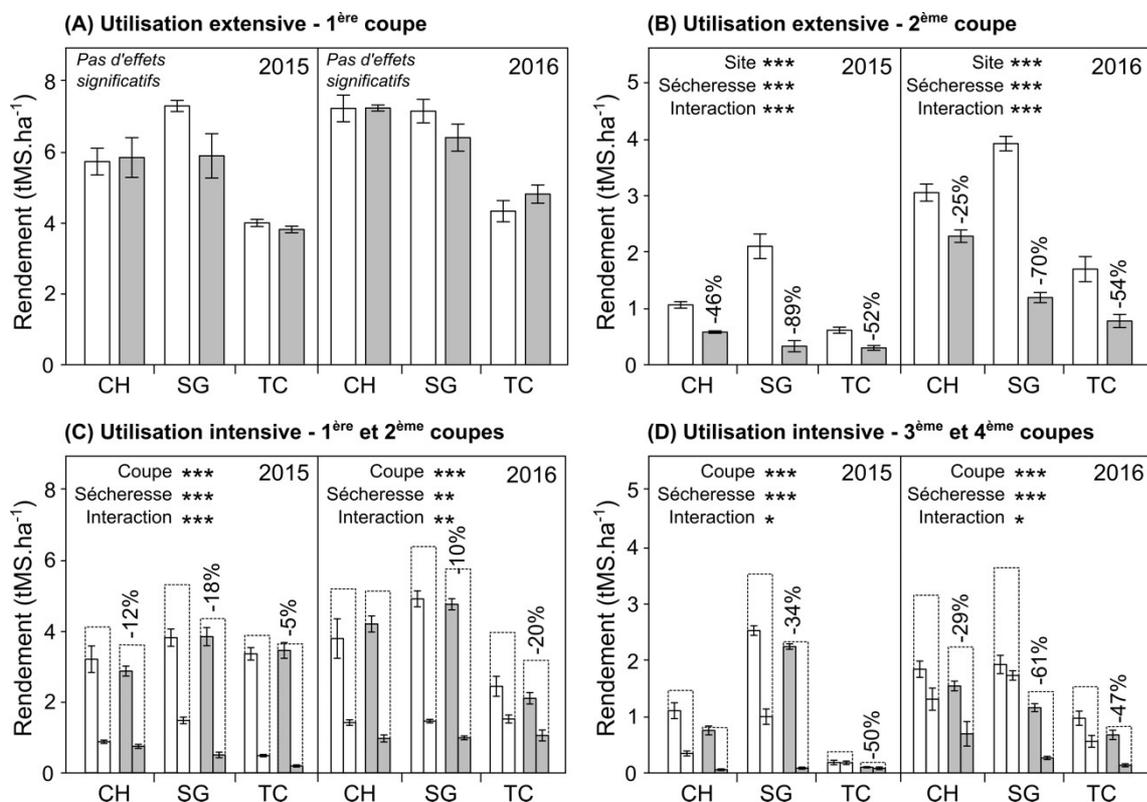


FIGURE 2 : Rendement de trois prairies permanentes le long d'un gradient d'altitude (CH : 540 m, SG : 940 m, TC : 1330 m) en condition témoin (barre vides) et de sécheresse (barres grisées) lorsque la sécheresse survient au début de la saison de végétation (A, 1^{ère} coupe ; C, 1^{ère} et 2^{ème} coupe) ou plus tard dans la saison (B, 2^{ème} coupe ; D, 3^{ème} et 4^{ème} coupes) et lorsque la prairie est utilisée de façon plutôt extensive (3 coupes par an, A et B) ou intensive (6 coupes par an, C et D). Les résultats statistiques les plus importants sont indiqués pour chaque graphique (* P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001). Pour l'utilisation intensive (C et D, 2 coupes), les barres en pointillés correspondent à la somme de rendement des deux coupes, comme point de comparaison avec l'utilisation extensive (A et B, 1 coupe) et les pourcentages correspondent à la baisse de rendement engendrée par la sécheresse.

Nos résultats soulignent l'importance des variations climatiques saisonnières et interannuelles qui, en interaction avec le stade de croissance de la végétation, influencent fortement les rendements en condition de sécheresse, peu importe l'altitude considérée. Les rendements à la 2^{ème} coupe, qui correspondent à la repousse de la prairie ont **diminué au moins de moitié en condition de sécheresse pour l'utilisation extensive**, ce qui peut avoir des répercussions importantes sur les besoins en fourrage. Par contre, la sécheresse semble avoir très peu d'effets sur les rendements des prairies en début de saison (avril à mi-juin), ce qui est plutôt rassurant sachant que la majeure partie de la production fourragère est produite à la 1^{ère} coupe (entre 4 et 7.5 tMS.ha⁻¹ selon l'altitude). Une grande partie des prairies au pied et sur la chaîne du Jura possède une **diversité en espèces relativement élevée** (10 à 35 par m² espèces selon l'altitude) par rapport à d'autres pays d'Europe, ce qui de manière générale confère une bonne **résistance à la sécheresse**, en raison de la complémentarité entre espèces résistantes et sensibles au manque d'eau (Mariotte *et al.*, 2013).

1.3 Impact de l'intensification sur la réponse des prairies à la sécheresse

Nos résultats expérimentaux montrent tout d'abord qu'une **utilisation plus intensive** des trois prairies permanentes de notre étude fournit des **rendements inférieurs ou similaires** à l'exploitation plus extensive dans les conditions témoins pour les deux années de mesures (Figure 2C, D ; à l'exception du site SG en milieu de saison de végétation, 3^{ème} et 4^{ème} coupe). De même que pour l'utilisation plus extensive, les rendements totaux (somme 1^{ère} et 2^{ème} coupes) de début de saison de croissance en utilisation intensive ne sont pas impactés par la sécheresse.

Cependant, alors que les rendements de la 1^{ère} coupe ne sont pas impactés par la sécheresse, ceux de la 2^{ème} coupe diminuent de façon significative en condition sèche (Figure 2C), ce qui peut induire des **problèmes d’approvisionnement réguliers en fourrage**.

Quand la sécheresse intervient plus tard dans la saison, ses effets se font ressentir aussi bien sur la 3^{ème} que sur la 4^{ème} coupe (avec des effets plus importants sur la 4^{ème} coupe), ce qui de manière générale induit une **baisse des rendements allant de 29 à 61%** selon les sites et les années de mesures (Figure 2D).

Même si les pertes de rendements en condition de sécheresse sont similaires en utilisation extensive et intensive, les bénéfices de l’intensification des prairies permanentes dans le contexte climatique à venir ne sont pas avérés puisque l’utilisation plus intensive des prairies permanentes ne fournit pas de rendements plus importants que l’utilisation plus extensive et engendre des coûts plus élevés. Dans notre étude, l’utilisation intensive était liée à des coupes de fourrage fréquentes (6 coupes à 1 mois d’intervalle) et la sécheresse simulée correspondait à un scénario intermédiaire. Dans d’autres études, il a été démontré que **l’intensification augmentait fortement les effets négatifs de la sécheresse** lorsque l’utilisation intensive correspond à de la **pâturage** (Deléglise et al., 2015) ou lors d’une **sécheresse plus intense** (Vogel et al., 2012).

2. Adaptation des pratiques en réponse aux sécheresses de plus en plus fréquentes.

En prairie permanente, les adaptations à la sécheresse consistent à limiter l’intensité d’utilisation ou à décaler les fauches pour optimiser les rendements en dehors de la saison sèche mais aussi à arroser la prairie en cas de sécheresse de longue durée, quand ceci est bien sûr possible (contraint par l’accès et la disponibilité de l’eau). Alors que les adaptations en conditions de sécheresse restent limitées en prairies permanentes, davantage de possibilités sont offertes pour la gestion des prairies temporaires. Les prairies temporaires sont aussi vulnérables à l’augmentation des températures et la diminution des précipitations (surtout en été) causées par le réchauffement climatique. La croissance des espèces fourragères peut ainsi être fortement réduite, avec des répercussions sur les **rendements et la composition botanique** de la prairie. En prairie temporaire, les possibilités d’adaptation à la sécheresse sont principalement liées au **mélange** à installer. 2.1 Espèces résistantes à la sécheresse en prairie temporaire

Pour prévenir au mieux les risques liés à la sécheresse en prairie temporaire, la stratégie à suivre consiste à mettre en place des mélanges qui contiennent des espèces plus tolérantes aux conditions sèches. Par exemple, le tableau 1 montre les caractéristiques de quelques espèces fourragères liées à la sécheresse.

TABLEAU 1 : Propriétés de certaines espèces fourragères par rapport à la sécheresse.

Espèce / Critère :	Graminées						Légumineuses				
	Ray-grass d'Italie	Ray-grass anglais	Dactyle	Fétuque élevée	Fromental	Brome fourrager	Trèfle blanc	Trèfle violet	Luzerne	Sainfoin	
Sécheresse estivale (stress hydrique)											<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Très bon Bon Moyen Faible </div>
Hautes températures (canicule)											
Facilité d'implantation (lit de semences, semis, levée)											
Répartition saisonnière de la croissance											
Persistance et longévité											

Parmi les graminées, **le dactyle** est la première espèce importante à être mentionnée. Il a une grande faculté d’adaptation, lui permettant de se développer dans diverses conditions de climat, de sol (sauf sols hydromorphes) et d’exploitation (même si pâturage difficile au 1^{er} cycle). On apprécie surtout sa bonne résistance à la sécheresse, ainsi que sa productivité. Le dactyle est utilisé dans plusieurs mélanges (3 ans et longue durée), dans lesquels il remplace par exemple une partie du ray-grass anglais afin de les rendre plus résistant au sec. **La fétuque élevée** est une graminée d’une très bonne rusticité qui est bien adaptée à de nombreuses situations. Après le semis, elle s’installe lentement. Sa force de concurrence est faible au début mais devient ensuite plus forte avec chaque utilisation. Elle est très productive et son rendement est bien réparti tout au long de l’année. Grâce à son enracinement profond, **le fromental** est une autre graminée qui résiste bien aux périodes sèches. Des situations chaudes et ensoleillées lui conviennent. Il exige un sol bien perméable et préfère les terres légères, profondes et riches en éléments nutritifs. Pour obtenir une bonne persistance, deux à trois coupes par an sont optimales.

Le brome fourrager (brome cathartique et sitchensis) se caractérise par une bonne croissance à température élevée, et étant bien adapté à la fauche, il est un partenaire intéressant de la luzerne. Le brome exige des sols filtrants sans excès d’eau. Il est sensible au froid, surtout pour le cathartique, et ne se prête pas en altitude. Actuellement, le brome n’est pourtant pas utilisé dans les mélanges standards en Suisse.

Parmi les légumineuses, plusieurs espèces méritent d'être soulignées en lien avec la sécheresse. Grâce à son bon enracinement, **le trèfle violet** résiste assez bien aux périodes sèches. Concurrentiel, productif et peu sensible au froid, cette légumineuse s'associe facilement à diverses graminées. Contrairement à la luzerne, il performe aussi bien durant les années pluvieuses, ce qui le rend intéressant lors d'alternance d'années sèches et pluvieuses. **La luzerne** est sans doute la culture fourragère prédestinée pour les régions présentant des risques de sécheresse marquée. Elle possède une racine pivotante qui va chercher l'eau profondément dans le sol, ce qui lui permet de résister aux périodes de sécheresse. La luzerne maintient ainsi sa production végétale quand les autres plantes fourragères ont cessé leur croissance à cause de la sécheresse. Pour améliorer sa persistance, il est recommandé de la laisser fleurir au moins une fois par an. La luzerne est très sensible aux conditions humides, en particulier lors de son installation. Elle préfère les terres profondes, perméables et fertiles. Des coupes rases et le piétinement du bétail peuvent lui être fatals. Sous conditions idéales, la luzerne se cultive souvent en pur. Pour tous les autres cas, on recommande des mélanges à base de luzerne et de graminées qui garantissent une meilleure productivité sur la durée. Le **sainfoin** et le **lotier corniculé** sont deux autres légumineuses présentant une bonne résistance à la sécheresse. Les deux espèces conviennent pour une exploitation plutôt extensive et sont des plantes non météorisantes en raison de leur richesse en tannins condensés. Elles peuvent être cultivées en association avec des graminées (dactyle, fromental, fétuque des prés).

2.2 Mélanges adaptés aux conditions de sécheresse

Selon Hofer et *al.*, (2016), au moment d'une sécheresse, les légumineuses sont plus intéressantes que les graminées, mais elles cessent également de croître au bout d'un certain temps. En revanche, les graminées sont plus résilientes. D'autre part, les associations de graminées et de légumineuses produisent davantage que la meilleure des monocultures, même en présence d'un stress hydrique sévère. Ce constat souligne l'importance d'utiliser des mélanges plutôt que des cultures pures. En Suisse, une liste nationale de mélanges recommandés offre une sélection de 40 mélanges. Ces mélanges ont été développés par les **stations de recherche d'Agroscope** et sont disponibles dans le commerce des semences sous l'appellation « standard ». Ces mélanges sont munis d'un label de qualité « **ADCF** » (**Association pour le Développement de la Culture Fourragère, www.adcf.ch**), qui garantit la présence de variétés recommandées, une recette définie pour la composition et une qualité supérieure des semences.

En se référant sur l'offre des mélanges standards (Mst) suisses (Figure 3), quelques variantes de mélanges fourragers appropriées pour la sécheresse peuvent être choisies, en fonction de l'emplacement parcellaire. Pour les situations en plaine, il est déjà recommandé de donner préférence aux mélanges contenant du dactyle : Mst 330/430 au lieu du Mst 340/440. Dans les régions qui sont régulièrement marquées par des périodes sèches, les mélanges du type « M » à base de trèfle violet et du type « L » à base de luzerne – tous pour la fauche – sont les plus prometteurs. A mentionner surtout les Mst 300 et 310 (avec dactyle) pour les mélanges « M » et les Mst 320 (zones favorables aux ray-grass) et 325 (zones spécialement sèches en plaine) pour les mélanges « L ». Pour la pâture intensive en plaines en régions sèches, le Mst 462 avec de la fétuque élevée est à recommander. Pour les zones défavorables aux raygrass, les Mst 301 (avec dactyle et fromental) du type « M » et le Mst 323 (plutôt en altitude) du type « L » sont à favoriser ; ainsi que les Mst 431 (avec dactyle) et 442 (avec fétuque élevée) pour les prairies de longue durée.

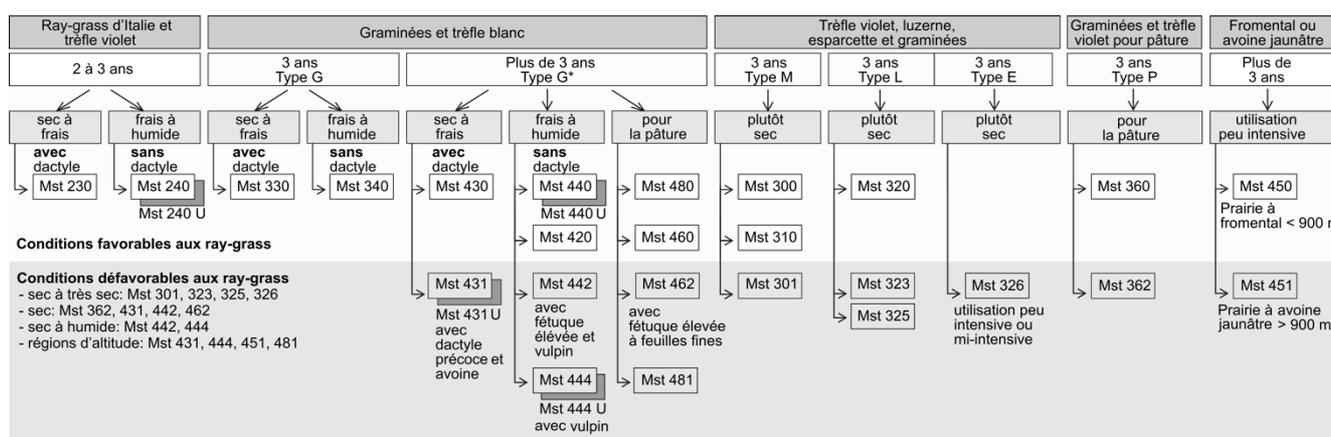


FIGURE 3 : Choix d'un mélange standard selon la durée de culture et les conditions naturelles.

Ces dernières années, quelques nouveautés ont été développées qui présentent également des atouts intéressants par rapport à la tolérance aux conditions sèches :

Le **Mst 462** est composé de trèfle blanc et de plusieurs graminées pour la pâture intensive (fétuque élevée, raygrass anglais, pâturin de prés). Les nouvelles variétés de fétuque élevée à feuilles fines assurent une bonne tolérance au sec et garantissent une meilleure valorisation du fourrage.

La fétuque élevée présente une croissance régulière pendant toute la saison et se prête bien pour la pâture intégrale. Le ray-grass anglais et le pâturin des prés renforcent la densité et le potentiel de production. Ce mélange est une alternative très intéressante au Mst 460 et comble ainsi parfaitement la lacune dans les conditions sèches (Mosimann et al. 2013).

Les **Mst 360** et **362** sont deux nouveaux mélanges à base de graminées et de trèfle violet pour la pâture pour une durée de trois ans. Ils ont pu être créés depuis qu'une nouvelle variété de trèfle violet du type « pâture » est disponible. Grâce à sa croissance étalée, cette variété supporte bien la pâture. Le Mst 360 est conçu pour les conditions fraîches tandis que le Mst 362 (avec de la fétuque élevée) se prête plutôt aux conditions sèches (Suter et al. 2017).

Le **Mst 326** est un nouveau mélange à base de sainfoin et de graminées. Des nouvelles sélections de sainfoin ont été associées à des graminées tolérantes à la sécheresse (dactyle, fromental, fétuque des prés). Ce mélange fournit de bons rendements riches en protéines. De plus, grâce au sainfoin, il contient des teneurs élevées en tannins condensés, ce qui le rend particulièrement intéressant pour les petits ruminants. Une utilisation extensive (trois coupes par année) sans fumure azotée lui est favorable. Il se cultive bien dans des lieux bien ensoleillés, secs et sur sol calcaire (Frick 2018).

3. Quelle stratégie pour s'assurer contre les problèmes de sécheresse dans la pratique ?

Pour se protéger contre les risques liés à la sécheresse, la stratégie à suivre consiste donc à mettre en place des **mélanges tolérants au sec** sur une partie des surfaces destinés à la production fourragère. Au lieu de faire le choix en fonction des conditions de croissance moyenne, on donne la préférence à un ou deux mélanges tolérants au sec sur une partie des surfaces à ensemercer, afin de prévenir les situations où les années sèches alternent avec les années pluvieuses. Cette proportion devrait se situer entre un quart et un tiers de la surface totale. Cette part est à considérer comme règle approximative et doit être adaptée selon la situation spécifique de l'exploitation. Concrètement, il est par exemple possible de semer le Mst 330 à la place du Mst 340 sur la majeure partie de la surface. De plus, sur un quart de la surface totale, on choisit le Mst 300, bien plus résistant au sec. Pour les parcelles qui se prêtent bien à la luzerne (sol profond et drainant, pH neutre à alcalin), un mélange standard du type « L » de 3 ans peut aussi être intéressant, ceci pour s'assurer des bons rendements pendant des périodes estivales sèches. Lorsqu'il s'agit d'une prairie pâturée, le Mst 460 pour conditions plutôt humides, est remplacé par le Mst 462, plus robuste à la sécheresse grâce à fétuque élevée (Frick 2019).

3.1 Limites et contraintes à respecter

Il faut néanmoins être conscient que ces mélanges qui servent d'assurance impliquent un certain **nombre de contraintes**. Le Mst 300 qui contient une part importante de trèfle violet et le Mst 320 composé de luzerne sont non seulement moins polyvalents concernant le mode d'utilisation (fauche exclusivement), mais également moins adaptés à la conservation sous forme de foin ou regain par rapport au Mst 330 composé de graminées et de trèfle blanc. De même, le Mst 462 nécessite plus d'attention lors de la conduite de la pâture que le Mst 460, car la fétuque élevée peut occasionner davantage de refus aux parcs si le régime de pâture n'ait pas suffisamment strict. En cas de sécheresse, ces contraintes sont largement compensées. Dans de telles conditions, ces mélanges robustes restent les seules à produire encore du fourrage (Frick 2019).

3.2 Comment diversifier les prairies temporaires pour affronter le défi de la sécheresse ?

Il existe donc, comme mentionné ci-dessus, plusieurs mélanges standards qui sont adaptés aux conditions sèches. Les mélanges proposés actuellement aux agriculteurs sont ceux contenant des légumineuses (mélanges 3 ans à base de luzerne et trèfle violet), de la fétuque élevée et du dactyle. Néanmoins, ces quelques mélanges ne suffiront pas pour faire face aux problèmes de sécheresse de plus en plus accentués. En raison du fort potentiel de production en début et fin de saison, même dans des années sèches, **les cultures annuelles** sont susceptibles de devenir de plus en plus importantes, même si les aléas climatiques et ravageurs des cultures sont aussi à prendre en compte.

Le **maïs plante entière**, utilisé en vert pendant l'été ou au début de l'automne, reste un pilier pour de nombreuses exploitations, en raison de la constance de sa valeur nutritive et de ses rendements. D'autres cultures suscitent cependant l'intérêt, comme le **sorgho mono- ou multi-coupes, le Moha et les mélanges de céréales immatures** et de protéagineux (météils).

Le sorgho permet d'obtenir des rendements comparables à ceux du maïs mais avec des teneurs inférieures en énergie. Cette culture, peu exigeante à l'exception de la chaleur, pourrait trouver sa place à long terme, en cas de changement climatique conséquent. Actuellement, des études avec des essais sont en cours pour associer d'une part des variétés de sorgho mono-coupes au maïs (culture mixte pour l'ensilage). D'autre part, des essais ont été mis en place afin de créer des associations sorgho-légumineuses dans le but d'obtenir des dérobées d'un fourrage productif et équilibré au niveau des teneurs. Ces semis se font en deuxième culture, après une céréale d'automne par exemple.

Les premiers résultats sont positifs et suggèrent de poursuivre les efforts dans cette direction. Il reste encore des questions ouvertes à propos de la conservation, de la qualité fourragère pour l'ensilage et de la pâture (teneurs élevées en acides cyanhydriques). Du fait de l'allongement de la durée de végétation, **les cultures dérochées** prendront généralement de l'importance. Les deux principaux mélanges actuellement utilisés sont le **Mst 101** (avoine – pois – poisette) et le **Mst 106** (trèfle d'Alexandrie et ray-grass d'Italie). A l'avenir, des espèces comme le Moha, l'avoine rude et d'autres espèces pourraient être cultivées en association avec du trèfle d'Alexandrie ou d'autres légumineuses.

Conclusion

Le réchauffement climatique constitue un **défi majeur** pour la production fourragère des prairies permanentes et temporaires en Suisse. En **prairie permanente**, les recherches scientifiques commencent seulement à comprendre les mécanismes de résistance à la sécheresse et peu de recommandations ont jusqu'à maintenant été développées pour lutter contre les manques d'eau. Les pratiques évoluent naturellement vers le **décalage des fauches** dans le temps pour optimiser les rendements en dehors de la saison sèche, par exemple en fauchant plus précocement la prairie à la 1^{ère} coupe pour laisser davantage de temps de repousse avant la sécheresse estivale et **maximiser le rendement de la 2^{ème} coupe**. En **prairie temporaire**, la philosophie traditionnelle avec des **mélanges standards composés de plusieurs espèces de légumineuses et de graminées** offre fondamentalement de bonnes conditions pour pouvoir affronter ces différentes situations peu prévisibles. L'offre très variée de différents mélanges standards donne à l'agriculteur l'opportunité de s'assurer dans une certaine mesure contre les imprévus, en choisissant des mélanges de composition différente pour conditions « moyennes » et « sèches ». Pour éviter des pertes de rendement trop importantes, on recommande d'utiliser des mélanges conçus pour la sécheresse sur **un quart ou un tiers des surfaces** à ensemercer. La recherche est mise au défi d'optimiser les mélanges existants et même de concevoir de **nouveaux mélanges** encore mieux adaptés aux **situations de sécheresse**. Les situations de forte sécheresse pénalisent aussi la création de nouvelles prairies et les techniques pour **la mise en place** doivent aussi être repensées. **Les cultures annuelles et les cultures de dérochées** prendront de plus en plus d'importance les années où la sécheresse est prononcée. Il est pour cela nécessaire de tester de nouvelles espèces de plantes originaires de régions chaude et sèches, telles que le sorgho, le Moha, l'avoine rude, et de développer ainsi des mélanges appropriés pour l'utilisation fourragère.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DELEGLISE C., MEISSER M., MOSIMANN E., SPIEGELBERGER T., SIGNARBIEUX C., JEANGROS B., BUTTLER A. (2015) : "Drought-induced shifts in plants traits, yields and nutritive value under realistic grazing and mowing managements in a mountain grassland", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 213, 94–104.
- FRICK R. (2018) : "Le sainfoin, une plante fourragère intéressante pour les petits ruminants", *Forum petits ruminants* 3, 10-13.
- FRICK R. (2019) : "Choisir le bon mélange pour mieux s'assurer contre les aléas de la météo", *Agri*, 28, 16.
- GILGEN A.K., BUCHMANN N. (2009): "Response of temperate grasslands at different altitudes to simulated summer drought differed but scaled with annual precipitation", *Biogeosciences*, 6, 2525-2539.
- HOFER D., SUTER M., HAUGHEY E., FINN J.A., HOEKSTRA N.J., BUCHMANN N, LÜSCHER A. (2016) : "Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought", *Journal of Applied Ecology*, 53, 1023-1034.
- KAHMEN A., PERNER J., BUCHMANN N. (2005): "Diversity-dependent productivity in semi-natural grasslands following climate perturbations", *Functional Ecology*, 19, 594–601.
- MARIOTTE P., VANDENBERGHE C., KARDOL P., HAGEDORN F., BUTTLER A. (2013): "Subordinate species enhance community resistance against drought in seminatural grasslands", *Journal of Ecology*, 101, 763–773.
- MEISSER M., VITRA A., STEVENIN L., MOSIMANN E., MARIOTTE P., BUTTLER A. (2018) : "Impacts de la sécheresse sur le fonctionnement des systèmes herbagers", *Recherche Agronomique Suisse*, 9, 82-91.
- MEISSER M., VITRA A., DELEGLISE C., DUBOIS S., PROBO M., MOSIMANN E., BUTTLER A., MARIOTTE P. (2019) : "Nutrient limitations induced by drought affect forage N and P differently in two permanent grasslands", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 280, 85–94.
- MOSIMANN E., MEISSER M., DELEGLISE C., JEANGROS B. (2012) "Potentiel fourrager des pâturages du Jura", *Recherche Agronomique Suisse*, 3, 516–523.
- MOSIMANN E., FRICK R., SUTER D. (2013) : "Révision des mélanges standard pour la production fourragère : Mst 462 – un nouveau mélange standard pour la pâture", *Journée scientifique interne à Agroscope-Changins*, novembre 2013 (présentation orale et poster).
- OFS, OFFICE DE LA STATISTIQUE (2019) : "Relevé des surfaces agricoles 2018", Office de la statistique, numéro gr-f-07.02.02.01.01.
- SUTER D., ROSENBERG E., MOSIMANN E., FRICK R. (2017) : "Mélanges standard pour la production fourragère: Révision 2017-2020", *Recherche Agronomique Suisse*, 8, 1-16.
- VITRA A., DELEGLISE C., MEISSER M., RISCH A., SIGNARBIEUX C., DELZON S., BUTTLER A., MARIOTTE P. (2019) "Responses of plant leaf economic and hydraulic traits mediate the effects of early- and late season-drought on grassland productivity", *AoB PLANTS*, plz023.
- VOGEL A., SCHERER-LORENZEN M., WEIGELT A. (2012) "Grassland resistance and resilience after drought depends on management intensity and species richness", *PLoS One*, 7, e36992.