

Productivité des peuplements prairiaux : caractérisation et diagnostic

G. Lemaire

La caractérisation de la productivité des différents types de prairie est une condition indispensable pour une gestion raisonnée de leur exploitation. Une connaissance suffisamment précise des niveaux de production d'herbe envisageables sur les différentes prairies d'un système fourrager et de leur évolution au cours des saisons en fonction des variations climatiques doit permettre un meilleur ajustement des chargements animaux aux ressources fourragères instantanées et une meilleure gestion de la constitution des stocks et de leur utilisation.

Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de connaître les grandes lois qui déterminent l'action des facteurs du milieu sur la croissance en matière sèche des peuplements prairiaux. Mais ceci reste encore insuffisant et il est indispensable de préciser quelle part de la biomasse végétale produite est valorisable par l'animal avec le mode d'exploitation envisagé.

Dans le cadre de cet article nous allons tenter d'apporter un certain nombre de définitions indispensables à la clarification du problème posé. Nous illustrerons ensuite la manière de prendre en compte la variabilité climatique dans l'estimation de la productivité des prairies. Enfin, nous montrerons la forte interaction qui peut

MOTS CLÉS

Biomasse, facteur milieu, interaction génotype × mode d'exploitation, mode d'exploitation, morphogénèse, productivité, tallage.

KEY-WORDS

Bio-mass, environmental factor, genotype × management interaction, management, morphogenesis, productivity, tillering.

AUTEUR

Station d'Ecophysiologie des Plantes Fourragères, I.N.R.A., F-86600 Lusignan.

exister entre la composition floristique d'une prairie et son mode d'utilisation vis-à-vis de sa production valorisable par les animaux.

Définitions préliminaires

La production d'un peuplement prairial peut être définie comme la quantité de matière sèche aérienne produite par unité de surface. Elle s'exprime en règle générale en kg de matière sèche (MS) par hectare. Nous préférons ce terme de production, équivalent de l'anglais yield, à celui de rendement, plus couramment employé, emprunté aux céréales, et qui implique l'achèvement d'un cycle de développement du végétal, ce qui n'est absolument pas le cas de la prairie où la récolte peut être faite à un moment indéterminé. Dans ces conditions, la production est tout autant déterminée par le mode de récolte (temps de repousse) que par le fonctionnement intrinsèque du peuplement prairial.

Pour palier à cette difficulté inhérente aux modes d'utilisation des peuplements prairiaux, nous avons déjà indiqué la nécessité de caractériser la **productivité d'un peuplement prairial** à une période donnée par sa vitesse de production de biomasse aérienne exprimée en kg de MS par hectare et par jour (LEMAIRE et SALETTE, 1982).

Il est important de bien insister sur le fait que, dans un certain nombre de situations, la quantité de matière sèche produite par un peuplement prairial n'est pas équivalente à la quantité de matière sèche que l'on est susceptible de récolter. Il est nécessaire de faire la distinction entre la production (ou productivité) primaire qui est égale au cumul de matière sèche élaborée par la prairie et la production (ou productivité) récoltable qui est égale à la quantité de matière sèche présente sur pied. La différence entre ces deux grandeurs vient de ce que les organes foliaires des graminées prairiales ont une durée de vie limitée et que l'accumulation de biomasse récoltable dans un peuplement prairial est en fait la résultante d'un flux d'élaboration de tissus foliaires nouveaux (production primaire) et d'un flux de sénescence et de décomposition de tissus foliaires plus âgés.

La productivité primaire doit être analysée en tant que telle comme processus de base d'élaboration de la biomasse végétale en fonction des diverses variables du milieu et des caractéristiques génotypiques du peuplement. Il est nécessaire de distinguer :

— la **productivité primaire totale** qui représente le taux d'élaboration de tissus aériens et souterrains ; ceci correspond en fait au flux net d'entrée de carbone dans le peuplement ;

— la **productivité primaire aérienne** qui ne concerne que l'élaboration de

biomasse aérienne et qui correspond aux processus de consommation du carbone assimilé par la croissance des organes aériens.

Ainsi, les processus de la productivité primaire peuvent être décrits quantitativement par des modèles de photosynthèse et de morphogénèse dépendant des variables du milieu.

L'analyse de la productivité récoltable nécessite la prise en compte supplémentaire des processus de sénescence et de décomposition des tissus foliaires. On pourra distinguer selon les problèmes posés :

— une production récoltable en biomasse totale, c'est à dire incluant à la fois la biomasse vivante et la biomasse morte (débris) :

Production totale récoltable = Production primaire – Décomposition

— une production récoltable en biomasse vivante :

Production vivante récoltable = Production primaire – Sénescence

— une production récoltable de biomasse morte :

Production morte récoltable = Sénescence – Décomposition

Dans la perspective d'une transformation de la biomasse récoltée en produits animaux c'est essentiellement la biomasse vivante qui nous intéresse ; on voit alors tout l'intérêt qu'il peut y avoir à bien caractériser les mécanismes qui contrôlent la sénescence dans les peuplements prairiaux. L'accumulation de débris dans la biomasse récoltée conditionne en partie la qualité du fourrage offert aux animaux, d'où la nécessité de prendre en compte également les mécanismes qui contrôlent leur décomposition et leur disparition sous forme de litière.

Les définitions qui viennent d'être données ci-dessus ne sont pas nouvelles, elles sont à la base de la démarche des études d'écologie végétale ; cependant elles ont été trop souvent ignorées ou "oubliées" dans un certain nombre d'études agronomiques et zootechniques relatives à la prairie.

Déterminisme de la productivité primaire

• Productivité potentielle

La productivité d'un peuplement prairial est, à chaque instant, déterminée par l'ensemble des facteurs du milieu susceptibles d'agir sur les processus élémentaires d'élaboration de la biomasse végétale aérienne et par la réponse propre à chaque composante génotypique du peuplement.

Parmi l'ensemble des facteurs et des conditions du milieu à considérer, il est utile de distinguer, pour des raisons agronomiques, les facteurs et les conditions

susceptibles d'être modifiés et maîtrisés par les pratiques agricoles, de ceux qui ne peuvent pas l'être. Ainsi, il est possible de définir une productivité potentielle comme étant celle qu'il est possible d'obtenir lorsque tous les facteurs modifiables du milieu ont été portés à l'optimum. Dans ces conditions, la productivité potentielle est directement dépendante des facteurs non modifiables du milieu.

Dans une première approche simplificatrice, on peut admettre que les deux seuls facteurs du milieu qui ne puissent pas être modifiés à l'échelle agronomique sont le rayonnement et la température. Le cas du déficit hydrique, modifiable par recours à l'irrigation, ne sera pas traité dans le cadre de cet article du fait de sa complexité, bien que nous ayons conscience de son importance réelle en maintes situations.

L'effet de la température sur la productivité primaire a pu être mis en évidence au printemps, période où l'on peut enregistrer de fortes variations. LEMAIRE et al. (1982) ont proposé un modèle permettant de relier l'accumulation de biomasse aérienne (MS) à la somme de température moyenne journalière (ΣT) :

$$(1) MS = b (\Sigma T - a), \text{ avec :}$$

— b : productivité en kg MS/ha/degré.jour,

— a : démarrage apparent de la croissance.

Ce modèle ne prend pas en compte implicitement l'effet du rayonnement, si ce n'est par le biais de la corrélation pouvant exister dans les conditions naturelles à cette période avec la température. La stabilité de ce modèle, et donc sa valeur prédictive, dépend essentiellement du type de liaison existant entre ces deux variables climatiques. Il est donc possible d'expliquer la relative stabilité des valeurs de b obtenues en climat océanique autour de valeurs moyennes de 12,5 kg MS/ha/degré.jour et la plus grande variation observée en climat continental et de montagne avec des valeurs de b pouvant atteindre 15 à 16 kg MS/ha/degré.jour (MORLON et al., 1985 ; FIORELLI et al., 1989 ; KÜNG-BENOIT, 1991) du fait d'association de températures plus fraîches à des rayonnements plus élevés.

L'effet du rayonnement sur la productivité primaire peut être pris en compte dans un modèle de portée plus générale faisant intervenir simultanément la température. Ce modèle est basé sur la relation existant entre l'accumulation de biomasse et la quantité de rayonnement intercepté (PAR_i) par un couvert végétal (GOSSE et al., 1984 ; LEMAIRE, 1985 ; GASTAL et LEMAIRE, 1988) :

$$(2) MS = \alpha \cdot \Sigma PAR_i$$

La quantité de rayonnement intercepté par un couvert végétal dépend de son efficacité d'interception (E_i) qui mesure le rapport entre le rayonnement visible

intercepté et le rayonnement visible incident. La valeur de E_i est fonction de l'état de développement des surfaces foliaires du couvert végétal estimé par l'Indice Foliaire (IF) :

$$(3) E_i = 0,95 (1 - e^{-k \cdot IF})$$

(0,55 < k < 0,65 pour la plupart des couverts prairiaux)

L'effet de la température est essentiellement pris en compte au niveau du développement de l'Indice Foliaire :

$$(4) IF = b \cdot \Sigma T$$

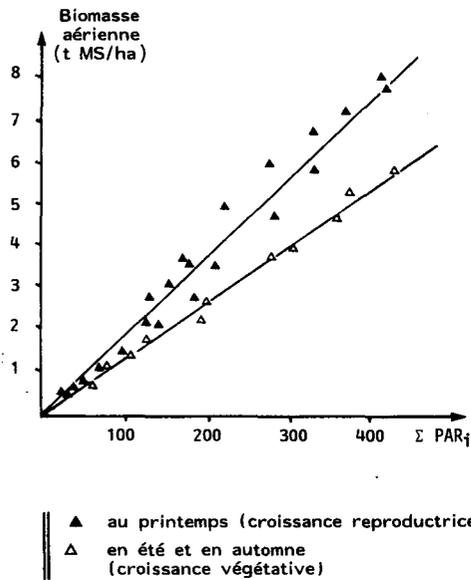


Figure 1

FIGURE 1 : Relation entre la production primaire de biomasse aérienne et la quantité de rayonnement visible intercepté (PAR_i) par un peuplement de fétuque élevée

FIGURE 1 : Relationship between the primary production of aerial bio-mass and the amount of visible radiation intercepted (PAR_i) by a tall fescue stand

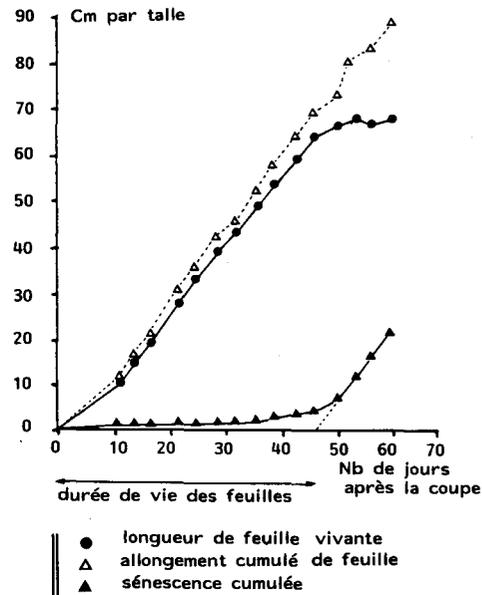


Figure 2

FIGURE 2 : Evolution de la longueur de feuille vivante, de l'allongement cumulé de feuille et de la sénescence cumulée de feuille sur une talle de fétuque élevée après défoliation

FIGURE 2 : Evolution of the length of a living leaf, of the cumulated leaf lengthening and of the cumulated leaf senescence on a tall fescue tiller following defoliation

La figure 1 illustre la relation existant entre la productivité primaire potentielle d'une fétuque élevée (nutrition minérale et alimentation hydrique non limitante) et la quantité de rayonnement intercepté. Les deux valeurs distinctes de la pente de la régression pour les deux saisons correspondent à deux états physiologiques différents du couvert végétal : reproducteur au printemps et végétatif en été, impliquant une répartition différente des assimilats entre les parties aériennes et souterraines (BÉLANGER, 1990).

• Productivité en conditions limitantes

Lorsque les facteurs modifiables du milieu (nutrition minérale et alimentation hydrique notamment) ne sont pas à l'optimum, le niveau de productivité primaire réel est réduit proportionnellement à l'importance du déficit du facteur le plus limitant.

En ce qui concerne la nutrition azotée, des possibilités de diagnostic de l'état de nutrition basées sur les courbes de dilution ont été développées (LEMAIRE et al., 1989). Elles permettent de relier l'importance de la diminution de productivité primaire à l'importance du déficit de nutrition azotée constaté.

Une démarche analogue est entreprise pour les nutriments phosphatée et potassique permettant de diagnostiquer le niveau de carence et d'en déduire la réduction de productivité qui en découle (SALETTE et al., 1982).

Le problème du déficit hydrique est plus délicat à prendre en compte, bien que la méthodologie d'approche soit tout à fait analogue. La difficulté réside dans le fait que l'état hydrique d'un peuplement végétal est une grandeur délicate à estimer et éminemment variable en fonction du climat instantané et de l'état hydrique du sol. Des approches sont en cours qui nous permettront de définir l'intensité de déficit hydrique d'un couvert végétal et de le relier à son niveau relatif de productivité primaire.

• Variabilité génétique de la productivité primaire

L'efficacité de conversion de l'énergie interceptée par un couvert végétal telle qu'elle est déterminée par le coefficient α de l'équation (2) s'avère peu variable entre espèces végétales lorsque leur croissance s'effectue en conditions hydriques et minérales non limitantes. On observe seulement des différences notables entre d'une part les espèces C3 ($\alpha = 1,9$ g MS/Méga Joule de rayonnement visible) et d'autre part les espèces C4 ($\alpha = 2,5$ g MS/MJ), mais pratiquement pas de différences entre espèces d'un même groupe métabolique (GOSSE et al., 1986).

Les différences de productivité primaire observables entre génotypes à certaines saisons sont essentiellement attribuables à des différences de vitesse de mise

en place de l'indice foliaire déterminées par des différences de réaction à la température de la vitesse d'apparition et d'allongement des feuilles, ce qui se traduit sur la valeur du coefficient b de l'équation (4). Ceci est particulièrement évident au printemps, ce qui détermine en grande partie la **précocité de départ en végétation** propre à chaque génotype. Cela nous conduit à penser qu'en dehors de la période limitée du tout début de printemps où les températures restent relativement basses, les différences de productivité primaire entre espèces de graminées fourragères, et a fortiori entre génotypes d'une même espèce, sont très limitées.

En conditions de nutrition minérale limitée et de déficit hydrique, il est possible que des différences génétiques importantes puissent par contre se manifester. Cependant nous devons reconnaître que, sur ce point, nous manquons totalement d'informations précises et objectives autres que les notions de préférences écologiques déduites de la confrontation des relevés floristiques avec les principales contraintes du milieu. Des études systématiques doivent être entreprises tant sur les diverses espèces et écotypes des prairies naturelles que sur les cultivars sélectionnés afin de fournir les bases d'une véritable analyse des interactions **génotype \times milieu**.

Productivité récoltable et mode d'exploitation

• Dynamique de la sénescence foliaire dans un peuplement prairial

Nous avons vu ci-dessus que la **sénescence foliaire** était à l'origine de la divergence entre la productivité primaire et la productivité récoltable. Il est donc tout à fait capital de connaître le déterminisme de la sénescence foliaire et d'en suivre la dynamique au cours de la croissance d'un peuplement prairial.

La figure 2 nous montre l'évolution de la longueur totale des feuilles d'une talle de fétuque élevée après une coupe. On observe, après une très courte phase de latence, une augmentation quasi linéaire de la longueur totale de feuilles jusqu'au 45^e jour après la coupe, puis une valeur constante au delà. L'observation simultanée de l'allongement cumulé des feuilles qui représente en fait la **production primaire de feuilles**, et de la sénescence cumulée de feuilles, nous indique que la longueur totale de feuilles, qui est l'analogue de la **production récoltable**, est bien la résultante d'un flux de fabrication de nouveaux tissus foliaires et d'un flux de sénescence des plus anciens. Après le 45^e jour, la longueur totale de feuilles reste constante du fait d'une équivalence entre ces deux flux de sens contraire : les vieilles feuilles sont alors remplacées en quantités égales par de plus jeunes feuilles ; c'est le stade à partir duquel les premières feuilles formées après la coupe entrent en sénescence. On peut donc déterminer avec une bonne précision la durée de vie moyenne de ces feuilles.

Des études analogues ont été réalisées en période hivernale (LEMAIRE, 1985) ; elles donnent des résultats tout à fait analogues : après une coupe, au bout d'un certain temps correspondant à la durée de vie moyenne d'une feuille, on atteint une quantité maximum de feuilles.

La durée de vie moyenne des feuilles est un paramètre morphogénétique déterminant dans l'équilibre entre flux de croissance et flux de sénescence. La figure 3 représente les relations existant entre les trois principales variables morphogénétiques : vitesse d'allongement, vitesse d'apparition et durée de vie des feuilles, et les caractéristiques structurales du peuplement : longueur finale des feuilles, nombre de feuilles vivantes par talle et densité de talles. L'action de la température sur les paramètres morphogénétiques de la croissance foliaire est sous la dépendance d'un déterminisme génétique.

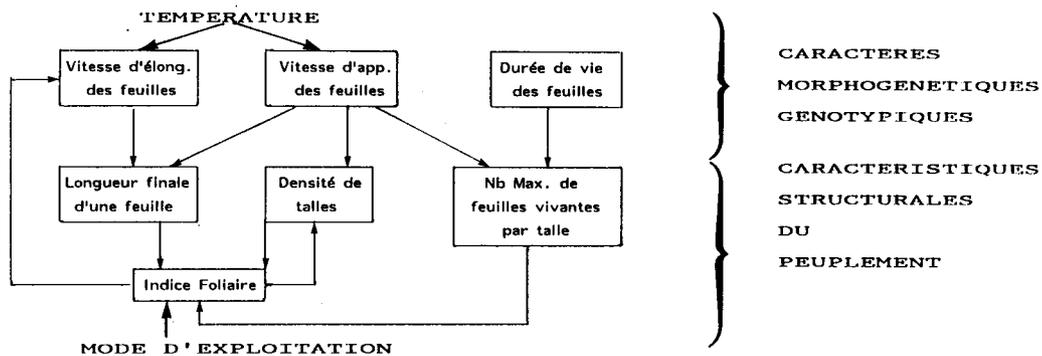


FIGURE 3 : Représentation schématique des relations entre les principales caractéristiques morphogénétiques des graminées fourragères et les caractéristiques structurales du peuplement prairial

FIGURE 3 : Schematic diagramme of the relationships between the main morphogenetic characteristics of the forage grasses and the structural characteristics of a grassland stand

Selon une règle générale, l'effet de la température sur la vitesse d'allongement des feuilles est plus important (réponse exponentielle) que sur leur vitesse d'apparition (réponse linéaire). Il en résulte que la longueur finale des feuilles augmente avec la température (LEMAIRE, 1985). La densité de talles est liée à la vitesse d'apparition des feuilles par le fait que chaque nouvelle feuille est accompagnée d'une nouvelle talle potentielle dont le développement dépend du niveau d'éclaircissement de la base du couvert végétal, donc du niveau de l'indice foliaire.

Le nombre maximum de feuilles vivantes par talle est donc une constante génotypique (DAVIES, 1988) relativement indépendante de la température. Ceci indique que l'effet simultané de la température sur la vitesse d'apparition des feuilles et sur leur durée de vie s'effectue dans un rapport relativement constant : toute accélération de la vitesse d'apparition des feuilles s'accompagne d'une diminution équivalente de leur durée de vie. Il s'agit cependant d'une première approximation. Les mécanismes de sénescence foliaire peuvent dans certaines situations, notamment d'hydromorphie et de déficit azoté, être relativement accélérés indépendamment des mécanismes de croissance foliaire, ce qui peut conduire à une légère modification du nombre maximum de feuilles par talle (LECONTE, 1991).

• **Productivité récoltable et mode d'exploitation.** **Interaction avec les génotypes**

La vitesse d'apparition des feuilles semble être le paramètre morphogénétique central déterminant l'ensemble des caractéristiques structurales d'une prairie. La durée de vie des feuilles détermine le nombre maximum de feuilles vivantes pouvant être portées par une talle, ce qui permet de déterminer deux caractéristiques essentielles de la dynamique de croissance d'un peuplement prairial après une coupe :

— la durée de la phase coupe - début de sénescence foliaire pendant laquelle on peut admettre en première approximation que la productivité récoltable est égale à la productivité primaire puisque les pertes par sénescence sont limitées aux portions de feuilles non récoltées lors de la coupe ;

— le maximum de biomasse vivante accumulée sur pied qui correspond à la notion de ceiling yield des anglo-saxons.

La figure 4a permet d'illustrer l'effet d'une différence importante de durée de vie des feuilles entre deux génotypes ayant par ailleurs des productivités primaires similaires. On peut ainsi illustrer que le jugement que l'on peut porter sur la productivité récoltable de ces deux génotypes est entièrement dépendant du mode d'exploitation appliqué : le génotype à faible durée de vie des feuilles est inadapté à des exploitations en fauche tardive alors qu'il est d'un niveau de productivité récoltable équivalent lorsqu'il est soumis à des rythmes d'exploitation de type pâturage.

Le tableau 1 permet de faire une comparaison globale entre la fétuque élevée et le ray-grass anglais. La vitesse d'allongement des feuilles est approximativement équivalente entre les deux espèces (LEMAIRE, 1988) ; en revanche, une vitesse d'apparition deux fois plus rapide pour le ray-grass anglais se traduit par des longueurs finales de feuilles deux fois plus faibles. La productivité primaire des deux espèces reste ainsi équivalente, le ray-grass produisant deux fois plus de feuilles mais de dimension deux fois plus faible que la fétuque élevée. Par contre la durée de vie

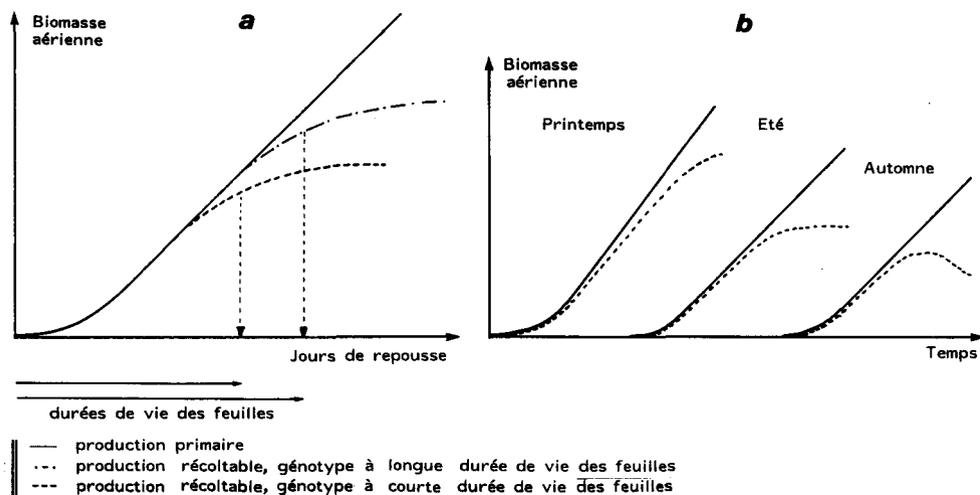


FIGURE 4 : Représentations schématiques de l'évolution a) de la production primaire et de la production récoltable de 2 génotypes selon la durée de vie de leurs feuilles, b) de la production récoltable au printemps (températures croissantes : croissance > sénescence), en été (températures constantes : croissance = sénescence) et en automne (températures décroissantes : croissance < sénescence)

FIGURE 4 : Schematic diagram of the evolution of a) the primary production and harvestable production of 2 genotypes according to the length of life of their leaves and b) the harvestable production in Spring (increasing temperatures : growth > senescence), in Summer (level temperature : growth = senescence), and in Autumn (decreasing temperatures : growth < senescence)

nettement plus importante des feuilles de fétuque élevée lui permet d'atteindre une production récoltable plus importante conformément à la figure 4a. Cette constatation nous permet d'affirmer que les différences de productivité enregistrées entre espèces ont été mesurées presque exclusivement en situation de fauche relativement tardive et ne peuvent absolument pas être transposées à des modes d'exploitation à rythme plus rapide tel que le pâturage. Des espèces ayant une durée de vie des feuilles encore plus courte que le ray-grass anglais sont présentes en abondance dans la flore de bon nombre de prairies permanentes. On aurait tort de conclure à une faible productivité de ces prairies. Il serait au contraire plus judicieux d'utiliser ce type d'information pour adopter un mode d'utilisation de ces prairies susceptible de rapprocher au mieux leur productivité récoltable de leur productivité primaire.

La figure 4b permet de rendre compte de la variabilité induite par la saison dans la distorsion qui peut exister entre productivité récoltable et productivité primaire. En effet, en situation de température croissante comme au printemps, le bilan entre croissance et sénescence foliaire reste positif du fait que la sénescence affecte

des feuilles de taille plus réduite (puisqu'émisses à température fraîche) que celles qui sont en cours d'élaboration. En situation de température décroissante comme en automne, on obtient une situation inverse. De plus, les tiges qui apparaissent en période reproductrice au printemps ont une durée de vie bien supérieure à celle des feuilles et elles contribuent à maintenir la production récoltable à un niveau proche de la production primaire, mais en contre partie elles contribuent à accélérer la dégradation de la qualité du fourrage récolté.

	Fétuque élevée (LEMAIRE, 1985)	Ray-grass anglais (DAVIES, 1988)
Intervalle entre l'apparition de deux feuilles successives (°C x jours)	200	100
Nb maximum de feuilles vivantes par talle	2,5	3,0
Durée de vie des feuilles (°C x jours)	500	300
Vitesse d'allongement des feuilles (valeur relative)	100	100
Longueur finale des feuilles (valeur relative)	100	50
Densité de talles (en conditions de fauche, nb de talles/m ²)	3 000 - 4 000	5 000 - 8 000

TABLEAU 1 : Comparaison des principales caractéristiques morphogénétiques du ray-grass anglais et de la fétuque élevée

TABLE 1 : Comparison between the main morphogenetic features of perennial ryegrass and of tall fescue

Il est important de rappeler ici que les modèles que nous avons décrits au chapitre précédent ne s'appliquent en toute rigueur qu'à la productivité primaire. Ils ne peuvent être utilisés que dans des situations où la sénescence est suffisamment faible pour être négligée. Dans des situations de prairies permanentes dont la flore est composée de graminées à durée de vie faible des feuilles, et si ces modèles sont utilisés sur des temps de repousses trop importants, on peut être amené à sous-estimer la productivité de ces prairies.

Conclusion

Nous avons montré l'importance qu'il pouvait y avoir à caractériser la durée de vie des feuilles des différentes espèces de graminées et de leurs écotypes pour

pouvoir porter un jugement sur la productivité des peuplements prairiaux dans le cadre d'un mode d'exploitation déterminé. Si l'on admet en première approximation que les différences de productivité primaire entre peuplements de compositions génétiques différentes dans un même milieu reste du second ordre par rapport aux différences de productivité récoltable induites par les modes d'utilisation, on voit apparaître clairement les priorités dans les recherches à entreprendre. La connaissance des caractéristiques morphogénétiques des espèces et variétés telles que la vitesse d'apparition et la durée de vie des feuilles nous apparaît comme une nécessité primordiale pour pouvoir adapter le mode d'exploitation des prairies à leur type de flore. Cependant, il n'est pas tenu compte ici de la plasticité génotypique et phénotypique qui conduit à une évolution de ces caractéristiques morphogénétiques en fonction des modes d'exploitation subis par la prairie. Ainsi, dans les prairies exploitées en pâturage à rythme rapide, on peut globalement observer des flores à vitesse d'apparition des feuilles élevée, courte durée de vie des feuilles et forte densité de talles ; au contraire, dans les prairies de fauche on rencontrera des flores à vitesse d'apparition plus faible des feuilles, associée à de plus longues durées de vie des feuilles et à des densités de talles plus faibles. Dans cette optique, la flore et les caractéristiques morphogénétiques qui lui sont associées sont le reflet plus ou moins fidèle des pratiques des éleveurs en matière de mode d'exploitation de leurs prairies.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,
"La prairie permanente : typologie et diagnostic",
les 25 et 26 avril 1990

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BÉLANGER G. (1990) : *Influence de la fertilisation azotée et de la saison sur la croissance, l'assimilation et la répartition du carbone dans un couvert de fétuque élevée en conditions naturelles*, thèse, Université de Paris-Sud, Orsay.
- DAVIES A. (1988) : "The regrowth of grass swards", *Grass crops*, ed. M.B. Jones and A. Lazenby, The Physiological Basis of Production, Chapman et Hall, London.
- FIORELLI J.L. (1989) : "Variabilité interannuelle de la croissance printanière d'une prairie permanente lorraine exploitée en pâturage tournant intensif", *XVI^e Cong. Int. des Herb.*, Nice, 533-534.
- GASTAL F., LEMAIRE G. (1988) : "Study of a tall fescue sward grown under nitrogen deficiency conditions", *Proc. 12th EGF Meet.*, Dublin, 323-327.
- GOSSE G., CHARTIER M., LEMAIRE G. (1984) : "Mise au point d'un modèle de prévision de production pour une culture de luzerne", *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 298, série III, 541-544.
- GOSSE G., VARLET-GRANCHER C., BONHOMME R., ALLIRAND J.M., LEMAIRE G. (1986) : "Production maximale de matière sèche et rayonnement solaire intercepté par un couvert végétal", *Agro- nomie*, 6, 47-56.

- KÜNG-BENOIT A. (1991) : "Croissance printanière de la prairie permanente en Lorraine. Lois de croissance potentielle", *Fourrages*, 127.
- LECONTE D. (1991) : "Comportement des graminées prairiales sur deux types de sol", *Fourrages*, 125, 29-33.
- LEMAIRE G., SALETTE J. (1982) : "Analyse de l'influence de la température sur la croissance de printemps de graminées fourragères", *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 292, série III, 843-845.
- LEMAIRE G., SALETTE J., LAISSUS R. (1982) : "Analyse de la croissance d'une prairie naturelle normande au printemps. I- La production et sa variabilité", *Fourrages*, 91, 3-16.
- LEMAIRE G. (1985) : *Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps. Effets des facteurs climatiques*, thèse de Doctorat d'Etat, Université de Caen.
- LEMAIRE G. (1988) : "Sward dynamics under different management programmes", *Proc. 12th EGF Meeting*, Dublin, 7-22.
- MORLON P., PORQUET F., SERMAGE B., DE VAUBERNIER E. (1985) : "Météorologie et croissance printanière de la prairie permanente en Lorraine", *Fourrages*, 101, 47-83.
- SALETTE J., LEMAIRE G., ROBICHET J. (1982) : "Nitrogen and mineral uptake during regrowth of pure grass stands", *Proc. 9th EGF Meet.*, Reading, 255-261.

RÉSUMÉ

La quantité de matière sèche présente à un instant donné sur une prairie et susceptible d'être récoltée doit être considérée comme la résultante des processus d'élaboration de la biomasse végétale (production primaire) et des processus de sénescence. La production primaire d'une prairie peut être estimée à partir des caractéristiques majeures du milieu : température, rayonnement, niveau de nutrition azotée et d'alimentation hydrique. La durée de vie des feuilles des diverses espèces de graminées est une caractéristique morphogénétique essentielle qui détermine en grande partie le rapport entre la biomasse produite par une prairie et la biomasse susceptible d'être récoltée dans le cadre d'un système d'exploitation donné : fréquence et intensité des défoliations.

Une tentative d'explicitation de l'interaction génotype \times mode d'exploitation est proposée. Pour cela il est nécessaire de mieux caractériser les différentes espèces, cultivars ou écotypes à travers les composantes de la morphogénèse qui déterminent le sens de cette interaction : vitesse d'apparition et durée de vie des feuilles, vitesse d'élongation des feuilles, tallage.

SUMMARY

Productivity of grasslands : characterization and diagnosis

The amount of dry matter present at a given moment on a pasture and which can be harvested should be considered as the balance between the creation of plant bio-mass (primary production) and the effects of senescence. The primary production of a pasture may be estimated from the major environmental characteristics : temperature, radiation, nitrogen supply, water supply. The length of life of the leaves of the various grass species is an essential morphogenetic feature which largely determines the proportion of a pasture's produced bio-mass that can be harvested in a given system of grassland management : defoliation frequency and intensity.

A tentative explanation of the genotype \times type of management interaction is put forward. It seems to require a better characterization of the various species, cultivars or ecotypes as regards the morphogenetic factors which determine the direction of this interaction : rate of emergence of the leaves, their length of life, their rate of elongation, tillering.