

Intérêt de la fertilisation azotée pour l'association vesce - avoine en zone humide de Tunisie

H. Hassen, M. Mansouri

L'association vesce - avoine est la principale culture fourragère non irriguée de la zone bioclimatique humide de Tunisie. Sa production et la qualité du foin obtenu sont généralement médiocres. Plusieurs facteurs peuvent être mis en cause, dont une fertilisation insuffisante. Quelle fertilisation optimale préconiser ? Quels stades et niveaux d'apport conseiller ?

RÉSUMÉ

Un essai, conduit pendant 3 ans à la station de l'I.N.R.A.T. de Sedjenane, associait une vesce (écotype V.2068 de type hivernal) et une avoine (avoine 3) de même précocité (moyenne). Six modalités de fertilisation ont été comparées (de 0 à 60 unités N/ha, apports au semis et/ou au tallage). La fertilisation accroît significativement la production de l'association, jusqu'à la dose maximale utilisée. Elle augmente le tallage et la croissance en hauteur de l'avoine et accroît la proportion d'avoine dans le foin. Un seul apport de 20 unités au semis est à éviter. Une fertilisation avec 10 unités au semis et 10 unités au tallage assure, dans les conditions de l'essai, le meilleur compromis entre la production de fourrage et sa qualité.

MOTS CLÉS

Association végétale, avoine, fertilisation azotée, production fourragère, Tunisie, vesce, zone méditerranéenne.

KEY-WORDS

Forage production, nitrogen fertilization, mediterranean region, oat, plant association, Tunisia, vetch.

AUTEURS

Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (I.N.R.A.T.), rue Hedy Karray, 2080 L'Ariana (Tunisie).

La vesce - avoine constitue la principale culture fourragère en sec dans la zone située au nord de la dorsale tunisienne où la pluviométrie est supérieure à 350 mm (HASSEN, 1994). Les emblavures annuelles de vesce - avoine sont de l'ordre de 130 000 hectares (environ 2/3 de la surface des cultures fourragères en sec) ; elles ont légèrement augmenté entre 1972 et 1986, puis un peu fléchi après cette date, suite à l'intégration dans les systèmes fourragers d'autres types de cultures (ray-grass, triticale ensilé, betterave fourragère...) en vue d'intensifier et de diversifier les récoltes (SEKLANI, 1990). Cependant, **le foin de vesce - avoine reste le fourrage conservé le plus répandu en Tunisie** et constituera, durant quelques années encore, la base de l'alimentation des ruminants.

Plusieurs raisons justifient cet intérêt croissant pour la vesce - avoine et incitent à conserver à cette culture sa place prépondérante dans les zones favorables à son développement. Tout d'abord, l'attachement des agriculteurs à cette production qui est devenue une spéculation traditionnelle assez bien intégrée dans l'activité annuelle de l'exploitation familiale. Par ailleurs, la vesce - avoine offre à l'agriculteur une grande souplesse d'utilisation. Bien que la forme d'utilisation la plus répandue de cette association soit la production de foin, la récolte peut, cependant, être utilisée en affouragement en vert ou même ensilée. Enfin, le foin de vesce - avoine est facile à transporter sur de très grandes distances. Il occupe de ce fait une place privilégiée dans les transactions commerciales à l'intérieur et à l'extérieur du pays.

Néanmoins, **la production de cette culture reste le plus souvent faible** : 3,5 à 4 t MS/ha en moyenne. De plus, la qualité du foin obtenu est généralement médiocre : 0,4 - 0,5 UF et 30 - 40 g MAD/kg MS (TAAMALLAH, 1987 ; NEFZAOUI et al., 1989) On attribue ce faible niveau de production au mauvais choix des variétés en mélange, aux techniques d'entretien et d'exploitation de la culture encore traditionnelles (en particulier la récolte tardive) et peut être à une fertilisation insuffisante.

Depuis les années soixante, des essais multiples ont été entrepris par le laboratoire des productions fourragères de l'I.N.R.A.T. pour la mise au point de références techniques appropriées (GACHET, 1970) : date et dose de semis, choix des variétés, proportion dans le mélange, date de coupe... Les résultats obtenus ont été assez bien diffusés mais le niveau d'adoption est très variable selon les régions.

En ce qui concerne la fertilisation, et en particulier la fertilisation azotée, il a toujours été admis que l'azote n'est pas nécessaire (voire même néfaste) à la culture de vesce - avoine. L'objectif de cet essai était d'apporter des éléments de réflexion sur ce thème et de montrer qu'une fertilisation bien appliquée pourrait améliorer la production qualitative et quantitative de cette association, à la lumière des travaux réalisés en France par l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (ITCF, 1974) concernant l'influence de la fumure azotée sur la production des associations prairiales. Reste, cependant, à définir les doses optimales à utiliser et l'époque d'épandage de cette fertilisation.

Matériel et méthodes

L'essai a été installé dans la région de Sedjenane, en zone bioclimatique humide de Tunisie, sur un sol de limon battant très profond et à pH neutre. Les analyses chimiques ont montré que la parcelle d'essai est moyennement pourvue en phosphore échangeable (12,7 ppm) mais riche en potassium échangeable (100 ppm) et en matière organique (3,15%). En outre, le rapport C/N est voisin de 11 ; la minéralisation de la matière organique est donc normale dans ce sol (COTTENIE, 1973) et explique la production importante du traitement sans azote (8 t/ha en moyenne).

L'essai a été poursuivi durant les années 1991/1992 (A₁), 1992/1993 (A₂) et 1993/1994 (A₃) selon un dispositif en blocs aléatoires à quatre répétitions. Les dimensions de la parcelle élémentaire, le mode et la dose de semis, l'entretien de l'essai et les méthodes d'observation étaient les mêmes pour les trois années d'expérimentation.

Les traitements employés, qui font varier à la fois la dose et l'époque d'épandage de la fertilisation azotée (sous forme d'ammonitrate à 33% d'azote), sont les suivants :

- T₀₊₀ : 0 unité d'azote,
- T₂₀₊₀ : 20 unités d'azote au semis,
- T₀₊₂₀ : 20 unités d'azote au tallage,
- T₁₀₊₁₀ : 10 unités d'azote au semis et 10 unités au tallage,
- T₂₀₊₂₀ : 20 unités d'azote au semis et 20 unités au tallage,
- T₂₀₊₄₀ : 20 unités d'azote au semis et 40 unités au tallage.

Sur le premier bloc, les traitements sont distribués selon l'ordre numérique (de 1 à 6) ; sur les autres blocs, ils sont répartis au hasard.

Les semis ont été effectués chaque année avant le 15 novembre, en lignes espacées de 0,25 m. Ils ont eu lieu après une préparation habituelle du lit de semences : un labour moyen au mois de juin, avec enfouissement des engrais phosphatés (45 unités/ha, pour corriger la teneur du sol et améliorer par la même occasion l'utilisation de l'azote par les plantes ; ITCF, 1973), puis deux passages croisés au mois d'octobre.

La dose de semis utilisée dans cet essai était de 100 kg/ha. Les proportions (x et y) de semences (en poids) de vesce et d'avoine au semis ont été déterminées par la formule : $Pm_1 \cdot x = Pm_2 \cdot y$ dans laquelle Pm_1 et Pm_2 sont respectivement le poids de 1000 graines de la graminée et de la légumineuse (tableau 1). Ces proportions pondérales des deux espèces vont permettre l'obtention d'un peuplement (en plants) composé de 50% de vesce et 50% d'avoine.

TABLEAU 1 : Principales caractéristiques des variétés utilisées.

TABLE 1 : *Main characteristics of the cultivars used.*

Variétés	Poids de 1 000 graines (g)	Faculté germinative (%)	Type	Origine
Vesce 2068	69	67	intermédiaire	Tunisie
Avoine 3	32	96	intermédiaire	USA

Le matériel végétal utilisé pour cette étude est constitué d'une variété écotype de vesce (*Vicia sativa*) dénommée 2068, de type hivernal à précocité moyenne, sélectionnée à l'I.N.R.A.T. pour les zones sub-humides et humides de la Tunisie, et d'une variété d'avoine (l'avoine 3) de même type de précocité, sélectionnée par l'I.N.R.A.T. à partir d'un matériel génétique introduit des USA en 1976.

Au cours de la végétation, les essais ont été désherbés à la main. L'épandage d'azote a été réalisé après une pluie, tout en respectant le stade phénologique prévu pour cet épandage. A défaut de pluie, la fertilisation a eu lieu le matin de bonne heure pour profiter de l'humidité provoquée par les rosées nocturnes, fréquentes dans cette zone.

En ce qui concerne l'exploitation de la culture, les coupes ont été effectuées au stade épiaison de l'avoine (pleine floraison de la vesce). Le fourrage récolté a été immédiatement pesé pour l'évaluation de la matière verte ; au laboratoire un échantillon de 1 kg a été mis en étuve pendant 24 heures à 105°C pour l'estimation de la production de matière sèche (MS) et le rapport feuilles/tiges (F/T) des deux espèces. La proportion de vesce a été évaluée sur une biomasse de 2 kg prélevée sur chaque parcelle élémentaire, triée et séchée à l'étuve (105°C pendant 24 heures).

Résultats et discussion

Pour évaluer l'influence de l'azote sur la production de l'association vesce - avoine, nous avons retenu les critères suivants : la production de matière sèche, la proportion de vesce dans le foin obtenu et le rapport feuilles/tiges de la graminée et de la légumineuse.

■ Effet significatif de l'azote sur la production

Le test d'analyse de variance appliqué aux données de ces essais a mis en évidence l'absence d'effet "année" sur la production (tableau 2) ; les conditions climatiques, et en particulier la pluviométrie annuelle (760 mm en moyenne durant la période de croissance du fourrage), n'ont pas constitué, durant les trois années de l'expérimentation, un facteur limitant pour la croissance et le développement des plantes.

Au contraire, l'effet "azote" a été prépondérant. En effet, **les doses croissantes d'azote ont conduit à une augmentation signifi-**

Sources	Degrés de liberté	SCE	Carrés moyens	F observé*	Pr > F*
Blocs	3	14,323	4,774	3,19	0,0326
Année(An)	2	2,666	1,333	0,89	0,4178
Traitement(Tr)	5	63,812	12,762	8,52	0,0001
Interaction (AnxTr)	8	9,818	1,227	0,82	0,5897

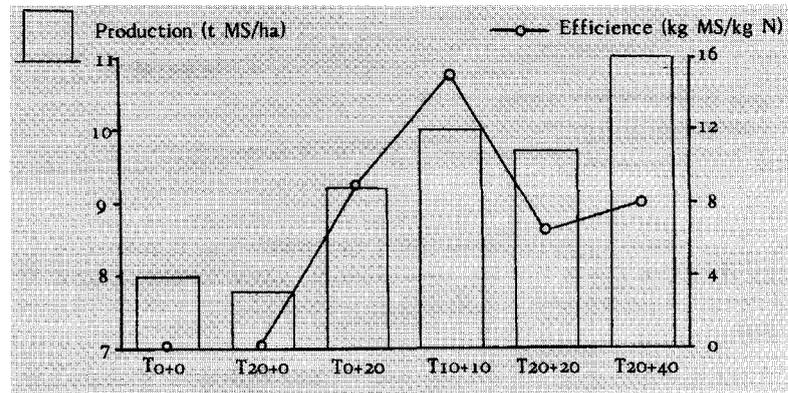
* F : variable de distribution de "Fisher-Snedecor"
Pr > F : la probabilité de trouver un "F" qui soit plus grand que F observé

TABLEAU 2 : Résultats de l'analyse de variance appliquée à la production de matière sèche.

TABLE 2 : Results of variance analysis of variance applied to dry matter production.

FIGURE 1 : Effet de la fertilisation azotée sur la production et l'efficacité des différents traitements.

FIGURE 1 : Effect of nitrogen on yield and efficiency of the various treatments.



cative de la production annuelle de matière sèche (LOISEAU, 1989) : de 7,5 à 11,7 t/ha respectivement pour les doses T₂₀₊₀ et T₂₀₊₄₀.

D'autre part, la date d'application de la fertilisation azotée joue aussi un rôle important sur la détermination de la production. D'après les résultats obtenus, l'apport de 20 unités d'azote exclusivement au semis (T₂₀₊₀) est néfaste à la culture de vesce - avoine : il s'accompagne d'une baisse de production de 0,5 t MS/ha par rapport au témoin. D'après SEKLANI, l'azote incorporé au semis favorise plus la croissance de l'avoine qui domine le couvert et intercepte la lumière au détriment de la vesce. La présence de cette dernière diminue dans le foin dont la valeur alimentaire diminue de ce fait (FAO, 1986a). En revanche, l'épandage d'azote au tallage induit une augmentation de la production, d'autant plus importante que la dose est élevée.

Cependant, l'efficacité de la fertilisation azotée, exprimée en kg de MS par kg d'azote, diminue significativement aux fortes doses (T₂₀₊₂₀ et T₂₀₊₄₀, figure 1), quelle que soit la date d'application. Ce graphique met clairement en évidence l'évolution discordante de la production (qui augmente) et de l'efficacité de l'utilisation de l'azote, qui diminue avec les doses les plus élevées.

La dose maximale de l'essai (T₂₀₊₄₀) n'est pas le niveau de fertilisation azotée "économique", qui permettrait d'avoir l'efficacité la plus élevée. C'est le traitement T₁₀₊₁₀ qui procure la meilleure efficacité : avec cet apport fractionné, la production est de l'ordre de 10 t MS/ha, soit 125% du témoin.

■ L'azote fait un peu baisser la proportion de vesce

Dans l'association vesce - avoine, la vesce a toujours tendance à disparaître face à l'agressivité de l'avoine qui intercepte la lumière. Ce phénomène est d'autant plus marqué que les deux plantes associées n'ont pas le même cycle de développement (GACHET, 1970).

Des travaux menés indépendamment, au Maroc (FAO, 1986b) et en Tunisie (résultats en cours de publication par le laboratoire des productions fourragères de l'I.N.R.A.T.), pour déterminer les proportions

	T ₀₊₀	T ₂₀₊₀	T ₀₊₂₀	T ₁₀₊₁₀	T ₂₀₊₂₀	T ₂₀₊₄₀
Proportion de vesce	55,58	53,86	50,94	51,86	44,39*	40,15*

* : significatif au seuil de 5%

TABLEAU 3 : Effet de la fertilisation azotée sur la proportion de vesce dans la matière sèche.

TABLE 3 : Effect of nitrogen on the proportion of vetch in the dry matter.

des deux constituants de l'association, ont montré que la réduction du taux de vesce due à l'avoine peut atteindre 80% du peuplement de départ si les proportions pondérales de vesce au semis sont inférieures à 70%.

Le test d'analyse de variance montre **une influence globale non significative** (au seuil de 5%) des doses de fertilisation azotée appliquées sur la proportion de vesce dans l'association ($F=2,05$ et $Pr>F=0,0963$). Néanmoins, en examinant les différents traitements, nous pouvons constater **une diminution de la proportion de vesce avec l'augmentation de la fertilisation azotée** (de 55,6% à 40,2%, tableau 3), mais cette diminution n'est significative que pour les traitements T₂₀₊₂₀ et T₂₀₊₄₀.

La proportion de vesce paraît, au contraire, en relation avec l'année expérimentale. Les meilleures proportions (55,3%) ont été obtenues au cours de la deuxième année d'essai (A₂), caractérisée par un automne modérément pluvieux et un hiver clément (figure 2). Il semble que l'avoine soit favorisée par les semis précoces et souffre moins que la vesce des basses températures, d'un peuplement peu dense et de sols riches en azote (FAO, 1986b).

■ Le rapport feuilles/tiges de la vesce baisse avec l'azote, celui de l'avoine augmente

Les apports croissants de la fertilisation azotée ont provoqué **une chute significative du rapport F/T de la vesce**, en particulier les traitements T₂₀₊₂₀ et T₂₀₊₄₀ où le fléchissement était de l'ordre de 30% par rapport au témoin (tableau 4). Il semble que l'azote, quelle que soit la date d'application, provoque l'étiollement des plantes de vesce sans augmenter la surface foliaire, ce qui se traduit par un rapport F/T faible.

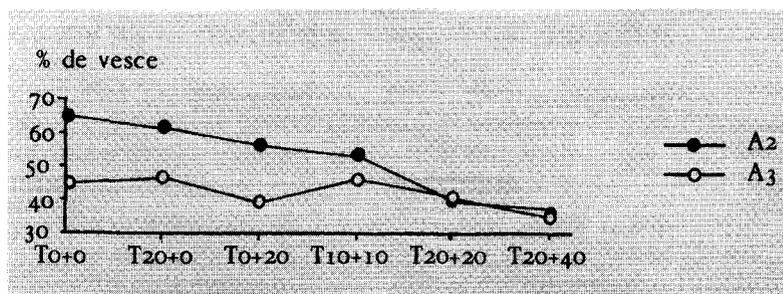


FIGURE 2 : Effets de la fertilisation azotée et de l'année sur la proportion de vesce.

FIGURE 2 : Effects of nitrogen and of the season on the proportion of vetch.

TABLEAU 4 : Effet de la fertilisation azotée sur le rapport feuilles/tiges (F/T) de l'avoine et de la vesce, et sur la hauteur de l'avoine.

TABLE 4 : Effect of nitrogen on the leaf/stem (F/T) ratio of oats and of vetch, and on the height of oat plants.

	T ₀₊₀	T ₂₀₊₀	T ₀₊₂₀	T ₁₀₊₁₀	T ₂₀₊₂₀	T ₂₀₊₄₀
F/T vesce	0,39	0,32*	0,37*	0,36*	0,28**	0,27**
F/T avoine	0,40	0,41	0,48**	0,46**	0,59**	0,54**
Hauteur avoine (cm)	97,8	98,0	104,5*	101,0	106,5*	109,4**

+, *, ** : résultats significatifs respectivement aux seuils de 10%, 5%, 1%.

Chez la graminée, l'application de la fertilisation azotée s'accompagne d'un **accroissement notable du rapport F/T**. Cette augmentation est d'autant plus importante que la dose est élevée et que l'apport a eu lieu au stade tallage de la graminée. Contrairement au cas précédent, l'azote a provoqué à la fois une augmentation de la hauteur des plantes (tableau 4) et une nette amélioration du rapport F/T et du tallage de l'avoine.

Conclusion

En Tunisie, la vesce - avoine occupe une place importante parmi les surfaces fourragères cultivées en sec. Les résultats présentés montrent que la dose et la date d'apport de l'azote ont une nette incidence sur la production qualitative et quantitative de cette association : la fertilisation azotée, apportée en quantité convenable et aux moments propices, accroît la production de matière sèche en augmentant le nombre de talles et la croissance en hauteur de la graminée. Son action néfaste sur la légumineuse reste limitée pour les faibles doses.

En zone bioclimatique humide, et **dans les conditions de l'essai** (sol bien pourvu en matière organique), les résultats observés nous conduisent à **retenir le traitement T₁₀₊₁₀ (10 unités d'azote au semis et 10 unités au tallage de la graminée)** : ce type de fertilisation azotée permet de réaliser la meilleure productivité de l'association vesce - avoine. Il reste cependant souhaitable de renouveler ce type d'expérimentation dans les autres régions productrices de vesce - avoine, en l'occurrence les zones bioclimatiques subhumides et subarides (moyen et supérieur), d'une part pour confirmer ce résultat, et d'autre part pour définir des modèles spécifiques de fertilisation azotée pour ces régions.

Accepté pour publication, le 8 avril 1996.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GACHET J.P. (1970) : *Etude des associations légumineuses-graminées*, Rapport d'activité du laboratoire des productions fourragères de l'I.N.R.A.T.
- COTTENIE A. (1973) : *Chimie du sol et nutrition végétale*, vol. 1, 58-67.
- ITCF (1973) : *Etude de l'influence de la fumure azotée sur les productions des graminées*, n° 3-2-01-24.
- ITCF (1974) : *Production prairiale en fonction de trois modes d'exploitation et de quatre niveaux de fumure azotée*, n° 4-8-01-28.
- FAO (1986a) : *Programme de développement des productions fourragères et de l'élevage*, Ministère de l'Agriculture, *Revue des filières alimentaires*, vol. 2, projet 66/88 TA-TUN 61 WP2.
- FAO (1986b) : *Inventaire des travaux et expérimentations*, Ministère de l'Agriculture et de la Réforme agraire marocain, vol. III, 29-35.
- TAAMALLAH S. (1987) : "En zone subhumide tunisienne, intérêt de l'association avoine-sulla (*Hedysarum coronarium*), premiers résultats", *Fourrages*, 109, 41-51.
- NEFZAOUI A., CHERMITI A. (1989) : "Composition chimique et valeur nutritive pour les ruminants des fourrages et concentrés d'origine tunisienne", *Annales de l'I.N.R.A.T.*, vol. 62, fasc. 13, 3-35.
- LOISEAU P. (1989) : "Modélisation de la réponse à la fertilisation minérale azotée des prairies permanentes. Influence de la fertilité acquise", *Fourrages*, 117, 3-16.
- SEKLANI H. (1990) : *Développement et acquis de la recherche en productions fourragères*, rapport de synthèse du séminaire national sur les acquis de la recherche en Tunisie (Kairouan, 1990).
- HASSEN H. (1994) : "Evaluation agronomique de quelques génotypes de vesce en Tunisie", *Al Awamia*, 87, 63-75.

SUMMARY

Advantage of the nitrogen fertilization of a vetch-oats mixed crop in humid Tunisia

The vetch-oats association is the major rainfed crop in the bioclimatic humid region of Tunisia. The yields and the quality of the hay are generally poor. There are several reasons for that, including an insufficient fertilization. In a 3-year trial at the I.N.R.A.T. station at Sedjenane, a vetch (ecotype V 2068, Winter type) was grown in association with oats (oat 3) of similar (medium) earliness. Six fertilization treatments were compared (from 0 to 60 kg N/ha ; dressings at sowing and/or at tillering). Fertilization increased significantly the yield of the association, up to the highest rate. Tillering was improved, and the height of the oat plants as well as the proportion of oats in the hay were increased. A single dressing of 20 kg/ha at sowing is to be avoided. The best compromise between forage yield and forage quality, under the conditions of the trial, is obtained with 10 kg/ha at sowing and 10 kg/ha at tillering.