

Le trèfle Kura : une légumineuse pour pâturages permanents

Guillaume Laberge
Philippe Seguin

Département de sciences végétales,
Campus Macdonald,
Université McGill,
21111 Lakeshore,
Ste Anne-de-Bellevue,
QC H9X3V9, Canada
<glaber@po-box.mcgill.ca>
<philippe.seguin@mcgill.ca>

Résumé

Le trèfle Kura (*Trifolium ambiguum* M.B.) est une légumineuse fourragère de haute qualité nutritive destinée à un usage au pâturage. Cette plante originaire du Caucase est remarquable de par sa rusticité et sa persistance. Son potentiel agronomique est présentement étudié dans de nombreuses régions tempérées. Le trèfle Kura développe un système imposant de rhizomes par lequel il se multiplie et perdure. Ses rendements, inférieurs à ceux des autres légumineuses les deux premières saisons de croissance, augmentent au cours des premières années alors que la culture s'établit, puis va surpasser les rendements de plusieurs autres légumineuses autour de la troisième saison de croissance en pâturages. Des problèmes d'établissement ont jusqu'à récemment limité l'utilisation du trèfle Kura. Cependant, ces problèmes semblent maintenant pouvoir être résolus par l'utilisation de nouvelles souches de rhizobiums plus efficaces, de cultivars plus compétitifs, et de techniques de semis appropriées.

Mots clés : productions végétales ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Kura clover: a legume for permanent pastures.

Kura clover is an exceptionally persistent forage legume with a high nutritional quality. Persistence is a characteristic that is lacking with many legumes currently used in temperate environments. The extensive roots and rhizomes system of Kura clover acts as a carbohydrate reserve during periods of stress allowing it to recover from grazing disturbances. Establishment problems have so far prevented a wide utilization of this species, but the use of new more efficient rhizobial strains, of more competitive cultivars, and of appropriate seeding techniques can now minimize these problems. Kura clover is a winter-hardy plant that can grow under various edaphic conditions. In addition to its rhizomes, this perennial forage species develops a deep taproot conferring it drought resistance. It is also more resistant to poor drainage than red clover and white clover. Kura clover has the reputation of being a species resistant to many of the diseases and pests commonly affecting other forage legumes; however these claims must be taken with caution. As Kura clover is slow to establish, it thus has lower forage yields in the first two years when compared to other legumes, often producing <math><500 \text{ kg ha}^{-1}</math> in the seeding year. However, once established, it becomes highly productive and has been reported to be amongst the highest yielding forage legume, while having the highest persistence across a range of environments. This pattern of yield evolution underlines the interesting role Kura clover could play in permanent pastures as a long-term legume component. As it causes bloat if grazed as pure stands, it is highly recommended to use it in mixture with grasses. Established swards of Kura clover are giving good early spring production. Kura clover yields are generally higher at the first cut or grazing period of the season and decrease throughout the summer. The use of good seeding techniques is critical to ensure a good establishment. Kura clover forage and seed yield will often be maximized when established in pure stands with a preplant herbicide. Good establishment and a satisfying botanical composition can also be obtained when seeded in mixture with grasses or when sod-seeded. In these situations, competition should be minimized. Broadcast seeding of Kura clover generally results in poor establishment. Kura clover has very specific rhizobial requirements and it has been reported to nodulate much more slowly than other legume species. Nitrogen fertilization may thus improve establishment in N-limited soils. New more efficient rhizobial strains have however been recently isolated. These strains may double the dry matter production of Kura clover in the first four months of growth

Tirés à part : Ph. Seguin

compared to plants inoculated with commercial strains commonly used. Kura clover is thus a promising species that can play a significant role in permanent pastures by becoming a persistent and highly nutritious legume component of the sward.

Key words: vegetal productions; natural resources and environment.

Le trèfle Kura (*Trifolium ambiguum* M.B.) est une « nouvelle » plante fourragère. Il se caractérise par sa grande persistance, caractéristique qui fait défaut à la plupart des autres légumineuses fourragères utilisées en Amérique du Nord, dont les populations en pâturages déclinent rapidement. Des populations de trèfle Kura en Nouvelle-Zélande et dans le Midwest américain persistent toujours 20 ans après leur établissement, et produisent annuellement jusqu'à 11 tonnes.ha⁻¹ de fourrage [1]. Les populations de trèfle Kura survivent au surpâturage et aux périodes de sécheresse (tableau 1) [2-8]. Cette espèce jouit d'une bonne rusticité, pouvant s'adapter à des conditions édaphiques variées [2] et possède de plus une bonne valeur nutritive [9, 10]. C'est une espèce ayant donc un potentiel d'utilisation intéressant dans les pâturages permanents où il est souvent difficile de maintenir une proportion optimale de légumineuses sur une longue période. Des difficultés d'établissement et une faible disponibilité de semences ont

cependant restreint jusqu'à présent l'utilisation extensive du trèfle Kura en production agricole [11]. Cette synthèse présente les recherches sur le trèfle Kura et décrit ses principales caractéristiques agronomiques.

Origine

Le trèfle Kura se retrouve à l'état naturel dans le Caucase et la partie orientale de l'Europe de l'Est. Dans ces régions, les troupeaux le consomment depuis des millénaires mais il ne fut jamais domestiqué. La plante fut introduite et étudiée pour son potentiel agricole en 1911 aux États-Unis et par la suite au Canada, en Angleterre, en Nouvelle-Zélande, en Australie et dans l'ancienne Tchécoslovaquie [11]. Le trèfle Kura fut d'abord utilisé sur des fermes apicoles américaines [12]. Depuis la découverte de souches de rhizobium compatibles avec la plante

dans les années 1960 [13], l'intérêt pour le trèfle Kura est motivé par sa capacité à devenir une composante des pâturages pour bovins et ovins. On le proposa aussi comme espèce à utiliser pour la stabilisation de sols à risques d'érosion élevés [14, 15].

Description botanique

On retrouve des formes diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes au sein de l'espèce ; la polyploïdie est un phénomène rare chez les espèces du genre *Trifolium* [16, 17]. Avec leurs feuilles plus grandes et leur contenu cellulaire plus volumineux, les formes hexaploïdes sont les plus avantageuses pour l'utilisation en pâturages et sont donc les seules présentement disponibles commercialement [11].

Tableau 1. Caractéristiques agronomiques d'espèces de légumineuses fourragères utilisées dans les régions tempérées (d'après [7])

Table 1. Agronomic characteristics of forage legumes used in temperate regions (from [7]).

Espèces	Utilisations ^b	Croissance végétative	Prod. fourragère maximale t. ha ⁻¹	Fixation azotée kg N.ha ⁻¹ .année ⁻¹	Caractéristiques ou tolérance au stress ^a							
					Vigueur des plantules	Rusticité	Sécheresse	Sols mal drainés	Sols acides	Sols calcaires	Régie intensive	Météorisation
Astragale pois chiche	P, F	Rhizomes	4-8	140	M	E	B	M	B	E	F	Non
Coronille bigarrée	P, F, C	Rhizomes	1-10	110-184	F	F	B	F	E	F	F	Non
Lotier corniculé	P, F, C	Non	3-10	49-162	F	M	M	B	B	B	B	Non
Luzerne	F, S, P	Non	6-22	51-386	M	E	B	F	F	M	B	Oui
Mélicot	E, F, C	Non	4-9	120	M	E	B	F	F	E	F	Oui
Sainfoin	P, F	Non	4-11	ND ^c	M	E	B	F	B	E	F	Non
Trèfle alsike	F, P	Non	4-8	ND	M	F	F	B	B	B	F	Oui
Trèfle Kura	P, C	Rhizomes	4-17	17-158	F	E	E	B	B	M	E	Oui
Trèfle ladino	P	Stolons	3-6	45-291	M	F	F	B	M	F	E	Oui
Trèfle rouge	F, S, P	Non	4-13	15-373	B	M	F	M	M	F	F	Oui

^a E = excellente ; B = bonne ; M = modérée ; F = faible.

^b C = conservation des sols ; E = engrais vert ; F = foin ; P = pâturages ; S = ensilage.

^c ND = non disponible.



Figure 1. Réseau de rhizomes et racine pivotante de trèfle Kura.

Figure 1. Network of rhizomes and taproot of a Kura clover.



Figure 2. Fleur de trèfle Kura.

Figure 2. Inflorescence of Kura clover.

La particularité du trèfle Kura est son système de rhizomes (*figure 1*). C'est par ceux-ci que la plante se propage, se multiplie et perdure. Les organes souterrains

du trèfle Kura atteignent une biomasse de près de $7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ chez les populations pâturées et peuvent atteindre $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de biomasse lorsqu'elles poussent librement

[5, 18]. Le développement latéral des rhizomes peut atteindre jusqu'à 1 mètre par année [12, 19].

Les feuilles de forme elliptiques du trèfle Kura peuvent atteindre plus de 10 cm de long et ses fleurs sont plus allongées que celles du trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) (*figures 2 et 3*). Le trèfle Kura fleurit peu la première année, la plupart des plants fleurissant la deuxième année après exposition à des températures froides [14, 16, 20].

Valeur nutritive

Le trèfle Kura possède une très bonne qualité nutritive attribuable à sa grande proportion de feuilles par rapport aux tiges (c'est-à-dire $> 85\%$ de la biomasse) [21] (*tableau 2*). C'est un fourrage hautement digestible [9, 10, 21]. Son appétence est similaire à celle du trèfle blanc, aucune différence d'acceptabilité n'étant détectée entre les deux espèces proposées à des moutons [22]. La proportion de protéines véritables du trèfle Kura est supérieure à celle de la luzerne (*Medicago sativa* L.) [9]. Son contenu en minéraux s'apparente à celui des autres légumineuses couramment utilisées, à l'exception du calcium dont la concentration est plus grande dans le trèfle Kura [23]. Contrairement au trèfle rouge (*Trifolium pratense* L.), le trèfle Kura contient de faibles quantités de phytoestrogènes ; les brebis gestantes peuvent donc en consommer sans risque [24]. Comme les autres légumineuses succulentes, il peut cependant causer la météorisation chez les ruminants [22] ; il est donc recommandé de l'utiliser en mélange avec des graminées.

Productivité

Certains auteurs ont décrit le trèfle Kura comme une espèce « guérilla », longue à s'établir puis difficile à éliminer [25]. Ses rendements lors des deux premières saisons sont généralement inférieurs à ceux des autres légumineuses couramment utilisées, excédant rarement $500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ l'année du semis [1]. Cependant, une fois la culture bien établie, il se retrouve parmi les espèces les plus productives.



Figure 3. Feuilles et capitules de trèfle Kura (à gauche) et trèfle blanc (à droite).

Figure 3. Capitulate inflorescences and leaves of Kura clover (left) and white clover (right).

Cela fut démontré dans des environnements divers, au Canada, aux États-Unis et en Nouvelle-Zélande [2, 15, 26-33]. À cause de cette longue période d'établissement, les pâturages permanents constituent la niche d'utilisation du trèfle Kura.

Les cultivars de trèfle Kura diffèrent cependant dans leur production initiale. Les cultivars plus récents, « Cossack » et « Endura », produisent davantage de fourrage les deux premières années que le cultivar « Rhizo », premier cultivar développé en Amérique du Nord. Les cultivars plus récents ont été sélectionnés, entre autres, pour un plus grand ratio biomasse aérienne/biomasse souterraine [34]. Les trois cultivars atteindront cependant la même production lors de la troisième année [35].

Lorsqu'elles sont établies, les prairies de trèfle Kura donnent une bonne production précoce de fourrage ; dans les pâturages, le trèfle Kura figure parmi les premières plantes en croissance au printemps [31]. Alors que les trèfles démarrent habituellement leur croissance à des températures plus élevées que les graminées [36], le trèfle Kura démarre sa croissance encore plus tôt que la majorité des espèces de graminées. Ainsi, de façon générale, les rendements sont plus élevés lors de la première coupe et décroissent

Tableau 2. Valeur nutritionnelle du trèfle Kura

Table 2. Forage quality of Kura clover.

Espèces et cultivars	Digestibilité <i>in vitro</i>	Protéines brutes totales	FDN ^a	FDA	LDA	Gestion (coupes/année)	Référence
Trèfle Kura cv. Endura	848 a ^b	196 a	323 d	240 c	23 b	3 coupes	[9]
Trèfle Kura cv. Rhizo	829 a	177 b	360 c	263 b	32 b	3 coupes	
Luzerne cv. 5262	713 b	197 a	451 a	322 a	57 a	3 coupes	
Trèfle rouge cv. Marathon	737 b	188 ab	392 b	266 b	29 b	3 coupes	
Trèfle Kura cv. Rhizo	854 c	222 d	326 a	294 a	34 a	3 coupes	[21]
Trèfle Kura cv. Rhizo	869 b	237 c	305 b	273 b	30 b	4 coupes	
Trèfle Kura cv. Rhizo	880 a	249 b	298 bc	270 b	28 c	5 coupes	
Trèfle Kura cv. Rhizo	879 a	254 a	295 c	267 b	28 c	6 coupes	
Trèfle Kura cv. Rhizo	765 a	230 a	—	—	—	4 coupes	[32]
Luzerne cv. DK120	673 c	224 a	—	—	—	4 coupes	
Trèfle alsike cv. Tetra	691 bc	233 a	—	—	—	4 coupes	
Trèfle rouge cv. Arlington	700 b	225 a	—	—	—	4 coupes	
Coronille bigarrée cv. Penngift	651 c	229 a	—	—	—	4 coupes	
Astragale pois chiche cv. Lantana	657 c	234 a	—	—	—	4 coupes	
Lotier corniculé cv. Norcen	659 c	225 a	—	—	—	4 coupes	

^a FDN : fibre au détergent neutre ; FDA : fibre au détergent acide ; LDA : lignine au détergent acide.

^b Les valeurs d'une étude suivies de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).

le reste de la saison, résultant en une distribution souvent inégale des rendements fourragers [21, 35, 37-39]. La distribution saisonnière se verra améliorée dans un système de pâturage en rotation avec des intervalles de défoliation plus longs et une exploitation moins intense, laissant sur place davantage de feuilles résiduelles [21].

Résistance à la sécheresse, aux insectes, aux maladies et survie à l'hiver

Le trèfle Kura est résistant à la sécheresse, caractéristique attribuable à ses racines profondes. Il peut survivre à des sécheresses causant la destruction complète de populations de trèfle blanc [40]. Il a persisté longuement dans de nombreuses régions aux hivers difficiles incluant l'est du Canada, le centre-nord des États-Unis, des environnements montagneux de l'Australie et l'île sud de la Nouvelle-Zélande [5, 31, 41, 42].

On a souvent dit du trèfle Kura qu'il résistait mieux aux maladies et insectes que les autres légumineuses fourragères [11, 20, 33]. Mais ces affirmations doivent être reçues avec précautions. Il fut rapporté récemment qu'il était un des hôtes préférés du nématode des lésions racinaires (*Pratylenchus penetrans*) [43] et du nématode à galle (*Meloidogyne* spp.) [44], même si certains avaient déjà affirmé qu'il résistait à ce dernier [45]. Les insectes prédateurs semblent l'affecter autant que le trèfle blanc et que le trèfle rouge. On observa au Wisconsin et au Minnesota qu'il était affecté par la cicadelle de la pomme de terre (*Empoasca fabae*), surtout durant l'établissement [11]. Les premiers cas de trèfle Kura infecté par le virus de la mosaïque de la luzerne ont été observés au Wisconsin [46] et au Québec en 2002. Il n'y a aucune raison de croire que celui-ci est plus sensible aux ravageurs et maladies que les autres espèces mais sa vieille réputation de plante hautement résistante est certainement exagérée.

Difficultés d'établissement

Deux phénomènes expliquent les difficultés d'établissement du trèfle Kura : la faible vigueur des plantules et une nodulation lente et souvent inefficace [19, 47-49]. La faible vigueur des plantules de trèfle Kura s'explique par leur développement lent et un système d'allocation des ressources favorisant le développement des racines plutôt que celui des parties supérieures de la plante [50]. Les plantules sont donc très sensibles à la compétition durant leur établissement, luttant difficilement pour la lumière [3, 4, 48, 51]. Sensibles aux froids printaniers, les plantules du trèfle Kura ont aussi initialement une résistance plus faible aux gelées tardives que celles des autres légumineuses fourragères [52].

Semer le trèfle Kura à la volée n'est pas conseillé et donne généralement lieu à un mauvais établissement [29, 53, 54]. La production de fourrage et de semences est généralement maximisée lorsque la plante est établie en semis pur suivant l'application d'herbicides [1, 51]. Des rendements satisfaisants et un mélange optimal de légumineuses/graminées peuvent cependant être aussi obtenus lorsqu'elle est semée en combinaison avec des graminées [6, 41]. Idéalement, au départ, les graminées devraient être peu compétitives pour que le trèfle Kura s'établisse au départ ; puis ces graminées devraient être suffisamment compétitives pour que le trèfle Kura n'envahisse pas trop le pâturage [6]. L'établissement du trèfle Kura par semis direct dans une végétation résidante de graminées est une autre possibilité [54, 55]. Cependant, à cause de sa faible vigueur, il est essentiel de réduire initialement la compétition en utilisant par exemple des doses modérées de glyphosate.

Fixation de l'azote

Le trèfle Kura n'est généralement pas infecté par les rhizobiums propres aux autres espèces des régions tempérées [56, 57]. Aucun rhizobium pouvant coloniser le trèfle Kura n'est présent dans les sols à

l'extérieur de son centre d'origine ; l'inoculation des sols lors du semis est donc essentielle [49]. La nodulation et l'établissement de la symbiose se font plus lentement que chez les autres légumineuses [19, 49]. Le trèfle Kura fixe donc peu d'azote l'année du semis (entre 10 et 25 kg N.ha⁻¹), mais une fois établi il fixe en moyenne 155 kg N.ha⁻¹ [37, 49]. L'utilisation de fertilisants azotés la première saison augmente donc le nombre de plantes qui survivront et s'établiront dans les sols faibles en azote [49, 58].

De nouvelles souches de rhizobiums récemment isolées peuvent cependant noduler le trèfle Kura plus rapidement et permettre une symbiose plus efficace [47, 59, 60]. Leur utilisation peut doubler la production de matière sèche dans les quatre premiers mois de croissance comparativement aux souches commerciales couramment utilisées. Ces nouvelles souches de rhizobiums peuvent donc accroître la facilité avec laquelle on peut établir la culture en augmentant la compétitivité des plantules et pourraient ainsi limiter les problèmes d'établissement.

Conclusion

En raison des problèmes que pose son établissement, l'utilisation du trèfle Kura reste aujourd'hui minimale malgré d'intéressantes caractéristiques agronomiques. Les efforts de recherche en Amérique du Nord et en Nouvelle-Zélande au cours des 15 dernières années augmentent l'acceptabilité de cette espèce auprès des producteurs agricoles. Avec l'utilisation de nouvelles souches de rhizobium plus efficaces, de nouveaux cultivars plus compétitifs et de méthodes d'établissement limitant la compétition, il est désormais plus facile d'établir les cultures de trèfle Kura. Son établissement demeure tout de même plus difficile que pour les autres espèces de légumineuses couramment utilisées. Une légumineuse fourragère réellement persistante est cependant désormais disponible. Le trèfle Kura pourrait devenir un outil intéressant pour les pâturages permanents des régions tempérées d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Océanie en production laitière, bovine et ovine. ■

Références

1. Seguin P, Sheaffer CC, Ehlke NJ, Becker RL. Kura clover establishment methods. *J Prod Agric* 1999 ; 12 : 483-7.
2. Dear BS, Zorin M. Persistence and productivity of *Trifolium ambiguum* M. Bieb. (Caucasian clover) in a high altitude region of South-Eastern Australia. *Aust J Exp Agric* 1985 ; 25 : 124-32.
3. Hill MJ, Hoveland CC. Defoliation and moisture stress influence competition between endophyte-free tall fescue and white clover, birdsfoot trefoil, and Caucasian clover. *Aust J Agric Sci* 1993 ; 44 : 1135-45.
4. Hill MJ, Mulcahy C. Seedling vigour and rhizome development in *Trifolium ambiguum* M. Bieb. (Caucasian clover) as affected by density of companion grasses, fertility, drought and defoliation in the first year. *Aust J Agric Res* 1995 ; 46 : 807-19.
5. Peterson PR, Sheaffer CC, Jordan RM, Charles CJ. Responses of Kura clover to sheep grazing and clipping : II. Below-ground morphology, persistence, and total nonstructural carbohydrates. *Agron J* 1994 ; 86 : 660-7.
6. Peterson PR, Sheaffer CC, Mathison RD, Ehlke NJ, Swanson DR. Yield and botanical composition of kura clover-grass mixtures under grazing. *Proc Am For Grassl Council* 2001 ; 10 : 218-22.
7. Sheaffer CC, Seguin P. Forage legumes for sustainable cropping systems. *J Crop Prod* 2003 ; 8 : 187-216.
8. Woodman RF, Keogh JM, Allan BE. Pasture species for drought-prone lower slopes in the South Island high country. *Proc NZ Grassl Assoc* 1992 ; 54 : 115-20.
9. Seguin P, Mustafa AF, Sheaffer CC. Effects of soil moisture deficit on forage quality, digestibility and protein fractionation of Kura clover. *J Agron Crop Sci* 2002 ; 188 : 260-6.
10. Seguin P, Mustafa AF. Chemical composition and ruminal nutrient degradabilities of fresh and ensiled Kura clover (*Trifolium ambiguum* M.B.). *Can J Anim Sci* 2003 ; 83 : 577-82.
11. Taylor NL, Smith RR. Kura clover (*Trifolium ambiguum* M.B.) breeding, culture and utilization. *Adv Agron* 1998 ; 63 : 153-78.
12. Pellet FC. That new clover. *Am Bee J* 1945 ; 85 : 394-5.
13. Hely FW. Relation between effective nodulation and time to initial nodulation in a diploid line of *Trifolium ambiguum* M. Bieb. *Aust J Biol Sci* 1963 ; 16 : 43-54.
14. Bryant WG. 1974. Caucasian clover (*Trifolium ambiguum* Bieb.) : - a review. *J Aust Inst Agric Sci* 1974 ; 40 : 11-9.
15. Stewart AV, Daly GT. Growth of an established stand of *Trifolium ambiguum* in a fertile lowland environment. *Proc N Z Grassl Assoc* 1980 ; 8 : 255-7.
16. Kanenberg LW, Elliott FC. Ploidy in *Trifolium ambiguum*, M. Bieb. in relation to some morphological and physiological characters. *Crop Sci* 1962 ; 2 : 378-81.
17. Townsend CE. Phenotypic diversity for agronomic characters and frequency of self-compatible plants in *Trifolium ambiguum*. *Can J Plant Sci* 1970 ; 50 : 331-8.
18. Strachan DE, Nordmeyer AH, White JGH. Nutrient storage in roots and rhizomes of hexaploid Caucasian clover. *Proc N Z Grassl Assoc* 1994 ; 56 : 97-9.
19. Genrich KC, Sheaffer CC, Ehlke NJ. Kura clover growth and development during the seeding year. *Crop Sci* 1998 ; 38 : 735-41.
20. Speer GS, Allinson DW. Kura clover (*Trifolium ambiguum*) : Legume for forage and soil conservation. *Econ Bot* 1985 ; 39 : 165-76.
21. Peterson PR, Sheaffer CC, Jordan RM, Charles CJ. Responses of Kura clover to sheep grazing and clipping : I. Yield and forage quality. *Agron J* 1994 ; 86 : 655-60.
22. Sheaffer CC, Marten GC, Jordan RM, Ristau EA. Forage potential of Kura clover and birdsfoot trefoil when grazed by sheep. *Agron J* 1992 ; 84 : 176-80.
23. Allinson DW, Speer GS, Taylor RW, Guillard K. Nutritional characteristics of Kura clover (*Trifolium ambiguum* Bieb.) compared with other forage legumes. *J Agric Sci Camb* 1985 ; 104 : 227-9.
24. Anonyme. *Trifolium ambiguum* Bieb. (Caucasian clover) cv. Prairie. *J Aust Inst Agr Sci* 1977 ; 43 : 92-4.
25. Forde MB, Hay MJM, Brock JL. Development and growth characteristics of temperate perennial legumes. In : Marten GC, Matches AG, Barnes RF, Brougham RW, Clements RJ, Sheath GW, eds. *Persistence of Forage Legumes*. Madison : ASA-CSSA-SSSA Publishers, 1989 : 91-110.
26. Lauriault LM, Guldán SJ, Martin CA. Irrigated tall fescue-legume communities in the southern rocky mountains : Years five to eight. *Agron J* 2003 ; 95 : 1497-503.
27. Brummer EC, Kenneth JM. Persistence of perennial cool-season grass and legume cultivars under continuous grazing by beef cattle. *Agron J* 2000 ; 92 : 466-71.
28. Daly GT, Mason CR. Performance of Caucasian and zigzag clovers. *Proc N Z Grassl Assoc* 1987 ; 48 : 151-6.
29. Lucas RJ, White JGH, Daly GT, Jarvis P, Meijer G. Lotus, white clover and Caucasian clover oversowing, Mesopotamia Station, South Canterbury. *Proc N Z Grassl Assoc* 1981 ; 42 : 142-51.
30. Moss RA, Burton RN, Allan BE. Productivity of Caucasian clover based pastures under irrigation. *Proc N Z Grassl Assoc* 1996 ; 58 : 177-81.
31. Scott D. Sixteen years of Caucasian clover under contrasting managements. *Proc N Z Grassl Assoc* 1998 ; 60 : 115-8.
32. Sheaffer CC, Marten GC. Kura clover forage yield, forage quality, and stand dynamics. *Can J Plant Sci* 1991 ; 71 : 1169-72.
33. Watson RN, Neville FJ, Bell NL. Insect pests associated with white and Caucasian clover in a Bay of Plenty dairy pasture. *Proc 49th N Z Plant Prot Conf* 1996 : 234-8.
34. Dehaan LR, Ehlke NJ, Sheaffer CC. Recurrent selection for seedling vigor in Kura clover. *Crop Sci* 2001 ; 41 : 1034-41.
35. Taylor NL, Spitaleri R, Henning JC, Laceyfield GD, Mundell RE. *The 1998 Kura clover report*. Lexington : Agricultural Experiment Station, University of Kentucky, College of Agriculture, 1999.
36. Barthram GT, Grant SA. The effects of management and plant variety on the composition, vertical structure and stock-carrying capacity of *Lolium perenne*/*Trifolium repens* pastures. *Grass Forage Sci* 1994 ; 49 : 360-8.
37. Seguin P, Russelle MP, Sheaffer CC, Ehlke NJ, Graham PH. Dinitrogen fixation in Kura clover and birdsfoot trefoil. *Agron J* 2000 ; 92 : 1216-20.
38. Sleugh B, Moore KJ, George JR, Brummer EC. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agron J* 2000 ; 92 : 24-9.
39. Woodman RF. *Trifolium ambiguum* (Caucasian clover) in montane tussock grasslands, South Island, New Zealand. *N Z J Agric Res* 1999 ; 42 : 207-22.
40. Spencer K, Hely FW, Govans AG, Zorin M, Hamilton LJ. Adaptability of *Trifolium ambiguum* Bieb. to a montane environment. *J Aust Inst Agric Sci* 1975 ; 41 : 268-70.
41. Johnston J, Bowman M. *Kura clover : A new pasture legume for Ontario*. Ontario Ministry of Agriculture and food Factsheet 1998. AGDEX 125. Toronto : Queen's Printer for Ontario <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/dairy/facts/98-049.htm> [vérifié le 06-20-05].
42. Johnston FM, Pickering CM. Alien plants in the Australian Alps. *Mountain Res Dev* 2001 ; 21 : 284-91.
43. Thies JA, Petersen AD, Barnes DK. Host suitability of forage grasses and legumes for root-lesion nematode *Pratylenchus penetrans*. *Crop Sci* 1995 ; 35 : 1647-51.
44. Quesenberry KH, Call NM, Moon DE, Dunn RA. Response of native Eastern North American *Trifolium* spp. to root-knot nematodes. *Crop Sci* 1997 ; 37 : 270-4.
45. Pederson GA, Windham GL. Resistance to *Meloidogyne incognita* in *Trifolium* interspecific hybrids and species related to white clover. *Plant Dis* 1989 ; 73 : 567-9.
46. Pineyro MJ, Albrecht KA, Mondjana AM, Grau CR. First report of alfalfa mosaic virus in kura clover (*Trifolium ambiguum*) in Wisconsin. *Plant Dis* 2002 ; 86 : 695.
47. Beauregard MS, Seguin P, Sheaffer CC, Graham PH. Characterization and evaluation of North American *Trifolium ambiguum* - nodulating rhizobia. *Biol Fertil Soils* 2003 ; 38 : 311-8.
48. Lowther WL, Patrick HN. Seedling establishment characteristics of alternative legume species in tussock grassland environments. *Proc N Z Grassl Assoc* 1992 ; 54 : 111-4.
49. Seguin P, Sheaffer CC, Ehlke NJ, Russelle MP, Graham PH. Nitrogen fertilization and rhizobial inoculation effects on Kura clover growth. *Agron J* 2001 ; 93 : 1262-9.
50. Widdup KH, Knight TL, Waters CJ. Genetic variation for rate of establishment in Caucasian clover. *Proc N Z Grassl Assoc* 1998 ; 60 : 213-7.
51. Steiner JJ, Snelling JP. Kura clover seed production when intercropped with wheat. *Crop Sci* 1994 ; 34 : 1330-5.
52. Caradus JR. Frost tolerance of *Trifolium* species. *N Z J Agric Res* 1994 ; 38 : 157-62.
53. Awan MH, Kemp PD, Choudhary MA, Barker DJ. Pasture establishment from oversowing in drought-prone hill country. *Proc N Z Grassl Assoc* 1993 ; 55 : 101-4.
54. Moorhead AJE, White JGH, Jarvis P, Lucas RJ, Sedcole JR. Effect of sowing method and fertilizer application on establishment and first season growth of Caucasian clover. *Proc N Z Grassl Assoc* 1994 ; 56 : 91-5.

55. Peterson PR, Seguin P, Laberge G, Sheaffer CC, Ehlke NJ, Mathison RD. No-till drilling Kura clover into pastures with herbicide sod suppression and nitrogen fertilization. *Proc Am Forage Grassl Council* 2003 ; 12 : 221.

56. Burton JC. *Rhizobium* relationships. In : Taylor NL, ed. *Clover Science and Technology*. Madison : ASA-CSSA-SSSA Publishers, 1985 : 161-84.

57. Patrick HN, Lowther WL, Trainor KD. Inoculation for successful establishment of Caucasian clover. *Proc NZ Grassl Assoc* 1994 ; 56 : 101-5.

58. Evans AM, Jones DG. The response of three chromosome races of *Trifolium ambiguum* sown with and without a companion grass. 1. The effect of inoculation on the yield of clover and grass. *J Agric Sci Camb* 1966 ; 66 : 309-15.

59. Laberge G, Mabood F, Seguin P. Kura clover early growth is comparable to white clover when not N-limited. *J Plant Nutr* 2005 ; 28 : 447-57.

60. Pryor HN, Lowther WL, McIntyre HJ, Ronson CW. An inoculant *Rhizobium* strain for improved establishment and growth of hexaploid Caucasian clover (*Trifolium ambiguum*). *N Z J Agric Res* 1998 ; 41 : 179-89.