

Influence de la quantité d'herbe offerte ou de la réduction de la fertilisation azotée sur les performances de vaches laitières au pâturage

A. HARDY, F. RIVIÈRE, A. GASTEBLED

I.T.C.F., Station de La Jaillière, BP. 32, 44370 La Chapelle-Saint-Sauveur

RESUME. – Une expérimentation pluriannuelle a été réalisée pendant 3 années à la station I.T.C.F. de La Jaillière en Loire-Atlantique pour étudier l'influence de l'augmentation de la quantité d'herbe offerte (de 15 à 20 kg M.S. par vache et par jour sur des prairies à base de ray-grass anglais recevant 50 unités d'azote par exploitation au printemps) ou l'effet de la réduction de la fertilisation azotée (de 50 à 25 unités par exploitation pour un même niveau de 15 kg M.S. d'herbe offerte) sur les performances de vaches laitières de race Prim'Holstein conduites en pâturage tournant sur 12 parcelles. La production laitière à la mise à l'herbe était d'environ 28 kg de lait par jour à un taux butyreux de 42 ‰ et un taux protéique de 30 ‰.

La production de lait brut a été significativement supérieure avec 20 kg M.S. d'herbe offerte (soit l'équivalent de 7,1 à 7,4 cm de hauteur résiduelle de l'herbe) à celle obtenue avec 15 kg M.S. d'herbe offerte (soit l'équivalent de 5,7 à 5,9 cm de hauteur résiduelle). Le taux butyreux du lait a diminué avec l'augmentation de la quantité d'herbe offerte mais le taux protéique a été identique entre les 2 niveaux de quantité d'herbe offerte. La réduction de la fertilisation azotée de 50 à 25 unités par passage, pour un même niveau de 15 kg M.S. d'herbe offerte, n'a pas eu d'effet sur la production en lait brut ni sur la composition du lait.

The effects of herbage allowance and reduction in nitrogen fertilization on performances of grazing dairy cows

A. HARDY, F. RIVIERE, A. GASTEBLED

I.T.C.F., Station de La Jaillière, BP 32, 44370 La Chapelle-Saint-Sauveur

SUMMARY. – One experiment was carried out during 3 years in a continuous design grazing trial with Prim'Holstein dairy cows in which two levels of herbage allowance : 15 kg Dry Matter (D.M.) and 20 kg D.M. per cow and per day (with the same level of 50 units de nitrogen application on swards at each grazing cycle in spring) and two levels of nitrogen application : 50 and 25 units per ha at each grazing cycle in spring (at the same level of 15 kg D.M. herbage allowance) were compared on perennial rye grass swards.

The cows were introduced to pasture at the end of march under a 12 paddock rotational grazing system. Milk production at turn out was about 28 kg per day with 42 ‰ in fat concentration and 30 ‰ in protein concentration.

Milk production was significantly greater at the 20 (*i.e.* 7.1 to 7.4 cm of sward height after grazing) than at the 15 kg D.M. per day allowance (*i.e.* 5.7 to 5.9 cm of sward height after grazing). Milk fat concentration decreased at high herbage allowance while protein concentration was maintained constant regardless of herbage allowance. Reduction in nitrogen fertilization, at the same 15 kg D.M. of herbage allowance, had no influence on the milk production nor the milk composition of dairy cows.

INTRODUCTION

La maîtrise des fuites de nitrates représente un enjeu stratégique pour les systèmes fourragers dans l'ouest de la France basés sur le pâturage du ray-grass anglais au printemps et en été et sur l'utilisation de l'ensilage de maïs associé ou non à de l'ensilage d'herbe pendant la période hivernale. Si les fuites de nitrates sont faibles sous prairies de fauche (SIMON et al., 1989), les travaux anglo-saxons ont montré l'influence prépondérante, entre 200 et 400 unités d'azote par hectare, du mode d'exploitation des prairies (pâturage ou fauche) sur les quantités d'azote lessivées dans des parcelles drainées (GARWOOD et RYDEN, 1986). En conditions pâturées, les risques de fuites de nitrates semblent d'autant plus élevés que le nombre de journées de pâturage réalisées à l'hectare est élevé. La réduction de la fertilisation azotée et la diminution de la pression de pâturage, autrement dit l'augmentation des quantités d'herbe offerte aux animaux, sont les 2 leviers possibles pour diminuer le nombre de journées de pâturage réalisées à l'unité de surface. Il était donc important, dans un contexte nouveau de prise en compte des risques de fuites de nitrates, de limitation de la production laitière et d'agrandissement des exploitations, d'étudier les possibilités de réduction de la fertilisation azotée et de la pression de pâturage sans compromettre la valeur nutritive de l'herbe offerte ni les performances individuelles des vaches laitières. C'est la raison pour laquelle une expérimentation pluriannuelle a été mise en place en 1990 à la station I.T.C.F. de La Jaillière en Loire-Atlantique pour mesurer l'influence de la réduction de la fertilisation azotée de 50 à 25 unités par exploitation au printemps et de l'augmentation de la quantité d'herbe offerte de 15 à 20 kg M.S. par vache et par jour (pour un apport de 50 unités d'azote par exploitation) sur les performances de vaches laitières au pâturage.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les expérimentations ont été réalisées à la Station I.T.C.F. de La Jaillière, située au cœur du bocage angevin en Loire Atlantique sur des sols de limons sur schistes (23 % d'argile, 45 % de limons et 32 % de sable), peu profonds (40 à 60 cm), sensibles à l'excès d'eau comme à la sécheresse estivale. La pluviométrie annuelle est d'environ 730 mm avec une température moyenne de 11,9 °C.

1.1. LES TRAITEMENTS EXPÉRIMENTAUX

Les 3 modes de conduite suivants ont été comparés en 1990, 1992 et 1993 :

– *une conduite intensive à chargement élevé* avec un niveau de fertilisation azotée de 50 unités par exploitation au printemps et un objectif de 14-16 kg M.S. d'herbe offerte pour une hauteur sortie d'environ 5,5 cm ;

– *une conduite intensive à chargement modéré* avec un niveau de fertilisation azotée de 50 unités par exploitation et un objectif de 20 à 22 kg M.S. d'herbe offerte pour une hauteur sortie d'environ 7 cm ;

– *une conduite désintensifiée à chargement modéré* avec un niveau de fertilisation azotée de 25 unités par exploitation et un objectif de 14-16 kg M.S. d'herbe offerte pour une hauteur sortie d'environ 5,5 cm ;

1.2. LES ANIMAUX

Les essais ont été conduits avec des vaches laitières de race Prim'Holstein dont le niveau moyen de production se situe à environ 7 500 kg de lait par lactation pour des vêlages d'automne et de début d'hiver. Chaque année, 15 blocs de 3 animaux (dont 3 au plus de primipares) ont été constitués en tenant compte, par ordre d'importance décroissante, des critères suivants : le numéro de lactation, la production laitière en lait brut des 3 semaines précédant la mise en lots, le stade de lactation, la composition du lait (taux butyreux et protéique) des 2 à 3 semaines précédant la mise en lots, le poids vif et l'état corporel avant la mise en lot. La production laitière des vaches à la mise en lots a été d'environ 27-28 kg de lait par jour à un taux butyreux de 41-42 % et un taux protéique de 29-31 %. Leur poids vif à la mise en lot a varié, selon les années, entre 590-620 kg et 650-690 kg pour une note d'état moyenne de 2,5 en 1990 et 1993 et proche de 3 en 1992.

1.3. LA CONDUITE DU PÂTURAGE

La surface expérimentale à base de ray-grass anglais tardif a été subdivisée en 11 blocs de 3 parcelles en 1990, puis 12 blocs à partir de 1992. Le pâturage est conduit en *rotation à même rythme d'exploitation pour les 3 traitements*, grâce à l'utilisation d'animaux complémentaires (technique du « put and take »), permettant d'atteindre les objectifs d'herbe offerte et de hauteur de pâturage. A l'entrée des vaches laitières sur un nouveau bloc de parcelles, une prévision du temps de séjour est effectuée, pour les 3 traitements, en tenant compte de la biomasse disponible et de la quantité d'herbe à offrir. Les effectifs d'animaux complémentaires à introduire dans les lots expérimentaux sont alors calculés pour viser le même temps de séjour par parcelle. Puis, le temps de séjour réel sur chacune des parcelles est ajusté à l'objectif de hauteur résiduelle de l'herbe à la sortie des animaux. La mise à l'herbe est réalisée le plus tôt possible, dès que le sol est portant à partir du 20 mars. La durée de la période de transition est fonction des conditions climatiques et du rendement des prairies dans la conduite intensive à chargement élevé (traitement témoin). Le changement de cycle d'exploitation a été déterminé par l'importance du Stock d'Herbe Disponible (S.H.D) dans le traitement témoin, soit l'équivalent d'environ 2 semaines d'avance de consommation. Les excédents de pâturage ont été récoltés en ensilage pour la 1^{re} exploitation et en foin pour les repousses. Les refus épiés ont été fauchés après la 2^e ou la 3^e exploitation à la hauteur de pâturage prévue dans le traitement considéré.

1.4. LA COMPLÉMENTATION

Après la période de transition, de 9 à 18 jours selon les années, les vaches laitières ont reçu en complément de l'herbe pâturée 500 g par jour de tourteau tanné et 250 g de C.M.V. de type 8.16 en 1990 et 1992. En 1993, les vaches fortes productrices ont reçu en plus 1 kg de blé par tranche de 2 kg de lait au-dessus de 30 kg à la mise à l'herbe avec en complément 100 g par jour de carbonate de calcium. La *période expérimentale*, exclusivement à base d'herbe pâturée, a duré en moyenne 75, 80 et 94 jours respectivement en 1990, 1992 et 1993.

1.5. LES VARIABLES MESURÉES

La *production laitière* des vaches a été mesurée individuellement à chaque traite tous les jours. La composition du lait

(taux butyreux et taux protéique) a été déterminée 2 fois par semaine lors de 4 traites consécutives.

Les vaches ont été pesées à heure fixe par double pesée avant la mise à l'herbe, une semaine après la fin de la période de transition et dans la semaine suivant l'arrêt de pâturage expérimental. Des pesées simples hebdomadaires ont par ailleurs été réalisées entre les doubles pesées.

La production de Matière Sèche (M.S.) des prairies a été estimée par coupe avec une motofaucheuse réglée à 5 cm de hauteur de coupe (largeur de coupe 112.5 cm). 6 prélèvements d'environ 2 m de long ont été réalisés avant l'entrée des animaux sur chacune des parcelles à chaque cycle d'exploitation (ou avant la fauche d'une parcelle) puis séchés à l'étuve à 80 °C pendant 48 heures. La hauteur de coupe de la motofaucheuse a été contrôlée à chaque emplacement de prélèvement par 6 mesures réalisées à l'herbomètre.

Le Stock d'Herbe Disponible (S.H.D.) a été estimé sur l'ensemble des parcelles destinées au pâturage (30 mesures à l'herbomètre par parcelle) toutes les semaines, à jour fixe, pendant la période de pâturage. La hauteur à la sortie des animaux d'une parcelle a été déterminée, par 30 mesures à l'herbomètre réparties sur l'ensemble de la parcelle.

Les teneurs en centres, Matières Azotées Totales (M.A.T.) et la dégradabilité de la M.S. à la pepsine cellulase ont été déterminées sur un échantillon moyen prélevé par parcelle pâturée ou fauchée et ayant servi à l'estimation de la production de M.S. Les valeurs énergétique et azotée des fourrages ont été calculées à partir de la dégradabilité à la pepsine cellulase et de la teneur en M.A.T. selon les équations proposées par Françoise RIVIÈRE et al. (1989, 1993).

La digestibilité de la matière organique de l'herbe consommée par des vaches laitières a été estimée à partir de la teneur en azote fécal selon les équations proposées par Françoise RIVIÈRE et al. (1989, 1993). Les prélèvements de bouses ont été réalisés par lots, à jours fixes, une fois par semaine puis séchés à l'étuve à 80 °C pendant 48 heures.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. LE DÉROULEMENT DU PÂTURAGE

L'année 1990 s'est caractérisée par une sécheresse de printemps très prononcée (116 mm de cumul de pluies entre mars et juin contre 208 mm en année normale) ayant fortement pénalisé les repousses en 2^e et 3^e exploitations. 2 à 3 passages ont été réalisés sur l'ensemble de la surface de la mise à l'herbe le 21 mars à la fin de la période expérimentale du 14 au 17 juin (tableau 3). Aucune fauche d'excédents de pâturage n'a pu être réalisée au printemps.

En 1992, 3 exploitations se sont succédé en conditions climatiques normales au printemps de la mise à l'herbe le 30 mars à l'arrêt du pâturage les 27 ou 28 juin. Les excédents de pâturage ont été ensilés sur 2 parcelles par traitement les 15 et 18 mai et fanés sur une parcelle le 10 juin.

L'année 1993 s'est caractérisée au printemps par une pluviosité très élevée (284 mm de cumul de pluies entre mars et juin contre 208 mm en année normale) et des sommes de températures cumulées en base 0 depuis le 1^{er} janvier se situant dans le quintile des années les plus favorables. 4 exploitations ont ainsi pu être réalisées entre la mise à l'herbe le 22 mars et la fin de la période expérimentale du 8 au 10 juillet. Les excédents de pâturage ont été ensilés sur

4 parcelles par traitement le 10 mai et fanés sur 2 parcelles les 2 et 12 juillet.

2.2. INFLUENCE DE LA QUANTITÉ D'HERBE OFFERTE

L'ensemble des résultats concernant l'influence de la quantité d'herbe offerte et l'effet de la réduction de la fertilisation azotée sur les caractéristiques de l'herbe pâturée et les performances des vaches laitières sont rassemblés dans les tableaux 1 et 2.

A même niveau de fertilisation azotée, l'augmentation de la hauteur sortie, de 5,8 à 7,2 cm en moyenne, s'est traduite par un accroissement des quantités d'herbe offerte au-dessus de 5 cm de 16,3 à 20,9 kg MS/vache/jour.

L'augmentation des quantités d'herbe "utilisée" qui en résulte, tenant compte de la hauteur de pâturage réalisée sur la base d'un facteur de correction de ± 300 kg M.S. par cm et par ha en dessous ou au dessus de 5 cm, a varié, selon les années, de 1,6 à 3,6 kg M.S. par vache et par jour.

Les caractéristiques du fourrage offert ont été pratiquement identiques quelle que soit la hauteur de pâturage avec des teneurs en Matières Azotées Totales ayant varié, selon les années, de 15 à 20 % (tableau 1). Parallèlement, les teneurs en énergie de l'herbe offerte sont restées très élevées : 0,95 UFL par kg M.S. en moyenne dans les 2 traitements avec une variabilité interannuelle très faible. Les teneurs en énergie de l'herbe ingérée par les vaches (à partir du dosage de l'azote fécal) sont proches d'un UFL au kg de M.S. quels que soient le traitement et l'année.

Année	Période expérimentale								
	1990			1992			1993		
Traitement :									
Fertilisation (kg N/ha/cycle)	50	50	25	50	50	25	50	50	25
Hauteur sortie (cm)	5,5	7	5,5	5,5	7	5,5	5,5	7	5,5
Durée (jours)	74	74	75,5	79,5	81	80,5	94	94,5	93
Fumure azotée (kg)	142	142	71	200	200	100	217	216	109
Hauteur entrée (cm)	12,7	15,1	12,4	12,8	14,0	10,6	12,25	13,9	10,5
Herbe offerte (kg MS)	14,8	21,5	16,7	16,7	22,1	15,7	14,3	19,2	14,4
Hauteur sortie (cm)	5,7	7,1	5,9	5,9	7,4	5,9	5,8	7,1	5,6
Herbe utilisée (kg MS)	13,7	17,3	15,1	15,1	16,8	13,4	12,7	14,3	12,6
MAT herbe offerte (% MS)	16,05	15,0	14,0	16,7	16,3	14,1	19,7	19,2	16,5
UFL herbe offerte	0,97	0,96	0,97	0,95	0,95	0,96	0,94	0,92	0,92
UFL herbe ingérée	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	1,00	1,00	0,98

La production laitière, exprimée en lait brut, a augmenté avec la hauteur de pâturage de 1,8, 1,1 et 1,0 respectivement en 1990, 1992 et 1993 (différences significatives 2 années sur 3). Le taux butyreux du lait a varié, en sens inverse de 1,0 à 1,4 g/kg au détriment du pâturage à 7 cm (différences non significatives). Mais les taux protéiques du lait ont été identiques entre les 2 hauteurs de pâturage (tableau 2). Ces résultats confirment ceux obtenus par LE DU et al. (1979), avec des vaches à potentiel plus faible, mais pour des quantités d'herbe offerte comparables : 4 à 6 % de réduction de la production laitière (3 à 6 % dans nos expérimentations) avec une augmentation du taux butyreux lorsqu'on diminue la quantité d'herbe offerte de 60-70 à 50 g de M.S. par kg de poids vif (estimation faite avec des prélèvements au niveau du sol). Plus récemment, MAYNES et al. (1987) ont mis en évidence l'intérêt de la mesure de la hauteur résiduelle de l'herbe en pâturage tournant, comme indicateur de l'intensité de pâturage. Ces auteurs concluent à une recommandation de 60 mm de hauteur de pâturage (mesurée à l'herbomètre) ou 80-90 mm (mesurée « talles tendues ») permettant d'atteindre un bon niveau d'efficacité d'utilisation de l'herbe sans trop pénaliser la production individuelle.

Fertilisation (kg N/ha/cycle)	Période expérimentale			Signification statistique	
	50	50	25	Effet hauteur	Effet azote
Hauteur sortie	5,5	7	5,5		
1990 (11 semaines) :					
. lait brut (kg)	21,0	22,8	21,0	0,001	NS
. taux butyreux (g/kg)	38,9	37,8	38,8	NS	NS
. taux protéique (g/kg)	29,7	29,5	29,9	NS	NS
. variation de poids (g/l)	47	214	85	0,05	NS
1992 (11 semaines) :					
. lait brut (kg)	20,8	21,9	20,8	0,09	NS
. taux butyreux (g/kg)	38,8	37,6	38,2	NS	NS
. taux protéique (g/kg)	30,2	30,4	30,4	NS	NS
. variation de poids (g/l)	145	244	279	NS	NS
1993 (14 semaines) :					
. lait brut (kg)	22,1	23,1	22,5	NS	NS
. taux butyreux (g/kg)	38,7	37,3	38,9	NS	NS
. taux protéique (g/kg)	29,0	28,6	29,6	NS	NS
. variation de poids (g/l)	-191	-16	-151	0,02	NS

La hauteur résiduelle de pâturage (Href) a été, dans nos essais, fortement corrélée à la quantité d'herbe offerte (H.O.) ($H.O. [kg MS] = 4,01 Href [cm] - 7,89 n = 9 R^2 = 0,92 \text{ et } r = 0,91$) elle-même liée à la quantité d'herbe ingérée (PEY-RAUD et al., 1996). Ces auteurs rapportent une augmentation des quantités ingérées de 0,19 à 0,23 kg de Matière Organique (M.O.) en plus par kg de M.O. offert en plus (au niveau du sol). Les mêmes calculs réalisés entre les 2 niveaux d'herbe offerte dans nos expérimentations donnent une estimation de l'accroissement de la quantité d'herbe utilisée (tenant compte de la hauteur de pâturage) de 0,28 kg M.O. par kg de M.O. offert en plus au niveau du sol. L'augmentation, en moyenne sur 3 ans, de 15,3 à 20,9 kg M.S. d'herbe offerte s'est traduite, dans nos essais, par un accroissement de la quantité d'herbe utilisée de 13,8 à 16,1 kg M.S. par jour qui explique sans doute l'amélioration de la production laitière et de la reprise de poids des vaches. La bonne corrélation observée entre la hauteur sortie et la quantité d'herbe offerte confirme par ailleurs la pertinence de la hauteur d'herbe résiduelle en pâturage tournant comme indicateur de la pression de pâturage et du niveau des performances accessibles.

2.3. INFLUENCE DE LA RÉDUCTION DE LA FERTILISATION AZOTÉE

La réduction de la fertilisation azotée de 50 à 25 unités d'azote par passage, à même rythme d'exploitation et pour une même hauteur sortie, s'est traduite par une diminution de la production de M.S. en 1992 et 1993 de 2,5 à 2,8 t M.S. représentant, en moyenne, 27 kg M.S. en moins par unité d'azote en moins (tableau 3).

Année	1990			1992			1993		
	50	50	25	50	50	25	50	50	25
Traitement :									
. Fertilisation (kg N/ha/cycle)	50	50	25	50	50	25	50	50	25
. Hauteur sortie (cm)	5,5	7	5,5	5,5	7	5,5	5,5	7	5,5
Dates début-fin	21/03-14/06	21/03-14/06	21/03-17/06	30/03-27/06	30/03-28/06	30/03-27/06	22/03-9/07	22/03-10/07	22/03-8/07
Durée (jours)	85,5	85,5	88	89,5	90,5	89,5	109,5	110	108,5*
A l'hectare total :									
. Fumure azotée (kg)	142	142	71	183	184	92	217	216	109
. Production matière sèche (kg MS)	5750	7385	5468	9120	11295	8604	10070	11687	7246
. Journées de pâturage	374	320	314	364	326	272	474	409	326
. Ares par vache laitière	22,9	26,7	28,0	24,8	27,7	32,9	21,1	24,4	30,7
. Lait à 4 % (kg)	7938	7243	8628	7633	6974	5706	10576	9389	7461
. Fourrages récoltés (kg M.S.)	-	-	-	1571	1877	1117	2313	2602	1870

La hauteur de l'herbe disponible à l'entrée des animaux sur les parcelles a diminué de 0,3, 2,2 et 1,7 cm en 1990, 1992 et 1993 respectivement (tableau 1). Les objectifs d'équivalence de hauteur de pâturage entre les 2 niveaux de fertilisation azotée ont été atteints : 5,6 à 5,9 cm selon les traitements et les années.

Les quantités d'herbe offerte ont été, en moyenne sur 3 ans, égales pour les 2 niveaux de fertilisation : 15,3 et 15,6 kg M.S. de même que les quantités d'herbe utilisée : 13,7 kg M.S. par vache et par jour.

La teneur en M.A.T. de l'herbe offerte a diminué en relation avec la réduction de la fertilisation azotée de 2 à 3,2 points selon les années, celle-ci étant néanmoins maintenue au bas de niveau de fertilisation, à 14-16 %. Les teneurs en UFL de l'herbe offerte et de l'herbe ingérée ont été identiques entre les 2 niveaux de fertilisation et proches d'un UFL par kg M.S. Enfin, au cours des 3 années d'expérimentation, la production laitière, les taux butyreux et protéique n'ont pas varié significativement entre les traitements (tableau 2) Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par l'INRA au Pin au Haras, avec des vaches laitières à potentiel laitier comparable, sur des prairies permanentes dont la teneur en matière organique du sol a permis, en l'absence de fertilisation minérale, de maintenir la teneur en M.A.T. de l'herbe à une valeur minimale de 15 % (DELABY et al., 1996). Les travaux conduits par Houssin et al. (1995) avec des vaches laitières de race Normande, ont mis en évidence une diminution du taux protéique du lait, en l'absence de fertilisation azotée des prairies. Mais les quantités d'herbe offerte ont été, dans ces expérimentations, faibles et traduisent sans doute une moins bonne couverture des besoins énergétiques des animaux. Enfin, les travaux conduits par l'INRA à Rennes ont montré l'influence prépondérante, sur la production laitière, de la teneur en M.A.T. de l'herbe dès lors que celle-ci atteint des valeurs limites de 10-11 % avec 18-19 kg M.S. d'herbe offerte (DELABY et al., 1996). Les auteurs soulignent que ces différences de performances peuvent être reliées aux effets de la teneur en azote de l'herbe sur le niveau d'ingestion. Le maintien, dans nos expérimentations, à 14-16 % de la teneur en M.A.T. de l'herbe avec 25 unités d'azote explique sans doute l'absence de différences de performances laitières entre les 2 niveaux de fertilisation pour une même quantité d'herbe offerte.

CONCLUSION

Dans les conditions de l'ouest de la France, avec des vaches laitières produisant 25-30 kg de lait à la mise à l'herbe, un objectif de hauteur résiduelle de 6 à 6,5 cm en pâturage tournant doit permettre d'atteindre un niveau de production laitière satisfaisant sans compromettre l'état ni la reprise de poids des vaches laitières. La réduction, dans ces conditions, de la fertilisation azotée de 50 à 25 unités par passage ne pénalise pas les performances individuelles dès lors que les quantités d'herbe offerte sont équivalentes, que la teneur en M.A.T. est supérieure à 14-16 % et que la valeur énergétique est préservée par une exploitation au même rythme.

(Bibliographie disponible auprès des auteurs.)