

I

LA PRODUCTION VÉGÉTALE ET LES FACTEURS DU RENDEMENT

P O T E N T I A L I T É S D E S P R O D U C T I O N S F O U R R A G È R E S

LE BUT ESSENTIEL DE LA CULTURE DE L'HERBE EST DE FOURNIR AUX RUMINANTS DES MATIÈRES ÉNERGETIQUES DIGESTIBLES ET D'AUTRES ÉLÉMENTS NUTRITIFS. LE sélectionneur de plantes fourragères est par conséquent intéressé fondamentalement par le problème de l'efficacité des plantes cultivées à convertir l'apport saisonnier d'énergie solaire et les matières nutritives du sol sous une forme convenant mieux à l'animal, et par la possibilité d'accroître cette efficacité par la sélection.

Dans le présent exposé, nous nous proposons de donner un aperçu des limitations courantes de ces apports vis-à-vis de la production d'une prairie, d'examiner quelle est la conversion potentielle de l'énergie et, à partir de là, la production de matière sèche de la plante cultivée. Nous ferons alors quelques suggestions sur la façon dont le sélectionneur pourrait améliorer l'efficacité de cette conversion de l'énergie et des éléments nutritifs.

Facteurs limitants de la production.

La principale limitation climatique à la production provient de la distribution saisonnière de l'énergie solaire ; mais l'utilisation de cette énergie

par la plante peut également être influencée par le froid de l'hiver ou la sécheresse de l'été. Dans les Iles Britanniques et le Nord de la France, l'apport d'énergie solaire présente une variation de près de 1 à 10, partant de moins de 50 cal/cm²/jour en décembre, pour dépasser 400 calories en juin.

En fait, plus de 75 % de l'énergie annuelle totale est reçue pendant les six mois allant d'avril à septembre. Dans le Sud de la France, par contre, l'apport d'énergie varie d'environ 150 cal/cm²/jour en décembre jusqu'aux environs de 600 calories en juin.

La distribution de la température suit de façon très étroite celle de l'énergie solaire, mais avec un retard de un à deux mois. A Aberystwyth, par exemple, au Pays-de-Galles, le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 5° C et le mois le plus chaud est août avec une température moyenne de 16° C. Les chiffres correspondants pour Paris, avec un climat plus continental, sont 3° C pour janvier et 19° C pour août, tandis que Bayonne a une moyenne de janvier de 8° C et une moyenne de juillet de 22° C. Puisque, pour la plupart de nos graminées et légumineuses des pays tempérés, la température optimale en ce qui concerne à la fois l'assimilation et la croissance des feuilles est de 20 à 25° C, les températures extérieures sont généralement au-dessous de l'optimum, même pendant la plus grande partie de l'été. De la même façon, pour la plupart de ces espèces fourragères, la température minimale autorisant une croissance active des feuilles est d'environ 5° C, bien que la photosynthèse puisse continuer au-dessous de cette valeur. La production hivernale peut, par conséquent, se trouver limitée à la fois par le faible apport d'énergie lumineuse et par les basses températures.

L'autre limitation climatique importante à la production de la prairie est le manque d'eau en été qui résulte d'un excès de l'évapotranspiration sur les précipitations. L'évapotranspiration potentielle est influencée principalement par l'apport saisonnier d'énergie, et varie, dans les Iles Britanniques, de 20 mm/mois en hiver à plus de 100 mm/mois en été. Cette variation est encore plus grande sous les régimes plus riches en énergie du Sud de la France. Les calculs de bilans hydriques saisonniers, tenant compte des réserves du sol, montrent que même dans le Sud et l'Est de l'Angleterre, les déficits en eau de l'été peuvent affecter la croissance des plantes de façon marquée la plupart des années.

Dans les conditions actuelles, en pratique, la principale limitation à la production annuelle totale de la plupart des prairies, en Grande-Bretagne et probablement aussi en France, est due à l'apport des éléments nutritifs du sol, et particulièrement de l'azote.

La plupart des cultures d'herbe répondent régulièrement aux augmentations des apports d'azote, jusqu'à plus de 500 unités de N/ha/an, alors que l'utilisation moyenne d'azote en Grande-Bretagne est très au-dessous de 100 kg/ha.

L'agriculteur peut remédier à la plupart des limitations en eau et en éléments nutritifs du sol, soit par l'irrigation, soit par l'emploi de plus grandes quantités d'engrais, bien qu'il y ait des limites économiques à ces remèdes ; mais il ne peut changer les limitations climatiques saisonnières de l'énergie lumineuse et de la température. Dans ce domaine, la seule solution réside dans la création et l'emploi de variétés mieux adaptées.

Les caractéristiques recherchées pour de telles variétés dépendront également, bien sûr, des exportations saisonnières attendues des cultures, exprimées en termes d'énergie et d'autres éléments nutritifs y compris des éléments minéraux tels que le calcium et le magnésium. La culture peut être considérée comme une source d'énergie, ou de protéines, ou les deux ; elle peut être établie pour le pâturage ou pour la fauche, ou encore pour l'affouragement direct ou pour la conservation ; et si la récolte est conservée, elle peut être traitée sous forme de foin, de fourrage séché artificiellement, ou d'ensilage.

La conversion de l'énergie à l'échelle de la feuille individuelle.

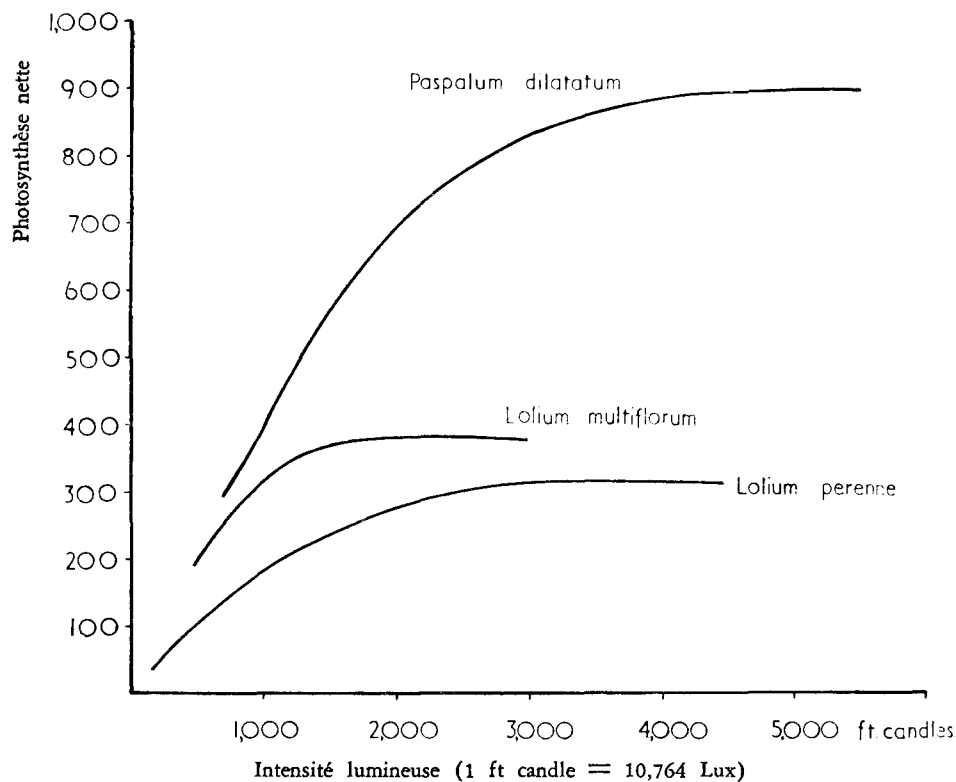
L'efficacité avec laquelle l'énergie lumineuse est convertie par la plante dépend de l'activité photosynthétique des feuilles individuelles, de la vitesse à laquelle elles se développent, et de leur disposition en relation avec la pénétration de la lumière dans la culture (8). En ce qui concerne la photosynthèse, la réponse de la feuille individuelle d'une graminée à l'accroissement de l'intensité de la lumière est bien connue (14, 11). Aux faibles intensités (environ 2.000 lux), la feuille peut fixer environ 12 à 15 % de l'énergie lumineuse qu'elle reçoit, mais au fur et à mesure que l'intensité de la lumière s'accroît, le taux de la photosynthèse se trouve limité par d'autres facteurs, tels que la quantité de CO² qui peut pénétrer dans les sites actifs

des chloroplastes ; un niveau de saturation peut être atteint éventuellement, au-delà duquel un nouvel accroissement de l'intensité lumineuse n'a plus d'effet sur le taux de la photosynthèse.

Pour de nombreuses espèces fourragères des pays tempérés, y compris les Ray-grass anglais et d'Italie, le Dactyle, le Trèfle violet et le Trèfle blanc, la feuille atteint le point de saturation de la lumière aux environs de 20.000 à 30.000 lux. Par suite, sous les fortes intensités lumineuses de l'été, qui peuvent dépasser 90.000 lux à midi, moins de 2 à 3 % de l'énergie lumineuse se trouve fixée par la feuille (fig. 1 a). Des valeurs similaires pour

Figure 1

a) Effet de l'intensité lumineuse sur la photosynthèse de graminées tempérées et tropicales (d'après COOPER et TAINTON, 1968)



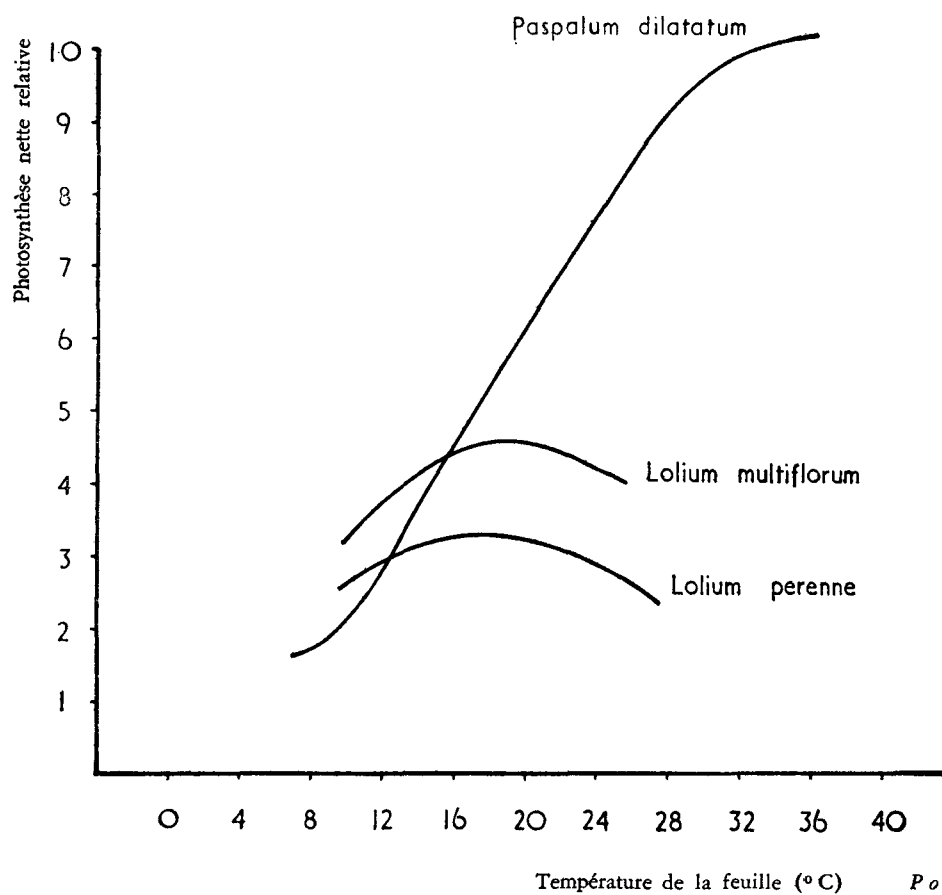
la conversion d'énergie et la production de matière sèche, s'échelonnant de 12 à 15 % en hiver (environ 1 g/m²/jour) à 2-3 % en été (environ 10 g/m²/jour) ont été mis en évidence sur de jeunes plantules espacées de Ray-grass, de Dactyle et de Fétuque élevée, cultivées tout au long de l'année à Aberystwyth sans limitation ni d'eau ni de température (19).

Au contraire, de nombreuses graminées sub-tropicales telles que *Paspalum dilatatum* et *Cynodon dactylon*, aussi bien que la canne à sucre et le Maïs, continuent à accroître leur taux de photosynthèse jusqu'à des intensités lumineuses dépassant 60.000 lux et peuvent, par conséquent, atteindre des taux de conversion de 5 à 6 % de l'énergie lumineuse qu'elles reçoivent. Toutefois, même avec les espèces tempérées, on peut noter des différences entre les niveaux de saturation, et par suite entre les taux maximaux de photosynthèse. Pour le Ray-grass anglais, par exemple, une variation de plus de 50 % dans le taux maximal de photosynthèse existe entre les génotypes individuels et des différences dans la structure du mésophylle de la feuille sont liées à cette variation. De telles variations peuvent contribuer utilement à accroître la production pendant les périodes de forte intensité lumineuse de l'été.

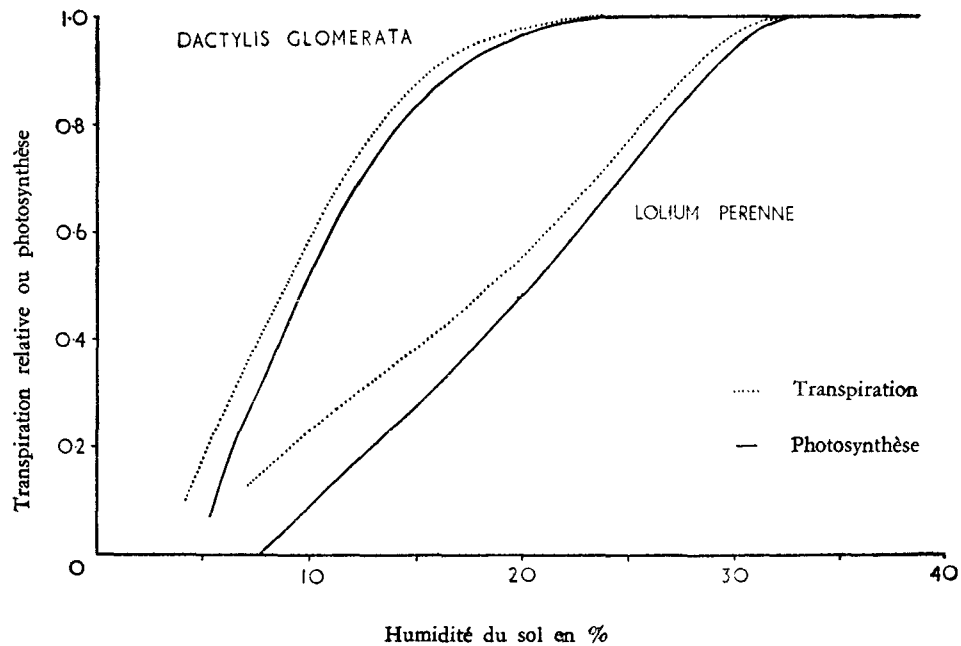
L'activité photosynthétique de la feuille peut cependant être limitée par les basses températures ou par le déficit en eau. La plupart des graminées fourragères des pays tempérés ont un optimum de température de 20 à 25° C pour la photosynthèse et cette dernière décroît considérablement au-dessous de 10° C (fig. 1 b). Cependant, pour de nombreuses espèces tropicales telles que *Cenchrus ciliaris* et *Paspalum dilatatum*, l'optimum de température est supérieur à 30° C, et à 15° C (ce qui correspond aux températures estivales de Grande-Bretagne), la photosynthèse n'est pas plus grande pour elles que pour les espèces tempérées (11).

De la même façon, une réduction de l'humidité du sol peut diminuer et dans certains cas empêcher la photosynthèse et la transpiration, probablement par une fermeture des stomates; mais les espèces fourragères et même les variétés présentent des différences entre elles dans leur tolérance aux faibles taux d'humidité du sol (fig. 10). Le Dactyle S.143, par exemple, semble poursuivre son activité photosynthétique à un taux d'humidité du sol plus faible que ne le fait le Ray-grass anglais et les variétés de Ray-grass elles-mêmes présentent des exigences différentes en ce qui concerne l'humidité du sol.

b) Effet de la température sur la photosynthèse de graminées tempérées et tropicales (d'après COOPER et TAINTON, 1968)



c) Effet de l'humidité du sol sur la photosynthèse et la transpiration d'un Ray-grass anglais (S.24) et d'un Dactyle (S.143) (d'après J.-Charles EDWARDS, non publié)



En conclusion, par conséquent, la feuille individuelle ou la jeune plante isolée de nombreuses graminées fourragères tempérées est capable de transformer environ 12 à 15 % des faibles intensités lumineuses de l'hiver, pourvu que la température soit convenable, mais seulement 2 à 3 % des fortes intensités de l'été. Ceci correspond à une production journalière de plus de 10 g/m² en été, et de moins de 1 g/m² en hiver sous les conditions britanniques.

La conversion de l'énergie à l'échelle du couvert végétal.

La culture de l'herbe n'est pas constituée de feuilles individuelles ou de plantules espacées pleinement exposées à la lumière incidente, mais d'un couvert plus ou moins fermé, sur la surface duquel tombe la lumière qui est réfléchiée ou transmise à l'intérieur de la culture. Cette dilution de la lumière incidente sur une plus grande surface foliaire entraîne une conversion d'énergie plus efficace et une plus grande production potentielle par unité de surface de sol.

La relation entre la croissance des plantes, la taille et la distribution de leurs surfaces foliaires a été étudiée largement (12,5). A la suite de la germination ou d'une défoliation, le taux d'assimilation, et par suite le taux de croissance des plantes, sont limités par la faible surface de feuilles exposées à la lumière. Au fur et à mesure que les plantes poussent, l'assimilation par unité de surface de feuilles se trouve réduite par le fait qu'elles se font mutuellement de l'ombre, bien que le taux de croissance de plantes continue d'augmenter.

On peut alors atteindre un stade où la couverture est assez importante pour intercepter toute la lumière qui tombe sur elle, et le taux de croissance maximal de la culture est atteint, bien que ce taux puisse décroître à nouveau lorsque les surfaces des feuilles s'accroissent encore, en raison de difficultés respiratoires plus grandes à la base du gazon.

L'importance de la surface foliaire nécessaire pour intercepter toute la lumière incidente, et par suite le taux de croissance maximal de la culture, différeront alors selon l'arrangement des feuilles à l'intérieur du couvert. Pour le Trèfle blanc par exemple, qui a des folioles plates et horizontales, toutes la lumière se trouvera interceptée par un indice de surface foliaire relativement faible, de 3-4 (c'est-à-dire lorsqu'il existe 3-4 m² de feuilles sur 1 m² de terrain), mais dans un gazon de Ray-grass avec des feuilles plus dressées, la même quantité de lumière peut être répartie sur un indice de surface foliaire de 7-8 (4). De la même façon, parmi les différents Ray-grass, une variété plus dressée telle que le Ray-grass d'Italie S.22 permettra à la lumière incidente de se répartir sur une plus grande surface foliaire qu'un type prostré tel que le Ray-grass anglais S.23. et aura par conséquent un taux de croissance maximal plus élevé (tableau I, réf. 8).

Aux faibles intensités lumineuses de l'hiver, l'efficacité d'un couvert de Ray-grass dans la conversion de l'énergie lumineuse incidente est semblable à celle de la feuille individuelle (environ 12 à 15 %), puisque toutes les feuilles sont exposées à la lumière et que son intensité est très au-dessous du point de saturation. Aux plus fortes intensités de l'été, par contre, la dilution de la lumière incidente sur une surface foliaire plus grande entraîne une conversion plus efficace par le couvert (5-6 %), comparée à moins de 3 % pour la feuille individuelle (8, 16). Cette conversion de 5 à 6 % correspond à un taux de croissance de la culture de plus de 200 kg/ha/jour sous les conditions britanniques, pourvu que l'alimentation en eau soit suffisante (tableau II, réf. 1).

A partir de la connaissance de l'apport journalier d'énergie, du schéma de l'interception de la lumière par le couvert végétal et du taux de photosynthèse des feuilles individuelles, de WIT (28) a calculé le taux potentiel de production de matière sèche pendant la saison de végétation aux Pays-Bas, en supposant qu'il n'existe aucune limitation de température, d'eau ou d'éléments nutritifs du sol. En tenant compte des pertes respiratoires, il a obtenu des estimations de plus de 200 kg/ha/jour pour la période de mai à août, et a trouvé que de telles valeurs pouvaient être atteintes à la fin du printemps et au début de l'été. Ces chiffres sont semblables à ceux de 162 à 228 kg/ha/jour rapportés par SIBMA (25) pour d'autres espèces cultivées et pour des cultures d'algues pendant l'été.

En conclusion, dans la mesure où les températures sont convenables, un couvert végétal fermé constitué d'une graminée tempérée telle que le Ray-grass anglais devrait être capable d'atteindre une conversion d'énergie de 5 à 6 % en été, et de plus de 12 % lors des plus faibles intensités lumineuses de la fin de l'automne et du début de l'hiver. Dans les conditions britanniques, ceci correspondrait à un taux de croissance de la culture supérieur à 208 kg/ha/jour en été et de moins de 30 kg/ha/jour en hiver et au début du printemps.

Cycles saisonniers de croissance foliaire et de floraison.

La croissance de la culture herbacée dépendra du taux d'expansion de la surface foliaire, aussi bien que de son activité photosynthétique. La température optimale pour la croissance foliaire de la plupart des graminées

tempérées, y compris le Ray-grass anglais, le Dactyle et la Fétuque élevée, est d'environ 20 à 25° C, alors que pour de nombreuses graminées subtropicales telles que *Paspalum dilatatum*, elle est beaucoup plus élevée, aux environs de 30-35° C. Même parmi les graminées tempérées, toutefois, les espèces et les variétés présentent de grandes différences dans leurs limites minimales de température autorisant une croissance active (7, 22, 23). De nombreux écotypes de Ray-grass anglais, de Dactyle et de Fétuque élevée provenant de milieux méditerranéens, où la saison de croissance active est l'hiver, peuvent développer des feuilles de façon assez active à 5° C comparativement aux variétés nordiques et continentales qui deviennent souvent dormantes ou semi-dormantes ; il peut y avoir, cependant, de faibles différences dans les taux d'assimilation entre les deux groupes de plantes à cette température. Cette croissance foliaire active des variétés méditerranéennes aux basses températures est souvent liée à un manque de résistance au froid et le sélectionneur doit rechercher un équilibre correct entre ces caractères, en fonction des conditions hivernales dans lesquelles il travaille. Réciproquement, les variétés nordiques de Dactyle et de Ray-grass anglais développent leurs surfaces foliaires très activement pendant les jours longs et sous les fortes intensités lumineuses de l'été, alors que pour la plupart des variétés provenant de la zone méditerranéenne, l'expansion des feuilles se trouve réduite et un certain degré de dormance estivale s'établit.

De la même façon, le cycle saisonnier de la floraison pour des graminées tempérées telles que le Ray-grass anglais et le Dactyle, phénomène qui influence la distribution de la matière sèche dans la plante et sa valeur nutritive, est souvent lié à la sélection naturelle ou agronomique subie antérieurement par les plantes (6). Dans un milieu méditerranéen, où la sécheresse d'été est le facteur climatique limitant principal, les variétés adaptées localement poussent activement tout l'hiver, et la floraison et la production de semences peuvent prendre place au printemps avant que la sécheresse estivale ne commence. Au contraire, dans un milieu nordique ou continental où le froid de l'hiver est le facteur limitant principal, les variétés locales ne produisent pas d'épis avant la fin du printemps ou le début de l'été, et le développement des semences n'intervient que pendant les jours longs du milieu de l'été. Sous le climat maritime des Iles Britanniques, où ni la sécheresse de l'été ni le froid de l'hiver ne sont des facteurs limitants sévères, une gamme de variétés précoces, intermédiaires et tardives, ont été développées en fonction de différents systèmes d'exploitation. Ces différences entre les dates de

floraison sont basées sur des réponses de développement à la température et à la photopériode qui peuvent être déterminées et sélectionnées par le généticien.

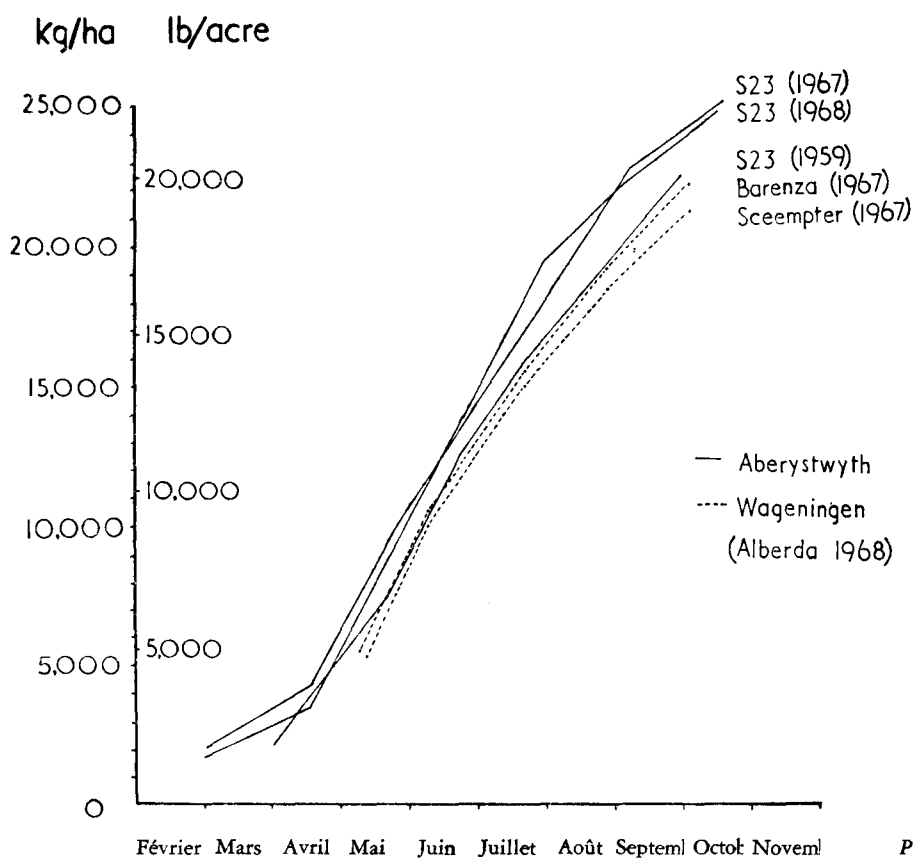
Production potentielle de la prairie établie.

Bien que l'on puisse obtenir des estimations de conversion potentielle d'énergie et de la production de matière sèche d'une culture d'herbe en intégrant le taux de croissance maximal du couvert végétal primaire sur la totalité de l'année (28), en pratique un gazon est soumis à une série de récoltes pendant l'année, soit sous forme de pâturages, soit sous forme de fauches. Toute estimation du couvert primaire doit donc être comparée au rendement annuel et à la conversion d'énergie obtenus sur des gazons établis, cultivés sans limitation d'eau ou d'éléments nutritifs du sol, et selon un système de récolte qui maintienne une interception adéquate de la lumière, mais qui minimise le vieillissement et la décomposition à la base du gazon (10, 2).

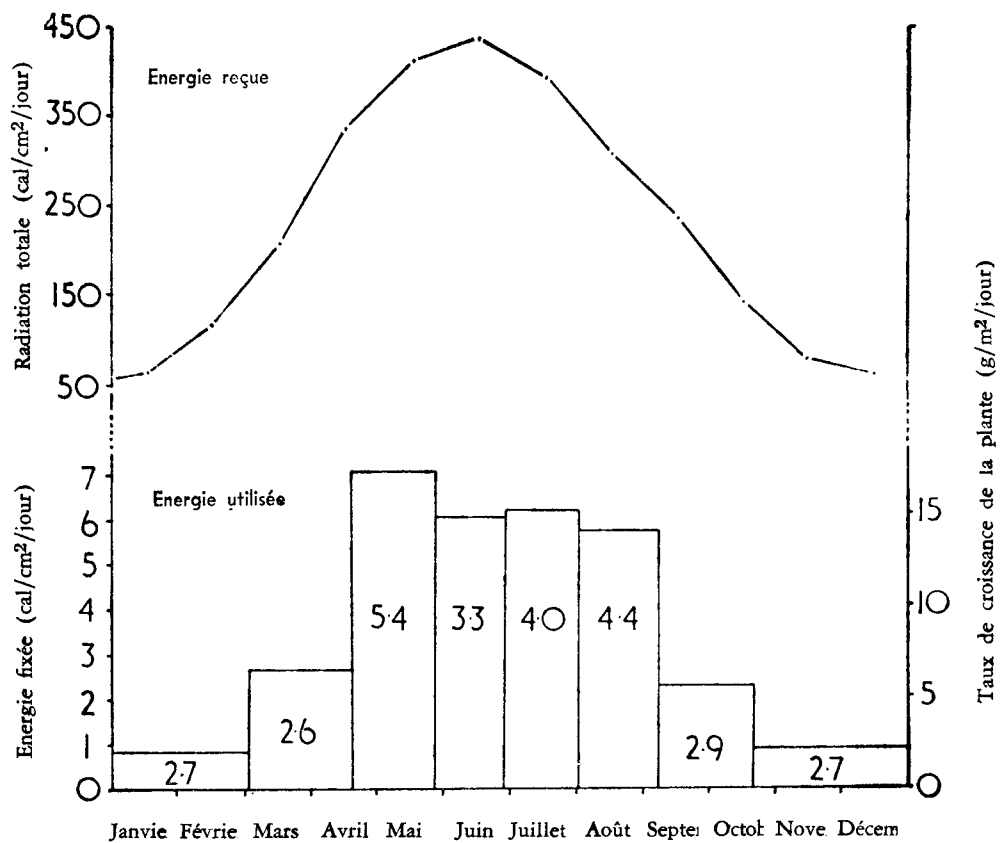
Un tel système suppose généralement cinq à huit récoltes pendant la saison de végétation, à des intervalles de quatre à six semaines, avec un apport d'engrais pouvant atteindre 600 kg/ha d'azote, et les quantités correspondantes d'acide phosphorique et de potasse. En appliquant ce système d'exploitation à de petites parcelles en plein champ, des variétés de Ray-grass anglais à haute faculté de tallage ont révélé un potentiel de plus de 25 tonnes/ha de matière sèche à Aberystwyth (10) et atteignant 20 t/ha/an à Cambridge (24) et aux Pays-Bas (2) (fig. 2 a). Les rendements les plus élevés obtenus à Aberystwyth (fig. 2 b, table 3) correspondent à une conversion annuelle de l'énergie de 3 à 4 % de l'apport d'énergie lumineuse. Pendant la période estivale, d'avril à septembre, des chiffres de conversion de 4 à 5 % ont été obtenus, mais pendant la période d'octobre à mars, seulement 2,5 % environ de l'énergie des faibles intensités lumineuses a été fixée, ce qui est probablement dû aux limitations des basses températures. Les taux de croissance de la culture qui ont été atteints s'échelonnent de 140-170 kg/ha/jour pendant l'été (avril-septembre), à moins de 20 kg/ha/jour pour octobre-mars. Avec une telle fréquence de coupes, la digestibilité de la matière organique s'est maintenue au-dessus de 66 % et la teneur en protéines brutes au-dessus de 12 % (table 3). Pour ce système d'exploitation, comprenant des coupes à intervalles de cinq à sept semaines, le Ray-grass d'Italie et le moins persistant des Ray-grass anglais, le type

Figure 2

a) Production cumulée de matière sèche en petites parcelles
soumises à des exploitations intensives. Aberystwyth et Wageningen
(d'après COOPER 1968, et ALBERDA 1968)



b) Production saisonnière et conversion de l'énergie
 dans le cas d'un Ray-grass anglais (Ba.6280) cultivé en plein champ
 en petites parcelles (1967)



Irlandais, ont donné des rendements sensiblement plus faibles que les variétés persistantes à plus forte capacité de tallage, telles que S.23 et Ba.6280. Toutefois, avec un système d'exploitation destiné à la constitution de réserves, il est possible d'obtenir du Ray-grass d'Italie des rendements en matière sèche plus élevés. Il faut noter toutefois que ces hauts rendements potentiels et les différences accusées entre variétés ne se révèlent que lorsque les apports d'engrais sont élevés, la lumière et la température restant les seuls facteurs limitants (fig. 3 a). Aux niveaux d'azote inférieurs à 200 kg/ha, peu de différences variétales peuvent être détectées.

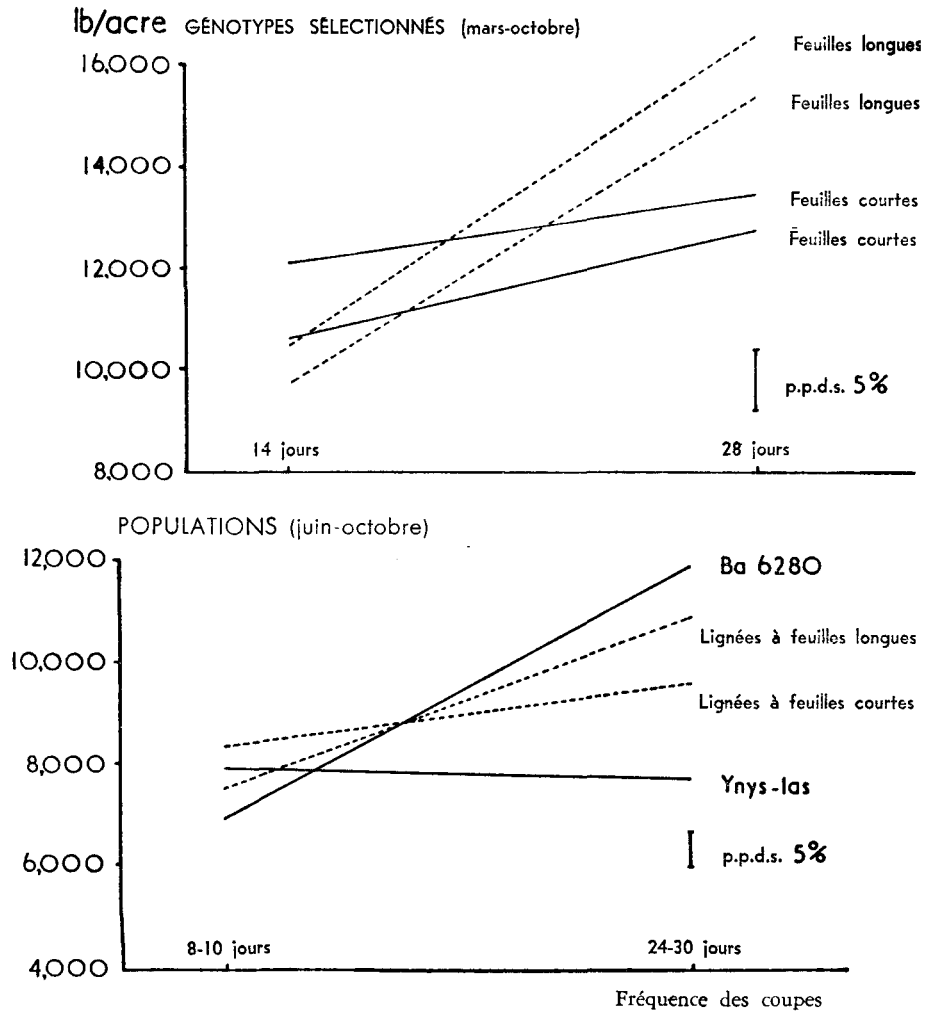
De tels rendements en matière sèche sont beaucoup plus élevés que la production moyenne des prairies britanniques, qui est probablement de 6.000 à 7.000 kg/ha de matière sèche ; mais déjà un certain nombre d'herbages utilisant de grandes quantités d'engrais et de forts chargements de bétail approchent ces résultats.

Exprimés en termes d'énergie digestible et de protéines, ces rendements potentiels des cultures d'herbe supportent favorablement la comparaison avec ceux des autres cultures arables (15, 9). Sous les conditions britanniques, une bonne culture de céréales donnant un rendement en grains de 50 qx/ha atteint seulement une conversion de l'apport annuel d'énergie lumineuse de 0,5 %, et un rendement en protéines inférieur à 600 kg/ha. Ceci est dû surtout au fait que la culture occupe le sol pendant seulement une partie de l'année (les apports d'énergie d'août et septembre se trouvant perdus), et aussi parce que les rendements économiques ne comprennent qu'une partie seulement de la matière sèche totale qui a été produite. Une culture de pommes de terre de 50 tonnes/ha, qui maintient un couvert végétal actif pendant la plus grande partie de l'été, peut convertir une plus grande partie de l'énergie lumineuse reçue, environ 1 %, bien qu'ici à nouveau une partie seulement de la matière sèche totale produite soit utilisée. D'un autre côté, une culture de betteraves à sucre qui occupe le sol d'avril à octobre peut donner jusqu'à 20 tonnes/ha de matière sèche totale, correspondant à plus de 2 % de l'apport annuel total d'énergie lumineuse, y compris 7,5 tonnes/ha de sucre qui représentent 0,8 % de l'énergie lumineuse.

Bien que le rendement de l'herbe en énergie et en protéine soit considérablement plus élevé que celui des autres cultures, il requiert des séries de récoltes soit par la pâture, soit par des fauches régulières, se présente

Figure 3

a) Différences variétales pour la réponse à l'azote mesurées sur petites parcelles en plein champ (1967-1968)



conserver, à stocker et à transporter, et qui bien entendu doit être transformé à travers l'animal. Même dans ces conditions, en tant que source d'énergie pour le ruminant, la marge biologique entre l'herbe et une récolte de céréale est considérable, et dans les conditions britanniques, comme cela a été montré par ROGERS (24), même la combinaison d'une culture fourragère d'hiver telle que le seigle (avec un potentiel de 5 tonnes/ha) et d'une culture d'été comme le Maïs (dont le potentiel est de 15 tonnes/ha) ne donne pas un rendement plus élevé que celui d'une herbe pérenne bien fertilisée et irriguée. Dans les régions à plus hautes températures estivales et à plus fortes intensités lumineuses, cependant, le Maïs et sans doute la Luzerne peuvent bien avoir une production potentielle plus élevée qu'une graminée pérenne.

Conséquences pour la sélection.

Le choix des objectifs dans les programmes de sélection requiert la connaissance de la production saisonnière des variétés fourragères existantes, et des limites au-delà desquelles elles deviennent incapables de convertir l'énergie possible et les éléments nutritifs.

Bien que la production potentielle de maintes variétés existantes de graminées soit considérablement plus élevée que celle qui est obtenue généralement en pratique, un rendement de 20 tonnes/ha/an correspond seulement à une conversion de 2 à 3 % de l'apport annuel d'énergie lumineuse, ce qui est très au-dessous de celle qui est théoriquement possible (18). L'amélioration future de la conversion de l'énergie et des éléments nutritifs par les graminées pérennes peut très bien impliquer des caractéristiques physiologiques telles que :

1) un niveau plus élevé de saturation de la lumière, permettant un meilleur emploi des intensités lumineuses de l'été. De WIT (28) a calculé que l'élévation du taux maximal de photosynthèse des feuilles individuelles est l'un des facteurs les plus importants qui déterminent la production potentielle du couvert végétal ;

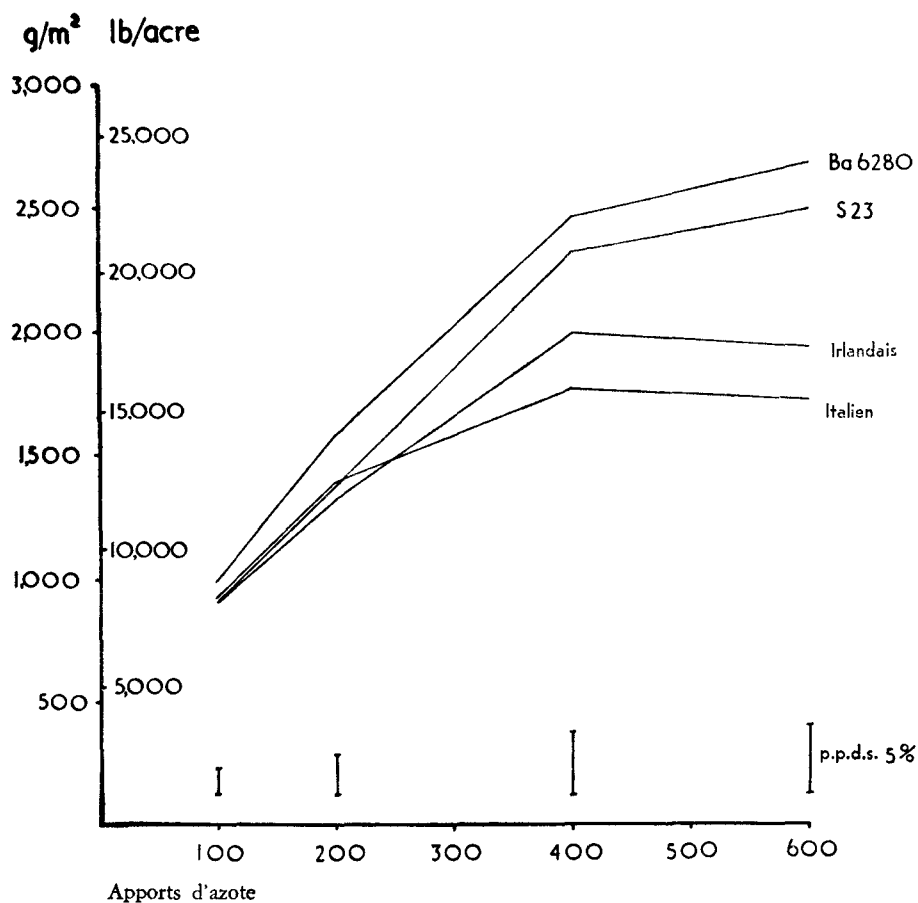
2) une distribution de la lumière plus efficace à l'intérieur de la culture, particulièrement aux intensités lumineuses élevées et lorsque l'indice de surface foliaire est élevé (28) ;

3) l'aptitude à maintenir une photosynthèse active aux faibles niveaux d'humidité du sol ;

4) une photosynthèse plus active et/ou une production de feuilles pendant les basses températures et les faibles intensités lumineuses de l'hiver ;

5) une réponse à des systèmes particuliers de défoliation, tels que le pâturage tournant ou une exploitation destinée à la conservation. RHODES (21) a déjà montré qu'il existe des interactions marquées de la production avec les fréquences de coupes, entre différentes variétés et lignées de Ray-grass anglais (fig. 3 b), interactions souvent liées à la longueur des feuilles ;

b) Réponse de populations, de lignées et de génotypes individuels de Ray-grass anglais, à la fréquence des coupes (d'après RHODES, non publié)



6) une réponse aux éléments nutritifs du sol et une capacité d'absorption de ces éléments, avec une référence particulière aux besoins alimentaires de animaux (17, 20).

Des variations dans la plupart de ces caractéristiques physiologiques ou morphologiques ont été détectées aujourd'hui dans les espèces et variétés fourragères existantes et des programmes appropriés de sélection sont en cours.

J.-P. COOPER,
*Station d'Amélioration des Plantes
 du Pays-de-Galles, Aberystwyth.*